

Zoran Budimir, dip.ing.el.  
HEP ODS Elektroslavonija Osijek  
[zoran.budimir@hep.hr](mailto:zoran.budimir@hep.hr)

## OSVRT NA PRIMJENJENE SUSTAVE DALJINSKOG OČITANJA BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU ELEKTROSLAVONIJE OSIJEK

### SAŽETAK

Na prijelazu 20. u 21. stoljeće pojavljuju se na tržištu prva potpuno elektronička brojila za mjerenje isporučene električne energije. Nova tehnologija mjerenja omogućuje brojilima uspostavu sve naprednijih funkcija. U početku su osnovne funkcije bile pamćenje obračunskih perioda, lokalno pojedinačno očitavanje i parametriranje optičkim sondama. Zatim su dodane mogućnosti lokalnog umrežavanja u svrhu koncentriranog očitavanja putem ručnih terminala. Danas su to već „pametna brojila“ koja omogućuju punu automatizaciju mreže.

Mnoštvo je protokola i fizičkih sučelja koja omogućuju daljinsko upravljanje putem dvosmjerne komunikacije s brojilima. Referat daje osvrt na primjenjene sustave daljinskog upravljanja brojilima električne energije u Elektroslavoniji Osijek. Budući su novi Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom propisali rok od 15 godina za potpuni prelazak na daljinsko očitavanje brojila, korisno je iznijeti prednosti i mane postojećih tehnologija iz prakse te dati smjernice za skorbu budućnost.

**Ključne riječi:** pametna brojila, daljinsko očitavanje brojila, razvoj, iskustva, rokovi

## APPLICATION OF SMART METER TECHNOLOGY IN ELEKTROSLAVONIJA OSIJEK

### SUMMARY

Transitioning from 20th to the 21st century, completely new electronic electricity meters appear on the market. This new measurement technology allows the meters more advanced functions. Originally, the main functions were memorising accounting periods, local meter reading and parametrization by optical interface. Later added features of local networking in purpose of concentrated reading consumption via handheld terminals. Today, these are „smart meters“ which allow full network automatization.

There are numerous protocols and physical interfaces providing remote control via two-way communication. The report gives review of applied AMR systems used in Elektroslavonija Osijek. Since the new General rules of network usage and electricity supply issued a deadline of 15 years for complete transition to remote electricity meter reading, it's helpful to lay out the pros and cons of existing practice equipment and give guidelines for the near future.

**Key words:** smart meters, remote meter reading, development, experience, deadline

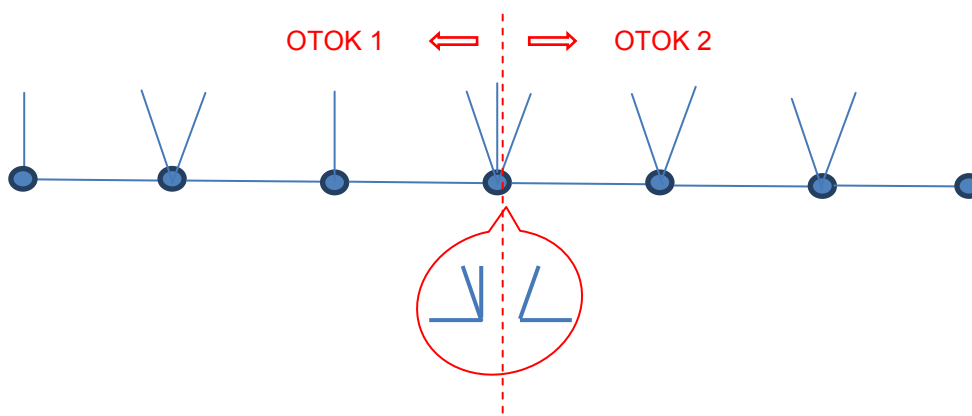
## 1. UVOD

Krajem 90-tih godina prošlog stoljeća, Elektroslavonija Osijek kreće u obnovu zračne niskonaponske mreže u selima u okolici Osijeka. U isto vrijeme, na tržištu se pojavljuju prva elektronička brojila s mogućnošću umrežavanja u svrhu lokalnog koncentriranog očitavanja brojila. Potaknuti sredstvima za Obnovu i razvoj kreće se u pilot projekt ugradnje prvih naprednih mjerenja u kućanstvima u naselju Antunovac.

## 2. KUĆANSTVO S EURIDIS KOMUNIKACIJOM

### 2.1. Zračna komunikacijska EURIDIS mreža

Istovremeno s prelaskom na SKS zračne NN mreže na betonskim stupovima, kreće se s postavljanjem četverožične komunikacijske mreže u svrhu koncentriranog očitavanja brojila. Odabrana su brojila domaćeg proizvođača s integriranim EURIDIS protokolom za koncentrirano očitavanje. Odabran je samonosivi TK četverožilni oklopljen kabel za izvođenje komunikacijske mreže. Mreža je zasebno zavješena na stupovima putem dodatnog ovjesnog pribora na udaljenosti od cca 70 cm ispod energetskog SKS kabla. Na svakom ABS stupu montirana je razvodna TK kutija u kojoj je uz pomoć TK regleta spojen komunikacijski priključak za kupce. Topologija mreže je na slici u prilogu. Ne čekajući rezultate pilot projekta, kreće se u daljnju primjenu istog sustava u Ernestinovu, Laslovu, Tenji, Sarvašu Aljmašu, Erdutu i Bilju.



Slika 1. Topologija zračne EURIDIS mreže

U međuvremenu je u svim naseljima sa takvim sustavom očitavanja došlo do velikih problema:

- Radi nedovoljnog iskustva s novom tehnologijom, komunikacijska mreža nije bila dobro konfigurirana
- Naknadna prekonfiguracija mreže uz međusobno spajanje plašteva kabela s uzemljenjem obavezno samo na jednom kraju
- Više PK 100 sabirnica spojenih na isti „očitački otok“
- Metodom pokušaja i pogreške ispitivan utjecaj dužine komunikacijske mreže po jednom očitavskom otoku na uspješnost očitavanja
- Osjetljivost komunikacijskog sustava na prenapone izazvane atmosferskim pražnjenjima iako su plaštevi kabela povezani i uzemljeni.
- Komunikacijska mreža bez odvodnika prenapona

- Energetska NN zračna mreža bez odvodnika prenapona – moguće preslikavanje na komunikacijsku mrežu
- Promjena vrste regleta u razvodnim kutijama na stupovima – loši kontakti prve verzije
- Osjetljivost brojila na prenapone u komunikacijskoj mreži jer u brojlama nema štice na komunikacijskom priključku
- Pokušaj kompenzacije utjecaja prenapona dodatnim spajanjem varistora na ulaz komunikacije u brojilo
- Negativan utjecaj parazitnog kapaciteta varistora na impedanciju komunikacijske mreže
- Naknadni energetski priključak pojedinačnih kupaca bez komunikacijskog priključka do brojila u naseljima s instaliranim daljinskim očitanjem
- Sporadična zamjena brojila elektromehaničkim umjesto elektroničkog s EURIDIS komunikacijom
- Greške u podacima o tvorničkim ključevima brojila
- Radi prilagođavanja regleta 2-polnom sabirničkom sustavu višestruko povećan prijelazni otpor na svakom stupu
- Oksidacija kontakata regleta uz stvaranje gnijezda kukaca u unutrašnjosti razvodne kutije
- Prometne nezgode s rušenjem stupova na kojima je i komunikacijski vod
- Nema planskog redovnog internog održavanja komunikacijske mreže
- Prevelik protok vremenskog intervala od štetnog događaja do sanacije kvara
- Opetovano popravljivanje istog područja
- Premali napon vrh-vrh nosećeg 50 kHz signala iz brojila (manji od 1,5V) dok se istodobno nekoliko puta jači napon dobije iz PK 100 sabirnice putem magnetske sonde napojene baterijom u ručnom terminalu – standard
- Zamjena svih brojila prve generacije novijim EURIDIS brojlama u Ernestinovu. Rezultat puno bolji nego Antunovac ali Ernestinovo ima manje atmosferskih pražnjenja i dvostruko je manje od Antunovca.
- Komunikatori u KPMO-ima iza zaključane ograde.
- Otkaz komunikatora – napajanje
- Preparametriranje komunikatora na mjestu ugradnje
- Zamjena komunikatora novijim (3 generacije: SMS, GSM prva verzija, GSM druga verzija, GPRS)
- Odvojene baze daljinskog očitavanja od Billinga – dvostruko i trostruko prepisivanje – mogućnost pogreške
- Lokalna baza očitavanja RIZ AMR sustav vezan uz jedan PC
- SEP2W neprilagođen za testiranje – rad sa dvije baze
- Nedovršetak svih novih komunikacijskih mreža i predaja održavanju
- Nedovoljan nadzor nad vanjskim izvođačima pri novim priključenjima kupaca

## 2.2. Podzemna kabelska EURIDIS mreža

Nakon 15 godina se odustaje od širenja zračne komunikacijske EURIDIS mreže i počinje se s izgradnjom kabelske mreže. Uz energetske NN kabele polaže se komunikacijski četverožilni kabel.

Ponovno se pojavljuju problemi:

- Nezavršeni naručeni radovi ili nedefinirani radovi na komunikacijskoj mreži
- Nadzor nad vanjskim izvođačima nedovoljan

- Naknadnim intervencijama radnika ODS-a potrebno je ponovno uložiti prevelik broj radnih sati za pravilno spajanje i konfiguraciju mreže
- Redovno neobilježeni komunikacijski vodovi u samostojećim razvodnim ormarima
- Nepravilno spojeni komunikacijski vodiči
- Prekidi komunikacijskog kabela nakon polaganja – očito bez naknadnog ispitivanja
- Spajanje komunikacijskih vodova na brojila koja nisu predviđena za EURIDIS komunikaciju
- Dvije komunikacijske sabirnice na istom očitачkom otoku
- Prstenasta konfiguracija mreže što nije dopušteno



Slika 2. Nepravilna konfiguracija podzemne komunikacijske mreže

- Razvodni samostojeći ormari neprilagođeni ugradnji komunikacijske sabirnice i komunikatora
- Nedostatak pijeska u samostojećim ormarima – kondenzacija u unutrašnjosti
- Naknadni česti prekidi komunikacijskog voda mehanički nezaštićenog
- Teško za saznati naknadno gdje je lokacija kvara radi protoka previše vremena od kvara do saznanja o kvaru. Kupci ne osjete odmah nedostatak usluge te se ne javi na vrijeme, isto i kod izvođača radova drugih javnih usluga (voda, plin, kanalizacija, ceste)
- Nedefinirana impedancija mreže unutar očitачkog otoka
- Problem mjerenja impedancije na 50 kHz, nema uređaja za tu frekvenciju (10 kHz pa 100 kHz)

### 2.3. Zgrade zajedničkog stanovanja s EURIDIS-om

Prilikom stambene novogradnje također se koristila se prilika za umrežavanje brojila. Najviše novih zgrada u Elektroslovaniji Osijek izgrađeno je na području grada Osijeka. Brojila su smještena u katne razdjelnice ili u prizemlju stambene zgrade. Takav smještaj je omogućio jeftin način umrežavanja. Komunikaciju s brojilima potrebno je spojiti samo unutar mjernog ormara ili povući samo jednu „komunikacijsku vertikalu“ između mjernih ormara na katovima. Korištenje EURIDIS-a u stambenim zgradama pokazalo se kao pun pogodak:

- Nema prenapona
- Nema prekida komunikacijskih vodova
- Mala dužina komunikacijske mreže po očitачkom otoku
- Velika koncentracija brojila u očitачkom otoku
- Gotovo neprepoznatljivi troškovi ugradnje tehnologije
- Naknadni radovi brzo izvedivi
- Lako otkrivanje kvara
- Pouzdano

Jedini lako otklonjivi nedostatak koji vrijedi za sve navedene topologije mreže: ormarić u kojem je smješten komunikator ne smije biti metalni radi jačeg gps/gprs signala.

### 2.4. Uspješnost očitavanja u ovisnosti o topologiji mreže

Analizirajući pouzdanost daljinske komunikacije s brojilima putem EURIDIS komunikacije dolazimo do slijedećih podataka

:

Tablica 1. Pouzdanost EURIDIS komunikacije u ovisnosti o mjestu primjene

Zračna NN mreža	60%
Kabelska mreža	75%
Stambene zgrade	99%

Tablica 2. Prosječna iskoristivost komunikatora s 2 EURIDIS sabirnice

Zračna NN mreža u ravničarskom selu	25 brojila
Kabelska gradska mreža	40 brojila
Stambene zgrade	200 brojila

### 3. PODUZETNIŠTVO NA GSM/GPRS KOMUNIKACIJI

Kupci preko 30 kW i svi proizvođači su 100 % opremljeni daljinskim očitanjem tehnologijom GSM/GPRS komunikacijom po principu jedno brojilo na jedan komunikator. Naravno da ima i izuzetaka gdje se par brojila smještenih u isti mjerni ormar mogu u poduzetništvu očitati jednim komunikatorom uz pomoć RS485 sučelja.

Naravno da sve nije teklo glatko, utrošilo se nebrojeno sati za održavanje sustava očitavanja. Od svakomjesečnog obilaska mjernih mjesta do održavanja hardware i software-a vezanih uz AMR servere. Izmjene komunikatora, GSM kartica, podizanja komunikatora nakon promjena postavki na baznim postajama isporučitelja TK usluga, promjena kartica i komunikatora prilikom prelaska na GPRS itd, itd. Većinu toga se radi stihijski s malim brojem radnika koji su u principu svi entuzijasti. Danas imamo kakav takav sustav u poduzetništvu s izdanim EES preko 30 kW.

Od brojila s GSM/GPRS komunikacijom, do danas su se u primjeni najbolje pokazala brojila s integriranim GSM/GPRS modulom i isklonikom, tzv. upravljana brojila. Sa tom vrstom brojila nije bilo problema pri korištenju. Jednostavna su za ugradnju, ne zahtijevaju dodatni prostor u mjernim ormarima. Komunikacija ima radi savršeno. Ugrađeni sklopnik omogućuje puni nadzor i kontrolu mjernih mjesta kupaca na mjernim mjestima u direktnom spoju (konstanta energije=1). Zbog toga su „omiljena“ u Elektroslavoniji Osijek. Najbolje su tehničko sredstvo za poboljšanje naplate za isporučenu električnu energiju kod kupaca koji ne podmiruju svoje financijske obaveze na vrijeme. Ugrađeni sklopnik omogućuje jednostavnu kontrolu i ograničenje priključne snage prema izdanim elektroenergetskim suglasnostima.

### 4. DVOSTRUKI PRIORITETI

Prvo kupci na SN, potom kupci sa izdanim EES preko 30 kW na NN, tako se izjasnio HEP ODS. Paralelno tomu, distribucijska područja su, ovisno o mogućnostima, sama financirala uvođenje daljinskog očitavanja kod kupaca kategorije kućanstvo bez podrške HEP ODS-a koji tu praksu nije sprječavao ali ni pružao logističku potporu..

U međuvremenu se uspjelo sistematizirati vrste brojila, prvenstveno prema kategorijama potrošnje i komunikacijskim kanalima i protokolima. Nakon toga je centralizirana nabava brojila i komunikatora. Budući kućanstvo nije u Hep ODS-u bilo predviđeno za daljinsko očitavanje, distributivna područja su godinama ograničena samo na EURIDIS komunikaciju. Nije bilo moguće samostalno sa

nivoa DP-a isprobati druge novije tehnologije daljinskog očitavanja u kućanstvu. Pet ili više godina nije se dobilo zeleno svjetlo za provođenje pilot projekata daljinskog očitavanja brojila sa nivoa HEP ODS-a bez čije dozvole je nemoguće nabaviti opremu za projekte radi centralizirane nabave.

#### **4. GDJE SMO ?**

HERA je novim Općim uvjetima za opskrbu i korištenje mreže, u primjeni od 1.10.2015. propisala rok od 15 godina za prelazak svih kupaca na daljinsko očitavanje. Do 1.10.2018. godine je rok za donošenje strategije i plana opremanja mjernih mjesta koja nisu na daljinskom očitavanju. Najizglednije će se u poduzetništvu nastaviti s jedan na jedan sustavom koristeći TK pružatelje usluga. No što ćemo s kućanstvima?. Koji sustav odabrati?

EURIDIS se pokazao dobar samo u višekratnim stambenim objektima za što je prvotno i zamišljen

. PLC nismo testirali, osim nešto sitno prije 12 godina. Taj sitni od prije 12 godina je radio 5 godina i onda masovni kvarovi. Ako izaberemo PLC riskiramo probleme s pouzdanošću očitavanja radi tehnologije koja je jako osjetljiva na onečišćenost harmonicima uslijed energetske elektronike koja je u širokoj primjeni (punjači elektroničkih uređaja – čoperi).

Iza PLC-a opet moramo nekim TK kanalom doći do AMR sustava. Ako idemo masovno jedan na jedan u kućanstvima putem GPRS-a,EDGE-a, UMTS-a ili novijim mobilnim mrežama, plaćamo i brojila s komunikatorom i mjesečne pristojbe po svakom brojilu. Ovisni smo o TK operateru koji je samostalan, čije tehnologije eksponencijalno napreduju, fokus im je na pružanju dodatnih i boljih usluga svojim kupcima. Naše potrebe s današnjeg stajališta se baziraju na njima zastarjelim tehnologijama. Distribucija je njima „tehnološki kamen“ koji moraju vući godinama retrogradno. A opet, interes im je biti vlasnik TK infrastrukture koju smo prisiljeni koristiti.

#### **5. ZAKLJUČAK**

Najbolje bi bilo biti vlasnik brojila, TK kanala i AMR sustava. Tada si svoj na svome. To bi značilo izgraditi paralelno svoju TK mrežu kojom ćemo mi upravljati, mi ju održavati, nadograđivati i modernizirati. Ni tada nije sve krasno jer se povećavaju naše obaveze ali budućnost nas gura u smjeru informatike i telekomunikacija u direktnoj sprezi s energetikom. Trebalo bi za sve ove opcije naći ekonomsku opravdanost uzimajući pri tome u obzir da ono što se ugrađuje 15 godina je već zastarjelo u trenutku završetka ugradnje. Stoga nema druge nego novije tehnologije kontinuirano i brzo prihvaćati iako ćemo to platiti. Ako se tako ne ponašamo, neće nas biti.

Jedan se zaključak nameće: Mora se odabrati tehnologija kojoj se predviđa najduža budućnost i koja nije starija od 2 godine. Tehnologija se mora brzo primjenjivati. Treba misliti i na minimalno vrijeme nakon kojeg se može početi koristiti oprema koja je u „roll outu“. Recimo idemo na PLC brojila. Ispada da prvo moramo ugraditi PLC koncentrator koji su skupi da bi po ugradnji brojila njih mogli odmah očitavati. Moraju se ugrađivati po područjima NN TS-a a istovremeno nas postojeći zakon tjera na ovjeru starih brojila koja nisu koncentrirana na području te iste NN TS. Znači tjera nas se tada na angažiranje vanjskih izvođača što nije dobro.

Ako bi išli jedan na jedan, tehnologija je odmah u upotrebi te ako krenemo odmah, veliku većinu možemo sami odraditi s postojećom organizacijom HEP ODS-a.

#### **6. LITERATURA**

[1] Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom, NN 85/2015.