

mr.sc. Zdravko Lipošćak, dipl. ing. el.
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
zdravko.liposcak@hep.hr

mr.sc. Ivica Hadjina, dipl. ing. el.
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ivica.hadjina@hep.hr

Ivan Ajduković, dipl. ing. el.
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
DP Elektrodalmacija Split
ivan.ajdukovic@hep.hr

NAPREDNA MJERNA INFRASTRUKTURA - STANJE TEHNOLOGIJE

SAŽETAK

Većina ključnih parametara za uvođenje naprednih mjernih uređaja i sustava za njihovo umrežavanje, raspoloživih u ovoj fazi, temelji se na projekcijama i prognozama, jer je vrlo malo država članica Europske unije završilo s uvođenjem ili došlo u naprednu fazu. Ključne pretpostavke i vrijednosti stanja tehnologije za izradu plana ugradnje naprednog mjerenja, znatno se razlikuju ovisno o pojedinoj zemlji. Odabir određene tehnologije i način uvođenja odražava lokalne okolnosti i početne uvjete te uključivanje dodatnih funkcija (povezivanje s brojlilima za mjerenje vode, plina, topline ...), ali i metodološke razlike (primijenjene diskontne stope, razdoblje procjene, dostupnost određenih tehnologija na tržištu itd.). U ovom radu smo pokušali vrlo sažeto opisati način i nadležnost donošenja odluke za implementaciju naprednih mjernih sustava te korištene tehnologije unutar zemalja članica Europske unije. U radu su ukratko navedene karakteristike novijih komunikacijskih tehnologija za napredne mjerne uređaje.

Ključne riječi: napredno mjerenje, tehnologija, ekonomska analiza, G3-PLC, PRIME

ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE – STATE OF TECHNOLOGY

SUMMARY

Most of the key parameters for the advanced metering implementation, available at this stage, are based on projections and forecasts, because very few Member States of the European Union have ended with the implementation of or have been in an advanced stage. Key assumptions for roll-out technology vary considerably depending on the country. Selection of specific technology and way of installation reflects on local circumstances and initial conditions and the inclusion of additional features (connection with the meters for water, gas, heat etc.), but also methodological differences (applied discount rate, the evaluation period, the availability of certain technologies in the market, etc.). In this paper we have tried to describe very briefly the way of starting smart metering roll-out projects and technologies used within the member states of the European Union. The paper also presents characteristics of new communication technologies for advanced metering.

Keywords: advanced measurement technology, economic analysis, G3-PLC, PRIME

1. UVOD

Direktiva Europske unije 2009/72/CE zahtijeva da država članica u području naprednog (pametnog) mjerenja osigura implementaciju naprednih mjernih sustava koji će pridonijeti aktivnom sudjelovanju kupaca na tržištu električne energije te ostvarenju ciljeva Europske Unije definiranih do kraja 2020. godine (ciljevi „20/20/20“); smanjenje potrošnje energije za 20%, smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20% i povećanje udjela energije iz obnovljivih izvora na 20%. Kao pripremu za uvođenje naprednih mjernih sustava potrebno je provesti ekonomsku analizu dugoročnih troškova i dobiti te pripremiti vremenski plan izgradnje naprednog mjernog sustava u periodu od najviše deset godina. Ukoliko ekonomska analiza pokaže isplativost ugradnje naprednih mjernih sustava za određene kategorije kupaca ili područja primjene, najmanje 80% obračunskih mjernih mjesta tih kategorija ili područja potrebno je opremiti naprednim brojlama do 2020. godine.

Prema izvješću od 17. lipnja 2014. godine [1] stanje uvođenja naprednih mjernih uređaja i sustava za njihovo umrežavanje u državama članicama je dosta različito. Ukupno 16 država članica (Austrija, Danska, Estonija, Finska, Francuska, Grčka, Irska, Italija, Luksemburg, Malta, Nizozemska, Poljska, Rumunjska, Španjolska, Švedska i Ujedinjena Kraljevina) nastavit će s masovnim uvođenjem naprednih brojila do 2020. ili ranije ili su to već učinile. U dvije države, Poljskoj i Rumunjskoj, analize troškova i koristi dale su pozitivne rezultate, no još nisu donesene službene odluke o uvođenju.

U sedam država članica (Belgija, Češka Republika, Latvija, Litva, Njemačka, Portugal i Slovačka), rezultati analiza troškova i koristi za masovno uvođenje do 2020. bili su negativni ili nejasni, međutim u Latviji, Njemačkoj i Slovačkoj pokazalo se da je napredno mjerenje ekonomski opravdano za određene skupine korisnika. Za četiri države članice (Bugarska, Cipar, Mađarska i Slovenija), analize troškova i koristi te planovi za uvođenje nisu bili dostupni u vrijeme pripreme izvješća [1].

Zakonodavstvo za napredna brojila za električnu energiju uvedeno je u većini država članica, njime se uspostavio pravni okvir za uvođenje i/ili uređenje posebnih pitanja kao što su raspored uvođenja ili određivanje tehničkih specifikacija za brojila itd. U samo pet država članica (Belgija, Bugarska, Mađarska, Latvija i Litva) nema takvog zakonodavstva na snazi.

Dostupni podaci iz do sada provedenih studija troškova i dobiti ukazuju (na osnovi pozitivno ocijenjenih analiza) da bi napredni sustav mjerenja mogao stajati prosječno 223 EUR \pm 143 EUR-a po obračunskom mjernom mjestu. Trošak po mjernom mjestu kreće se od oko 100 EUR (77 EUR na Malti, 94 EUR u Italiji) do 766 EUR u Češkoj Republici. Očekivana ušteda u potrošnji energije je 3 % \pm 1,3 %, smanjenje vršnog opterećenja od 0,8 % do 9,9 %, korist po mjernom mjestu 309 EUR \pm 170 EUR te korist za potrošače (kao % ukupne koristi) od 0,6 % do 81 %.

Zahtjevi europskih direktiva za uvođenje naprednih brojila preneseni su u hrvatsko zakonodavstvo kroz Zakon o energiji [2], Zakon o tržištu električne energije [3] i Opće uvjete za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom [4].

2. STANJE IMPLEMENTACIJE NAPREDNOG MJERENJA I KORIŠTENE TEHNOLOGIJE U ZEMLJAMA ČLANICAMA EUROPSKE UNIJE

2.1 Austrija

Austrijski regulator (E-Control) proveo je analizu troška i dobiti (engl. CBA – Cost - and Benefit Analysis) ugradnje naprednih brojila 2010. godine s pozitivnim rezultatom. Ministarstvo gospodarstva je 2012. donijelo odluku o uvođenju naprednog mjerenja. Poslovi mjerenja su regulirani, odgovornost za implementaciju i vlasništvo nad brojlama imaju operatori distribucijskog sustava. U ekonomskoj analizi su četiri scenarija ugradnje i svi su ocijenjeni pozitivno: 1) zamjena 95% brojila za mjerenje električne energije i plina u periodu 2011 – 2017, 2) zamjena 95% brojila, za mjerenje električne energije u periodu 2011 – 2015, brojila za mjerenje plina u periodu 2011 – 2017, 3) zamjena 95% brojila, za mjerenje električne energije u periodu 2011 – 2017, brojila za mjerenje plina u periodu 2011 – 2019, 4) zamjena 80% brojila, za mjerenje električne energije u periodu 2011 – 2015, brojila za mjerenje plina u periodu 2011 – 2020. Početak implementacije je definiran odlukom Ministra, ali stvarna implementacija je započela kasnije. Plan je ugraditi 10% brojila u periodu 2012 – 2015, 60% brojila ugraditi 2016 – 2017 i preostalih 25% ugraditi 2018 – 2019. Očekivani trošak po mjernom mjestu je 590 EUR-a, a očekivana dobit je 654 EUR-a. Najveće očekivane dobiti projekta su za korisnika mreže (postotak u ukupnoj dobiti): ušteda energije (55%), efikasnija promjena opskrbljivača (19%), smanjenje troškova očitavanja (9%). Smanjenje potrošnje energije oko 3,5% ukupne potrošnje. Većinu troškova ima ODS.

2.2 Belgija

Nadležnost nad energetsom strategijom u Belgiji podijeljena je između federalne i regionalne administracije. Centralna vlada bavi se energetske pitanjima prijenosne i distribucijske mreže iznad naponske razine od 70 kV. Pitanjima mreže ispod ove naponske razine bave se područna administracija (Flanders, Wallonia, Brussels-Capital) i oni su nadležni za provođenje ekonomske analize za svoja područja. U Flandriji je nadležan regulator VREG, a dva operatora distribucijskog sustava Eandis i Infrax provode operativne aktivnosti. VREG je proveo dvije ekonomske analize, prvu 2008., a drugu 2011. godine, uz slijedeće pretpostavke; paralelna ugradnja naprednih brojila i za struju i za plin, ugradnja 98% brojila električne energije, komunikacijska tehnologija PLC, uz korištenje Multi Utility Controller-a (MUC), ušteda električne energije 1%, plina 2%, bez kućnog pokaznika. Planirano trajanje ugradnje je oko 5 godina, ali je analiza obuhvatila period od 30 godina kako bi se obuhvatila i druga zamjena brojila (predviđeni životni vijek brojila je bio 15 godina). U drugoj analizi razmatrao se pristup ugradnje brojila na zahtjev korisnika mreže, s ciljem ugradnje 80% te se razmatrao i segmentirani pristup po određenim kategorijama kupaca i uz trajanje projekta od 15 godina. Glavne dobiti su smanjenje potrošnje energije, smanjenje troškova fizičkog očitavanja brojila i otkrivanje neovlaštene potrošnje, dok su glavni troškovi nabava i ugradnja naprednih brojila, investicije u računalnu i komunikacijsku opremu, investicije u obradu podataka. Briselska distribucija analizirala je pet scenarija: 1) bez promjena, 2) osnovni model PLC, 3) model s UMTS, 4) napredni model-napredna mreža i 5) puni model (WiMax). Glavne očekivane uštede su smanjenje potrošnje energije, smanjenje ne-tehničkih gubitaka, smanjenje troškova ručnog očitavanja. U Wallonia je nadležno tijelo za CBA analizu naprednog mjerenja Commission Wallonne pour l'Energie – CWAPE. Analizirana su tri scenarija: referentni za prihvrat obnovljivih izvora energije, potpuno opremanje 80% OMM-a i segmentirani pristup za određene skupine kupaca.

2.3 Češka

Trenutno u Češkoj kupci koji koriste električnu energiju za grijanje imaju dvotarifno brojilo upravljano s MTU prijemnikom (HDO sistem). Rezultat CB analize je negativan, podrazumijeva se da je u postojećem sustavu već ostvareno 70% mogućih dobiti. U analizi je razmatrana PLC komunikacija, GPRS komunikacija gdje PLC nije moguće koristiti. GPRS i optička komunikacija koristili bi se između koncentratora podataka i AMR sustava. CB analiza preporučuje da se ugradnja naprednih brojila ne započinje prije 2018. godine, da se tehnologije testiraju kroz pilot projekte, proširenje sustava upravljanja potrošnjom (MTU), definirati nacionalni komunikacijski standard, osigurati sigurnost sustava.

2.4 Danska

Danska je nakon pozitivnih rezultata ekonomske analize 2013. godine donijela zakon kojim se u potpunosti uvodi napredno mjerenje. Detaljan okvir definirati će Ministarstvo za klimatske promjene, energije i graditeljstva za period 2014. – 2020. godine. Razmatrane su komunikacijske tehnologije PLC, GPRS/GSM, WiFi i RF.

2.5 Estonija

Rezultati CB analize je bio pozitivan te se nastavlja ugradnja naprednih mjerenja. Na ukupno 709.000 mjernih mjesta ugraditi će se 90% brojila s PLC komunikacijom i 10% brojila s GPRS komunikacijom u periodu 2013-2017.

2.6 Finska

Finska vlada je dala mandat ODS-ima za ugradnju 80% brojila do 2014. godine, ali ugradnja je došla do 100%. Korištene su komunikacijske tehnologije PLC 30%, GPRS 60% i RF 10%.

2.7 Francuska

CB analiza provedena je na osnovi rezultata pilot projekta Linky. Regulator je razmatrao dva scenarija prema prosječnom godišnjem povećanju tarife za mrežnu naknadu: 1) povećanje tarife 2,3% od 2010 do 2020 i 1,8% nakon 2020. godine, 2) povećanje tarife 5,75% od 2010 do 2020 i 1,8% nakon 2020. godine. CB analiza koncentrirala se na rezultate bitne za ODS, za prvi scenarij rezultati CB analize su gotovo neutralni, a za drugi scenarij pozitivni. Na osnovu dobivenih rezultata regulator je dao svoju preporuku za

nacionalnu masovnu ugradnju naprednih brojila. Oko 95% od 35 milijuna brojila ugradilo bi se u periodu 2014 – 2020., očekivani trošak oko 135 EUR/OMM, koristila bi se G3 PLC tehnologija.

2.8 Njemačka

CB analiza nije preporučila masovnu ugradnju naprednih brojila. Trenutna regulativa zahtjeva ugradnju naprednih brojila u slijedećim slučajevima: kupci s godišnjom potrošnjom iznad 6.000 kWh, proizvodna postrojenja sukladno Zakonu o obnovljivim izvorima energije i Zakonu o kogeneracijskim postrojenjima ($P > 7\text{kW}$), krajnji potrošači u novim i obnovljenim zgradama. Za ostala mjerna mjesta preporuka je da se koriste elektronička brojila kojima se naknadno može dodati sigurni komunikacijski uređaj (BSI zaštita). Razmatrano je nekoliko scenarija: EU scenarij – najmanje 80% brojila do 2020. godine, uobičajeni pristup s 25% naprednih brojila do 2022. godine, uobičajeni scenarij plus s korištenjem „inteligentnih“ brojila (BSI) do 2029. godine, scenarij masovne ugradnje s fokusom na obnovljive izvore, scenarij masovne ugradnje plus s „inteligentnim“ brojilima. Od ukupno 47,9 milijuna brojila do 2022. godine planira se ugraditi 11,9 milijuna naprednih brojila, a do 2032. planira se ugraditi dodatnih 15,8 milijuna. Tehnologije koje bi se koristile bi bile GPRS/UMTS/LTE 80%, PLC/BPL 20%, DSL 5% i optika 5%.

2.9 Grčka

Ekonomska analiza provedena je 2010. godine, a revidirana 2012. godine, razmatrano je korištenje PLC komunikacijske tehnologije između brojila i koncentratora podataka i GPRS tehnologije između koncentratora i AMR sustava. Za područja slabe naseljenosti (oko 10% OMM-a) razmatrana je RF tehnologija i GPRS komunikacija od koncentratora do AMR sustava. Analizirana su tri scenarija za električnu energiju: komunikacija PLC i GPRS/optika, DLC i GPRS, optika i GPRS. Ukupno oko 7 milijuna brojila ugradilo bi se u periodu 2014-2020.

2.10 Irska

Irski regulator CER identificirao je 12 opcija provedbe masovne ugradnje naprednih brojila koji se razlikuju u obračunu (mjesečno-dvomjesečno), komunikacijskoj tehnologiji (PLC-RF, PLC-GPRS ili GPRS) i korištenju kućnog pokaznika (IHD). Ukupno 2,2 milijuna mjernih mjesta planira se zamijeniti u periodu 2014-2019 godine.

2.11 Italija

Najveći ODS u Italiji ENEL Distribucija provelo je 2001. godine internu CB analizu. Rezultati za područje cijele Italije dobiveni su ekstrapolacijom dobivenih rezultata ove analize. ENEL je ugradio napredna brojila u periodu 2001-2006. Za vrijeme ugradnje nacionalni regulator (Autorita per l'Energia Elettrica ed il Gas - AEEG) definirao je zakonski okvir za masovnu ugradnju na sva obračunska mjerna mjesta u periodu 2001-2011. Ukupno je ugrađeno oko 36,7 milijuna brojila, korištena komunikacijska tehnologija je PLC (brojilo-koncentrator) i GSM/GPRS (koncentrator-AMR).

2.12 Latvija

Nadležno tijelo za uvođenje naprednog mjerenja u Latviji je Ministarstvo gospodarstva, Sektor energije, Odjel za tržište energije i infrastrukturu. Ukupni rezultat CB analize je negativan, ali će se masovna ugradnja naprednih brojila uvesti kao obavezna. Ukupno 1.089.109 OMM-a bi se opremilo u periodu 2015-2017. Korištena tehnologija je PLC (brojilo-koncentrator) i GSM (koncentrator – AMR sistem).

2.13 Litva

Ministarstvo energije nadležno je za ugradnju naprednog mjerenja. Provedena je CB analiza s tri scenarija: 1) bazni, 2) napredne funkcionalnosti, 3) „multi metering“. Oko 1,6 milijuna mjernih mjesta planira se opremiti od 2014. do 2020. godine naprednim brojilima s komunikacijskim tehnologijama PLC i GPRS od brojila do koncentratora i GPRS od koncentratora do AMR sustava.

2.14 Luksemburg

Prema nacionalnom zakonu svaki operator mreže mora ugraditi najmanje 95% brojila do 31.12.2018. godine. Ukupno je oko 260.000 obračunskih mjernih mjesta koji će se opremiti u periodu 2015. -2018. godine naprednim brojlilima s PLC i GPRS komunikacijskim tehnologijama.

2.15 Malta

Nije provedena CB analiza, osnovni razlog uvođenja naprednog mjerenja je izbjegavanje dvomjesečnih obračuna i pogrešaka u obračunu. Ukupno 260.000 brojila trebalo je biti zamijenjeno od 2009. do kraja 2014. godine. Komunikacijske tehnologije su PLC i GPRS.

2.16 Nizozemska

Ministarstvo ekonomskih poslova Nizozemske provelo je 2005. godine ekonomsku analizu s pozitivnim rezultatom (revizija analize provedena je 2010. godine). Korisnici mreže mogu odbiti ugradnju naprednog brojila, ali tada moraju plaćati stvarne troškove ručnog očitavanja brojila. Ukupno 7,6 milijuna brojila zamijenilo bi se u periodu 2012.-2020. godine, naprednim brojlilima s komunikacijskim tehnologijama PLC i GPRS.

2.17 Poljska

Provedeno je više ekonomskih analiza s pozitivnim rezultatom. Ukupno 16,5 milijuna brojila zamijenilo bi se u periodu 2012-2022 godina s naprednim PLC brojlilima.

2.18 Portugal

Ukupno 6,5 milijuna brojila zamijenilo bi se u periodu 2014-2022 . godine naprednim brojlilima s PLC 85% i GPRS 15% komunikacijskom tehnologijom.

2.19 Rumunjska

Provedena CB analiza 2012. godine imala je pozitivne ukupne rezultate, ali službeni plan ugradnje naprednih brojila još nije objavljen. Razmatrana su dva modela komunikacijskih tehnologija: 1) GPRS, WiMAX, 2) PLC (brojilo-koncentrator), GPRS, WiMAX, optika (koncentrator-AMR). Ukupno 9 milijuna brojila ugraditi će se u periodu 2013.-2022. godine.

2.10 Slovačka

Ekonomsku analizu proveli su Ministarstvo gospodarstva zajedno s Regulatorom (Regulatory Office for Network Industries - RONI). Iako su ukupni rezultati negativni donesena je odluka o uvođenju naprednog mjerenja za OMM s godišnjom potrošnjom većom od 4.000 kWh. Ekonomska analiza provedena je za ukupno 2,6 milijuna brojila i period zamjene od 2013 do 2020. Razmatrane su komunikacijske tehnologije GSM/GPRS/ETHERNET za izravno povezivanje brojila i AMR-a i PLC, RF i WAN za indirektno povezivanje preko koncentratora podataka.

2.21 Slovenija

Energetska agencija Republike Slovenije objavila je 2011. godine dokument „Smjernice za uvođenje naprednog mjerenja u Sloveniji“. Zakon o energiji govori o potrebi uvođenja naprednih mjernih sistema gdje je to primjereno, regulatorna agencija (AGEN-RS) je dužna provesti CB analizu, u slučaju pozitivne analize 80% potrošača mora biti opremljeno naprednim brojlilima. Vlada će uredbom propisati mjere i postupke kako bi se osiguralo uvođenje naprednih mjernih sustava, uzimajući u obzir rezultate ekonomske analize, najbolje prakse i razvoja unutarnjeg tržišta električne energije. Ekonomska analiza provedena je 2014. godine. AGEN-RS je definirala skup osnovnih funkcionalnosti naprednih brojila. Definirano je više (6) scenarija, analiza je obuhvatila svih 890.000 brojila, komunikacijska tehnologija je PLC (95% OMM-a) i GPRS tehnologija (5% OMM-a).

2.22 Španjolska

Španjolska nije provela ekonomsku analizu, ali je donijela odluku o uvođenju naprednog mjerenja (Royal Decree 1634/2006). Planirano je da se ukupno 27,8 milijuna brojila zamijeni u periodu od 2011. do 2018. godine. Odabrana komunikacijska tehnologija je PLC (PRIME, Meters and More).

2.23 Švedska

Švedska je donijela odluku o obveznom mjesečnom očitavanju od 01.07.2009. godine što je ubrzalo uvođenje brojila s daljinskim očitavanjem. Trenutno se očitava satna krivulja potrošnje za OMM s priključnom strujom 63A i više (poduzetništvo) i mjesečno očitavanje potrošnje za kupce s manjom priključnom strujom od 63A. Ukupno je ugrađeno 5,2 milijuna brojila u periodu od 2003. do 2009. godine. Korištene komunikacijske tehnologije od brojila do koncentratora podataka su: mješavina GPRS, PLC i RF (46%), samo PLC (37%), samo RF (17%) i samo GPRS (1%). Između koncentratora podataka i AMR sustava korištene su komunikacijske tehnologije: GPRS (86%), IP (optika i sl., 33%), ostalo (17%), RF (9%) i PLC (8%).

2.24 Ujedinjena Kraljevina

Ujedinjena Kraljevina provela je zasebne CB analize za Veliku Britaniju i za Sjevernu Irsku. Ekonomskom analizom obuhvaćena je ugradnja brojila za električnu energiju i plin, a krajnji rezultat je bio pozitivan, s fokusom na moguću uštedu u potrošnji energije. Vlasnik brojila je opskrbljivač električne energije. Pristupom mjernim podacima u centralnoj bazi upravlja Data and Communications Company (DCC). Analizom za Veliku Britaniju obuhvaćeno je 32,94 milijuna brojila za električnu energiju i 26,63 milijuna brojila za plin. Planirani period implementacije je 2012-2020. godine (97% svih OMM-a). Planirane komunikacijske tehnologije su GSM/GPRS i RF. Ukupan broj brojila u Sjevernoj Irskoj je oko 860.000. Zbog vrlo slabog pozitivnog rezultata ekonomske analize, 2014. godine je provedena javna rasprava o uvođenju naprednog mjerenja. Planirani period ugradnje je 2014. – 2020. godine (cilj 80% opremljenosti). Komunikacijska tehnologija još nije definirana, ali najvjerojatnije će se koristiti određena kombinacija s PLC-om.

2.25 Hrvatska

Zakonom o energiji (članak 38.) propisano je da operator mreže/sustava utvrđuje tehničke zahtjeve i troškove uvođenja naprednih mjernih uređaja i sustava za njihovo umrežavanje te ih dostavlja Agenciji (Hrvatska energetska regulatorna agencija – HERA). Na temelju podataka dobivenih od operatora mreže, Agencija provodi analizu troška i dobiti te pribavlja mišljenje predstavnika tijela za zaštitu potrošača za uvođenje naprednih mjernih uređaja za krajnje kupce. Ministar na temelju analize iz Agencije utvrđuje odlukom plan i program mjera za uvođenje naprednih mjernih uređaja za krajnje kupce. Provođenje odluke Ministra nadzire Agencija. Prilikom korištenja naprednih mjernih uređaja nužno je prikupljati, obrađivati i koristiti mjerne podatke u skladu s propisima o zaštiti osobnih podataka. Početkom listopada 2015. godine stupili su na snagu novi Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 85/2015), koji su propisali da je HEP ODS dužan:

- u roku od pet godina od dana stupanja na snagu Općih uvjeta o svom trošku, u skladu s mrežnim pravilima distribucijskog sustava, opremiti sva obračunska mjerna mjesta krajnjih kupaca s priključnom snagom većom od 20 kW brojilima s daljinskim očitavanjem koja omogućuju mjerenje snage i jalove energije,
- u roku od 10 godina od dana stupanja na snagu Općih uvjeta o svom trošku, u skladu s mrežnim pravilima distribucijskog sustava, opremiti obračunska mjerna mjesta krajnjih kupaca iz kategorije poduzetništvo s priključnom snagom do uključivo 20 kW brojilima s daljinskim očitavanjem koja omogućuju mjerenje jalove energije,
- u roku od 15 godina od dana stupanja na snagu Općih uvjeta o svom trošku, u skladu s mrežnim pravilima distribucijskog sustava, opremiti obračunska mjerna mjesta krajnjih kupaca iz kategorije kućanstvo brojilima s daljinskim očitavanjem,

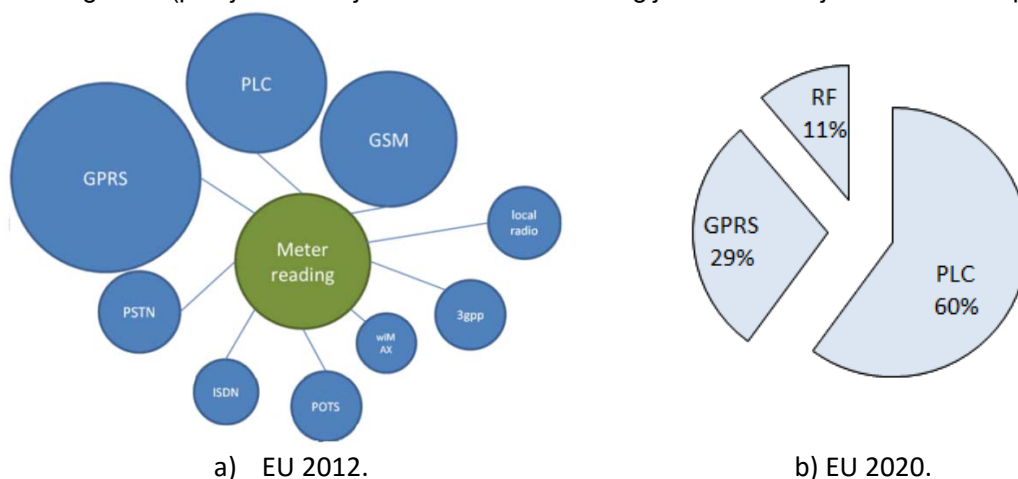
U roku godina dana od stupanja na snagu Općih uvjeta HEP ODS je dužan donijeti provedbeni plan ugradnje brojila s daljinskim očitavanjem pri čemu treba voditi računa i o mogućnosti da nadležni Ministar utvrdi odlukom plan i program mjera za uvođenje naprednih mjernih uređaja za krajnje kupce, sukladno Zakonu o energiji (NN 120/2012), što će izravno utjecati na daljnje odvijanje plana ugradnje brojila s daljinskim očitavanjem. Hrvatska energetska regulatorna agencija trenutno provodi analizu troška i dobiti za tri scenarija: 1) zadržavanje postojećeg stanja, 2) uvođenje brojila s daljinskim očitavanjem, 3) uvođenje naprednih mjernih uređaja.

2. KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE ZA NAPREDNE MJERNE UREĐAJE

Značajan problem u masovnijoj primjeni napredne mjerne tehnologije je „nedostatak volje“ različitih proizvođača da njihova brojila međusobno komuniciraju na potpuno isti, standardiziran način (pronalazi se prostor za nekompatibilnost i unutar istog standarda). Trenutno se za komunikaciju s naprednim brojlama koristi velik broj različitih komunikacijskih protokola. Na razini EU provedeno je nekoliko projekata testiranja i odabira odgovarajućih tehnologija i komunikacijskih protokola za napredno mjerenje te pokušaji standardizacije (Projekt Openmeter, EU Mandat M/441 EN).

Drugi bitan problem je što niti jedna današnja tehnologija naprednog mjerenja (uz pretpostavku razumnih troškova uvođenja) ne može u potpunosti zadovoljiti željene ciljeve koji se postavljaju pred napredne mreže i napredne mjerne sustave. Zbog toga je vrlo često u zemljama članicama prvi korak u uvođenju naprednih mjernih uređaja i sustava za njihovo umrežavanje, provođenje testiranja sposobnosti tehnologija dostupnih na tržištu u zadovoljenju traženih ciljeva naprednog mjerenja i naprednih mreža.

Na slici 1. a) prikazan je udio pojedinih komunikacijskih tehnologija koje su koristili europski operatori distribucijskog sustava za daljinsko očitavanje brojila 2012. godine. Najveću zastupljenost imaju GSM i GPRS tehnologije, a jedan od razloga je što se uvođenje daljinskog očitavanja prvo započelo kod industrijskih korisnika i poduzetništva, gdje se GSM/GPRS tehnologija pokazala kao optimalna. Na slici 1. b) je prikazana procjena udjela pojedinih komunikacijskih tehnologija nakon provedbe ugradnje naprednih brojila 2020. godine (procjena temeljena na odabiru tehnologija unutar studija ekonomske isplativosti).



Slika 1. Prikaz udjela pojedinih komunikacijskih tehnologija koje koriste europski operatori distribucijskog sustava za daljinsko očitavanje brojila, a) stanje 2012 godine (izvor Eurelectric), b) predviđeno stanje 2020 godine prema CB analizama

Ključan problem pri odabiru odgovarajuće komunikacijske tehnologije predstavlja brzi razvoj i stalna poboljšanja komunikacijskih tehnologija gdje vrlo često u drugoj ili trećoj generaciji više nema kompatibilnosti sa starim tehnologijama. Prema odabiru komunikacijskih tehnologija za napredne mjerne uređaje unutar studija ekonomske isplativosti proizlazi da će prevladavajuća tehnologija biti PLC (60%). Osnovne značajke pojedinih uskopojasnih PLC tehnologija u CENELEC A frekvencijskom pojasu (od 3 kHz do 95 kHz) nalaze se u Tablici 1.

Tablica 1. Uskopojasne PLC komunikacijske tehnologije za napredno mjerenje

| PLC tehnologija | Osnovne karakteristike |
|-----------------|--|
| G1 | otvorene specifikacije, S-FSK modulacija, maksimalna brzina do 2,4 kb/s, norma IEC 61334-5-1 |
| G3 | otvorene specifikacije, 36-kanalni OFDM sustav, frekvencijski pojas 35,9 - 90,6 kHz, frekvencija uzorkovanja 400 kHz, brzine do 20,3 kb/s (M=2), do 34,9 kb/s (M=3) i do 46,0 kb/s (M=4), Forward Error Correction konvolucijski+Reed-Solomon, ima dva Robust moda, signal ima mogućnost prelaska SN/NN transformatora, preporuka ITU-T G.9903 |

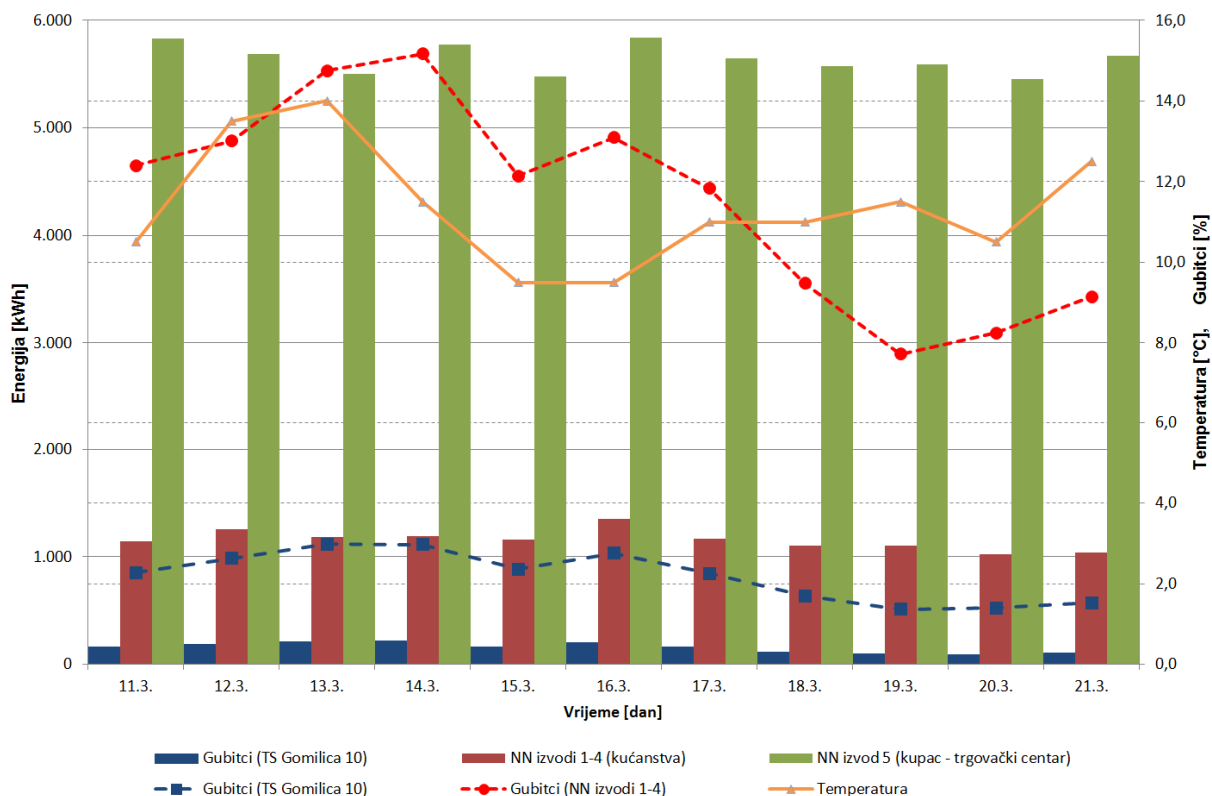
| | |
|-----------------|--|
| PRIME | otvorene specifikacije, 97-kanalni OFDM sustav, frekvencijski pojas 42-89 kHz, frekvencija uzorkovanja 250 kHz, brzine do 20,5 (M=2), do 41,0 kb/s (M=3) i do 61,4 kb/s (M=4), Forward Error Correction konvolucijski, nema Robust mod, preporuka ITU-T G.9904 |
| Meters and More | otvorene specifikacije osnovana od strane Enela i Endese, odabrana kao standard u projektu OPEN meter, BPSK modulacija, brzina do 4,8 kb/s |
| Echelon | zatvorena specifikacija, BPSK modulacija |

Prema broju ugrađenih brojila na prvom mjestu je PLC Meters and More tehnologija s oko 50 milijuna već građenih brojila, na drugom mjestu PRIME PLC s oko 11 milijuna, zatim G1 PLC, Echelon i G3-PLC čije ozbiljnije implementacije započinju tek 2016. godine.

U mreži HEP-Operatora distribucijskog sustava trenutno se daljinski očitava oko 5.000 brojila korištenjem G1 PLC tehnologije (0,2%), 25.000 brojila koja se očitavaju GSM komunikacijom (1,1%) i oko 41.000 brojila koja se očitavaju GPRS komunikacijom (1,8% ukupnog broja obračunskih mjernih mjesta – OMM).

Tijekom 2016. godine provedeno je testiranje rada G3-PLC komunikacije u distribucijskom području Elektrodalmacija Split na dvije SN/NN: TS Gomilica 2 (opremljena sa 76 G3-PLC brojila i 355 elektromehaničkih brojila) i TS Gomilica 10 (opremljena sa 84 G3-PLC brojila, 4 GPRS brojila i 3 elektromehanička brojila). TS Gomilica 10 ima 5 niskonaponskih (NN) izvoda; na izvodima 1 – 4 su kupci kategorije kućanstvo, a na posljednjem NN izvodu (5) je kupac veliki trgovački centar. Na izvodu 5 nema gubitaka, jer je mjerenje potrošnje kupca izvedeno u trafostanici. Na prva četiri izvoda su 84 brojila G3-PLC na OMM kupaca kategorije kućanstvo, zatim 3 brojila s GPRS komunikacijom na OMM kupaca NN-poduzetništvu i 3 elektromehanička brojila kod kupaca kategorije kućanstvo.

Očitavanje brojila putem G3-PLC komunikacije promatrano je u periodu od dva tjedna od 20.02.2016. do 03.03.2016. Uspješnost očitavanja 15-minutne krivulje potrošnje energije i dnevnih kumulativnih potrošnji energije u promatranom periodu bilo je za TS Gomilica 2 za krivulje 98,81% te registre 99,35%, a za TS Gomilica 10 za krivulje i registre 99,9%. U trafostanici je ugrađeno mjerenje ukupne potrošnje energije kako bi se mogli izračunati gubici na NN mreži usporedbom sumarnog mjerenja i mjerenja kod svakog od kupaca. Za potrebe izračuna gubitaka, za elektromehanička brojila korištena je dnevna vrijednost potrošnje linearno interpolirana iz mjesečno procijenjenih potrošnji energija. Izračunati prosječni gubici na NN izvodima TS 10 su 2,2 %. Kada se izdvojila krivulja potrošnje energije trgovačkog centra tada su gubici na NN izvodima 1-4 iznosili prosječno 11,7%. Rezultati proračuna tehničkih gubitaka pokazuju da ukupni gubici u mreži, prijenosom električne energije od TS Gomilica 10 do krajnjih potrošača, iznose 1,8%. Ovo je primjer „pokrivanja“ gubitaka uzrokovanih vjerojatno neovlaštenom potrošnjom kada u mreži imamo velikog potrošača (kod kojeg nema gubitaka). Gubici na izvodima na kojima su korisnici mreže kućanstva, kreću se u promatranom periodu u granicama od 8% do 15 %. Iz slike 2. vidljiva je i ovisnost gubitaka o trenutnoj temperaturi što upućuje na moguću neovlaštenu potrošnju energije koja se koristi za grijanje.



Slika 2. Rezultati analize potrošnje i gubitaka energije na N/NN TS Gomilica 10 u DP Elektrodalmacija Split, opremljenoj GPRS, G3 PLC i elektromehaničkim brojilima

3. ZAKLJUČAK

Općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom koji su stupili na snagu u listopadu 2015. godine HEP Operator distribucijskog sustava dobio je obvezu uvođenja brojila s daljinskim očitavanjem na sva obračunska mjerna mjesta (2,3 milijuna) u roku od 15 godina. Tijekom 2016. godine HEP ODS će izraditi provedbeni plan ugradnje brojila s daljinskim očitavanjem vodeći računa i o mogućnosti da nadležni Ministar, na osnovi ekonomske analize Hrvatske energetske regulatorne agencije, utvrdi odlukom plan i program mjera za uvođenje naprednih mjernih uređaja za krajnje kupce. Trenutno nema javno dostupnih podataka o postotnoj uspješnosti daljinskog očitavanja prema tehnologijama te se planira provesti relevantne pilot projekte prije odabira tehnologije za masovnu zamjenu brojila.

Većina ključnih parametara potrebnih za izradu provedbenog plana, raspoloživih u ovoj fazi, temelji se na projekcijama i prognozama, jer je vrlo malo država članica Europske unije završilo s uvođenjem ili došlo u naprednu fazu. Prema podacima o odabiru tehnologija iz do sada provedenih studija troškova i dobiti zemalja članica Europske unije, proizlazi da će u konačnici PLC komunikacijska tehnologija biti najzastupljenija (60%), a zatim GPRS (29%) i RF (11%).

Rezultati pozitivno ocijenjenih ekonomskih analiza zemalja članica EU pokazuju da bi napredni sustav mjerenja mogao stajati prosječno 223 EUR \pm 143 EUR-a po obračunskom mjernom mjestu, a ukupna korist po mjernom mjestu 309 EUR \pm 170 EUR. Očekivana ušteda u potrošnji energije je 3 % \pm 1,3 %, a pomak vršnog opterećenja od 0,8 % do 9,9 %.

5. LITERATURA

- [1] Europska komisija, *Vrednovanje uvođenja pametnog mjerenja u EU-27 s naglaskom na električnu energiju*, SWD(2014) 188 final, Brisel, 2014.,
- [2] Zakon o energiji (NN 120/12, 14/14, 95/15, 102/15),
- [3] Zakon o tržištu električne energije (NN 22/13, 95/15, 102/15),
- [4] Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (Narodne Novine, br. 85/15),