

Antonio Krajinović
HEP ODS d.o.o. – Elektroslavonija Osijek
Služba za mjerenje i podršku tržištu
Odjel za upravljanje mjernim uređajima
Antonio.Krajinovic@hep.hr

Tvrtko Cvetanić
HEP ODS d.o.o. – Elektroslavonija Osijek
Služba za mjerenje i podršku tržištu
Odjel za upravljanje mjernim podacima
Tvrtko.Cvetanic@hep.hr

Tomislav Tutunović
HEP ODS d.o.o. – Elektroslavonija Osijek
Služba za mjerenje i podršku tržištu
Odjel za upravljanje mjernim uređajima
Tomislav.Tutunovic@hep.hr

UGRADNJA NAPREDNE MJERNE INFRASTRUKTURE U ELEKTROSLAVONJI OSIJEK

SAŽETAK

U ovom radu razmotrit će se ključna važnost implementacije naprednih mjernih sustava za mjerenje električne energije, kao i njihov utjecaj na svakodnevnicu krajnjih korisnika te na distribucijske operacije. Kako bi napredni sustavi mjerenja funkcionirali nesmetano i u skladu s najvišim standardima, potrebno je osigurati instalaciju pametnih brojila kod krajnjih korisnika (PLC-G3 i LTE brojila), ugraditi koncentratore podataka ili brojila za sumarno mjerenje u transformatorske stanice (TS) 10/0,4 kV te implementirati kompatibilan softverski sustav za prikupljanje i analizu podataka. Na području Elektroslavonije (ESO) trenutno imamo oko 160.000 kupaca, za koje je do 2029. godine potrebno osigurati instalaciju pametnih brojila. Do sada je instalirano nešto više od 49.000 naprednih brojila, a planira se godišnja zamjena približno 25.000 brojila kako bi se postigao željeni cilj. Uvođenjem napredne mjerne infrastrukture, omogućava se preciznije praćenje potrošnje električne energije, brže otkrivanje nepravilnosti i krađa energije, kao i značajna racionalizacija poslovnih procesa unutar HEP-a. Implementacija naprednih mjerila doprinosi optimizaciji rada elektrodistribucijskog sustava, smanjenju gubitaka i omogućava bolju integraciju obnovljivih izvora energije, čime se stvara osnovica za daljnji razvoj održivih energetske rješenja.

Ključne riječi: PLC, G3, Pametna brojila, Napredni mjerni sustav, koncentrator podataka, LTE

INSTALLATION OF ADVANCED MEASUREMENT INFRASTRUCTURE IN ELEKTROSLAVONJA OSIJEK

SUMMARY

This paper will discuss the key importance of implementing advanced metering systems for measuring electrical energy, as well as their impact on the daily lives of end users and distribution operations. In order for advanced metering systems to function seamlessly and in compliance with the highest standards, it is necessary to ensure the installation of smart meters at end-user locations (PLC-G3 and LTE meters), the installation of data concentrators or summary metering devices at 10/0.4 kV substations, and the implementation of a compatible software system for data collection and analysis. In the Elektroslavonia (ESO) area, there are currently around 160.000 customers, for whom the installation of smart meters must be ensured by 2029. To date, more than 49,000 advanced meters have been installed, and an annual replacement of approximately 25.000 meters is planned to achieve the desired goal. The introduction of advanced metering infrastructure enables more precise monitoring of electricity consumption, faster detection of irregularities and energy theft, as well as significant rationalization of business processes within HEP. The implementation of advanced metering contributes to the optimization of the electricity distribution system's operations, reduction of losses, and enables better integration of renewable energy sources, thereby creating a foundation for the further development of sustainable energy solutions.

Key words: PLC, G3, Smart meters, Advanced metering system, data concentrator, LTE

1. UVOD

Stalnim napretkom tehnologije dolazi do sve veće potrebe električne energije, a samim time i sve veće potrošnje iste. Kako rastu potrebe za el. Energijom tako rastu i potrebe za stalnim napretkom elektroenergetskog sustava. Uvođenjem napredne mjerne infrastrukture postićemo preciznije mjerenje potrošnje energije jer nam napredna brojila pružaju više informacija od konvencionalnih brojila prenoseći i primajući podatke elektroničkom komunikacijom. Cilj je do 2029. na području Elektroslavonije zamijeniti sva konvencionalna brojila novim naprednim brojilima. Tako bi se oko 160.000 kućanstava koristilo novim naprednim brojilima. Do sada je odrađeno više od 49.000 izmjena brojila. Kako bi realizirali isti cilj potrebno nam je odraditi oko 25000 izmjena brojila godišnje.

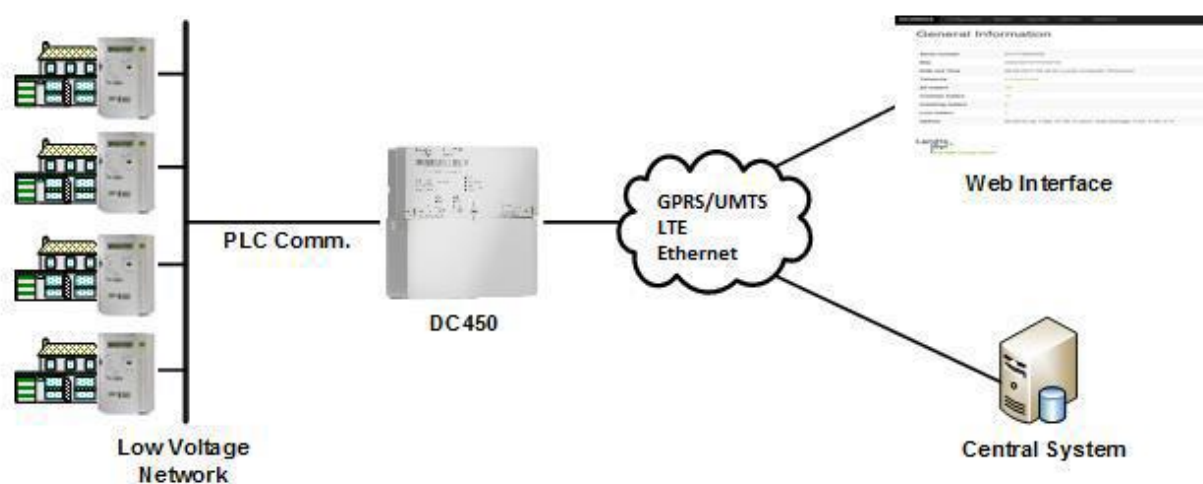
		ESO
KUĆANSTVO	BROJ OMM	144.938
	DALJINCI	35.157
	POSTOTAK %	24,3%
PODUZETNIŠTVO	BROJ OMM	14.759
	DALJINCI	14.392
	POSTOTAK %	97,5%
UKUPNO	BROJ OMM	159.697
	DALJINCI	49.549
	POSTOTAK %	31,0%

Tablica 1. Plan i realizacija ugradnje naprednih brojila u ESO

2. TEHNOLOGIJE NAPREDNE MJERNE INFRASTRUKTURE

2.1. PLC G3 tehnologija

PLC G3 (Power Line Communication G3) tehnologija koristi postojeću niskonaponsku mrežu za prijenos podataka između brojila i koncentratora, što omogućuje učinkovito i pouzdano daljinsko očitavanje potrošnje električne energije. PLC G3 brojila su napredna brojila koja koriste *Power Line Communication* (PLC) tehnologiju za prijenos podataka putem električne mreže. G3 oznaka odnosi se na standard komunikacije koji omogućava učinkovitu razmjenu podataka između brojila i sustava za daljinsko očitavanje. Ovaj tip brojila omogućava dvostrani prijenos podataka, što znači da ne samo da šalje informacije o potrošnji električne energije, već također može primiti podatke i upute od distribuiranih sustava.[1]



Slika 1. Blok shema PLC komunikacije [1]

Glavne karakteristike i prednosti G3 PLC tehnologije

Glavne karakteristike i prednosti G3 PLC tehnologije u elektrodistribuciji bile bi sljedeće:

1. **Komunikacija putem elektroenergetske mreže:** G3 PLC omogućava prijenos podataka koristeći postojeću niskonaponsku mrežu, što smanjuje potrebu za dodatnom infrastrukturom poput bežičnih mreža.
2. **Daljinsko očitavanje brojila:** G3 PLC omogućava daljinsko očitavanje brojila bez potrebe za fizičkim dolaskom na lokaciju, što smanjuje troškove i povećava efikasnost očitavanja.
3. **Veća pouzdanost i sigurnost:** Ova tehnologija koristi frekvencijski spektar koji omogućava stabilan prijenos podataka čak i u uvjetima interferencija i smetnji u električnoj mreži.
4. **Brza implementacija:** G3 PLC koristi postojeću infrastrukturu elektrodistribucije, čime je brža i jeftinija implementacija u odnosu na druge tehnologije.
5. **Podrška za napredne funkcionalnosti:** Ova tehnologija podržava napredne funkcije kao što su prediktivno održavanje, praćenje napona, praćenje opterećenja, i omogućava bolje upravljanje distribucijskom mrežom, kupcima se daje mogućnost pristupa mjernim podacima.

Uloga u elektrodistribuciji:

U elektrodistribuciji, G3 PLC tehnologija omogućava:

- **Automatsko očitavanje brojila:** Električna brojila postavljena na korisničke lokacije mogu automatski slati podatke na centralni sustav, čime se smanjuje potreba za ručnim očitavanjem.
- **Optimizacija distribucije:** S obzirom na stalni protok podataka, elektrodistribucijska poduzeća mogu brzo reagirati na nepravilnosti i optimizirati raspodjelu energije.
- **Upravljanje potrošnjom energije:** Pružanje korisnicima podataka u stvarnom vremenu o njihovoj potrošnji omogućava bolje upravljanje potrošnjom, što može dovesti do ušteda energije.

2.2 LTE Tehnologija

LTE (Long Term Evolution) je standard bežične komunikacije koji je dio **4G mobilne mreže**. Glavne karakteristike LTE:

- **Brzina prijenosa:** do 100 Mbps (downlink) i 50 Mbps (uplink)
- **Latencija:** niska (oko 10 ms), što omogućava komunikaciju u gotovo realnom vremenu
- **Stabilnost:** pouzdana veza čak i u uvjetima lošijeg signala
- **M2M (Machine to Machine)** podrška – idealna za pametne uređaje, uključujući brojila

LTE je jedan od glavnih komunikacijskih protokola u naprednim sustavima za upravljanje energijom (Smart Grid).

Funkcije koje LTE omogućava:

- Daljinsko očitavanje potrošnje (real-time, dnevno, periodično)
- Upravljanje brojilima na daljinu (isključenje/uključenje)
- Detekcija kvarova, preopterećenja, neautoriziranih priključaka
- Dvosmjerna komunikacija: Distributer ↔ Brojilo

Komponente:

- **Pametno brojilo sa LTE modulom** (ugrađeni modem, SIM kartica)
- **Mobilna LTE mreža**
- **MDM sistem (Meter Data Management)** – prikuplja i obrađuje podatke
- **E-point / HES sistem** – koristi se za monitoring i kontrolu
- **Aplikacije za korisnike** – web ili mobilni pristup podacima

Komunikacijski protokol:

- TCP/IP preko LTE
- MQTT, DLMS/COSEM, IEC 62056, REST API za prijenos podataka

Prednosti LTE u brojilima

- Velika pokrivenost i dostupnost
- Niska latencija, pogodna za real-time podatke
- Niža potrošnja u usporedbi sa starijim 3G/2G
- Instalacija nezavisna od lokalne infrastrukture
- Visok nivo zaštite podataka

2.3. Uređaji za napredno mjerenje u Elektroslavoniji

Uređaji na koje nailazimo u ESO su pametna brojila, komunikatori (uglavnom na brojilima), koncentratori i brojila za sumarno mjerenje.

2.3.1. Brojila

U Elektroslavoniji koristimo nekoliko vrsta brojila. Za kupce kategorije kućanstvo koristimo PLC G3 brojila prikazana na slikama 2. i 4. Za kupce kategorije poduzetništvo koristimo brojila koja se koriste LTE tehnologijom. Primjer takvog brojila nam je na slici 3.



Slika 2. Monofazno AM550-ED1.11 (komunikator AC150-G3) i trofazno AM550-TD1.12 (komunikator AC150-G3) brojilo [2]



Slika 3. Monofazno Iskra IE.5 ED1 i trofazno TD1 LTE brojilo [2]



Slika 4. Trofazno ZMXi310A PLC G3 brojilo [3]

2.3.2. Koncentratori

Koncentrator nam je uređaj koji prikuplja podatke s više pametnih brojila te ih obrađuje, skladišti i šalje ka centrali. Omogućava nam daljinsku kontrolu i dijagnostiku uređaja na niskonaponskoj mreži.

Koncentratori na koje nailazimo u ESO su sljedeći (Slika 6 i Slika



7):

Slika 5. Landis & Gyr DC 450 S4 G3 [5]



Slika 6. Iskra AC750 [6]

2.3.3. Brojila za sumarno mjerenje

Posljednja vrsta brojila koja smo spomenuli su brojila za sumarno mjerenje (Slika 5.). Ista brojila stavljamo na trafostanice kako bi izmjerila ukupnu potrošnju i pomoglo u praćenju gubitaka u mreži.



Slika 7. Landis & Gyr SMA 405 [5]

3. STRATEGIJA REALIZACIJE PROJEKTA

Kako smo ranije spomenuli, u ESO imamo 159697 OMM. Cilj je do 2029. na svim OMM preći na napredna brojila. Ranije smo mogli vidjeti (u Tablici 1.) da su na OMM kategorije poduzetništvo obavljene izmjene brojila. Od OMM koji nedostaju da realizacija bude na 100% su zapravo OMM koja su isključena. Na slici 8. vidimo koji tipovi brojila idu u rashod (crveno) odnosno koja napredna brojila montiramo (zeleno).

1	ELEKTROMEHANIČKA
2	IEC
3	EURIDIS (stariji)
4	ME420, ME/MT421
5	MT851
6	ZMD4xx (stariji)
7	ZMD32x/ZMD310 (stariji)
8	PLC-SFSK
9	MT831
10	ZMG310
11	MT173
12	EBM108, EBT308
13	AS1440
14	ME/MT372
15	ZMD4xx, SMA4xxx, MT880-T
16	ME/MT382
17	ZMD310
18	MT880-D
19	ZCXi110C, ZMXi310C
20	AM550-A+R
21	ZCXi110A, ZMXi310A
22	AM550-A

Slika 8. Brojila za rashod i napredna brojila [7]

Za postizanje postavljenih ciljeva, nužno je izvršiti do 25.000 izmjena brojila na godišnjoj razini. Djelatnici HEP-a (monteri) bit će odgovorni za obavljanje redovnih izmjena, kao i za zamjenu brojila u slučaju otkrivenih kvarova tijekom kontrola, čime će ispuniti normu redovnih izmjena za tekuću godinu. Paralelno, vanjski izvođači provodit će izmjenu brojila u naseljima, prioritarno u onima koja su već pokrivena koncentradorima i brojilima za sumarno mjerenje, kako bi se smanjili gubici.

Osim izmjena brojila, nužna je i instalacija koncentratora i brojila za sumarno mjerenje na 1.657 trafostanica, kako bi se osigurala pokrivenost svih područja i stvorili uvjeti za daljinsko mjerenje. Do sada je ugrađeno približno 490 koncentratora i 630 brojila za sumarno mjerenje.

4. PROBLEMI NA KOJE NAILAZIMO PRILIKOM REALIZACIJE PROJEKTA

U procesu realizacije velikih infrastrukturnih projekata, prepreke su neizbježan izazov. Slično tome, tijekom implementacije napredne mjerenja infrastrukture suočavamo se s nekoliko ključnih problema. Identificirani izazovi uključuju sljedeće:

- Nedostatak adekvatnih ljudskih resursa unutar organizacije.
- Ograničeni kapaciteti ljudskih resursa kod vanjskih izvođača.
- Nedostatak specifičnih stručnih kompetencija među monterima.
- Softverske poteškoće u integraciji sustava.

5. ZAKLJUČAK

Provođenje napredne mjerne infrastrukture u Elektroslavoniji predstavlja ključan korak ka modernizaciji elektrodistribucijskog sustava, čime se otvara mogućnost za efikasnije upravljanje potrošnjom, smanjenje operativnih troškova i unapređenje usluga prema potrošačima. Implementacija takvog sustava omogućava daljinsko očitavanje i praćenje potrošnje u realnom vremenu, što doprinosi preciznijem obračunu i smanjuje mogućnost grešaka ili manipulacija sa potrošnjom. Ako izazovi koji nas očekuju u implementaciji NMI u Elektroslavoniji budu minimalni, možemo očekivati da će do kraja 2029. svi korisnici biti opremljeni pametnim brojila te svaka trafostanica koncentраторom i brojilom za sumarno mjerenje čime bi se realizacija projekta smatrala uspješnom.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.ho-cired.hr>
- [2] <https://static-eu-data.manualslib.com>
- [4] <https://www.mobipower.co>
- [5] <https://www.landisgyr.eu>
- [6] <https://www.iskraemeco.hr>
- [7] Plan izgradnje napredne mjerne infrastrukture (Danijela Žaja)