

Erika Šehić  
HEP-ODS Elektrodalmacija Split  
[erika.sehic@hep.hr](mailto:erika.sehic@hep.hr)

Ante Kujundžić  
HEP-ODS Elektrodalmacija Split  
[ante.kujundzic@hep.hr](mailto:ante.kujundzic@hep.hr)

Jure Merčep  
HEP-ODS Elektrodalmacija Split  
[jure.mercep@hep.hr](mailto:jure.mercep@hep.hr)

## IZAZOVI U PROVEDBI PILOT PROJEKTA UVOĐENJA NAPREDNIH MREŽA U ELEKTRODALMACIJI SPLIT – NAPREDNA MJERNA INFRASTRUKTURA

### SAŽETAK

HEP ODS provodi pilot projekt uvođenja naprednih mreža, gdje je većina sredstava (85%) osigurana iz fondova EU, a usmjerava se na tri ključna područja: naprednu mjernu infrastrukturu, razvoj i optimizaciju konvencionalne mreže te automatizaciju sredjenaponske mreže. U ovom radu opisan će se proces implementacije napredne mjerne infrastrukture financirane iz ovog projekta u Elektrodalmaciji Split, uz procjenu prednosti i nedostataka ove tehnologije. Pored tehničkih izazova, razmotrit će se i drugi problemi koji su se javljali tokom implementacije, uključujući administrativne formalnosti kroz SAP i uvođenje dodatnog sustava za daljinsko očitavanje. Projekt također uključuje plan za opremanje cijelog otoka Šolte s daljinskom komunikacijom, što podrazumijeva ugradnju PLC tehnologije, naprednih brojila sa LTE modemom i ugradnju kontrolnih brojila u TS SN/NN.

**Ključne riječi:** pilot projekt, PLC, kontrolna brojila, napredna mjerna infrastruktura, AMR

## CHALLENGES IN IMPLEMENTING THE PILOT PROJECT OF INTRODUCING ADVANCED NETWORKS IN ELEKTRODALMACIJA SPLIT - ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE

HEP ODS is implementing a pilot project to introduce advanced networks, most of which (85%) are funded by EU funds, focusing on three key areas: advanced metering infrastructure, development and optimization of conventional networks, and automation of medium-voltage networks. This paper describes the process of implementing advanced metering infrastructure financed by this project at Elektrodalmacija Split, along with an assessment of the advantages and disadvantages of this technology. In addition to technical challenges, other problems that arose during the implementation, including administrative formalities through SAP and the introduction of additional AMR, will be considered. The project also includes a plan to equip the entire island of Solta with remote communication, which involves the installation of PLC technology, advanced meters with LTE modems, and the installation of summary meters in TS SN/NN.

**Keywords:** pilot project, PLC, control meters, advanced metering infrastructure, AMR.

## 1. UVOD

HEP ODS je pokrenuo „Pilot projekt uvođenja naprednih mreža“ koji ima za cilj modernizaciju dijela elektrodistribucijske mreže u Hrvatskoj kroz ulaganje u tri funkcionalna područja: naprednu mjernu infrastrukturu, razvoj i optimizaciju konvencionalne mreže te automatizaciju srednjenaponske mreže. Projekt se provodi u pet distribucijskih područja HEP ODS-a: Elektra Zagreb, Elektroslavonija Osijek, Elektrodalmacija Split, Elektra Zadar i Elektrojug Dubrovnik, a cilj je povećanje učinkovitosti distribucije električne energije, povećanje pouzdanosti napajanja i povećanje broja korisnika s pristupom naprednoj mreži. Ukupna vrijednost projekta iznosi 176,83 milijuna kuna, a 149,95 milijuna kuna (85 posto) osigurana su bespovratnim sredstvima iz Europskog fonda za regionalni razvoj u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. (OPKK), Specifičnog cilja 4d1 [1].

Važno je naglasiti da ovaj projekt ima za cilj unaprijediti distribuciju električne energije kroz primjenu naprednih mreža, što će rezultirati smanjenjem gubitaka u mreži, povećanjem pouzdanosti napajanja te osigurati preduvjete za integraciju distribuiranih izvora. Osim toga, projekt će donijeti financijske koristi kroz smanjenje troškova očitavanja, bolju točnost očitavanja mjernih podataka (nema procjene očitavanja), daljinsko isključenje/uključenje teško dostupnih mjesta, smanjenje troškova isključenja/uključenja, smanjenje gubitaka el. energije (validacija podataka, otkrivanje nelogičnosti u početcima), kontrolu prekoračenja priključne snage, te poboljšanje podrške tržištu električne energije. Socio-ekonomske koristi projekta uključuju smanjenje emisije štetnih tvari, povećanje uloge kupaca u upravljanju potrošnjom te povećanje udjela distribuiranih izvora u proizvodnji električne energije [1].

## 2. NAPREDNA MJERNA INFRASTRUKTURA

Napredna mjerna infrastruktura (AMI) je sustav koji se koristi za prikupljanje podataka o potrošnji energije kod krajnjih korisnika, koristeći napredna brojila. AMI omogućuje dvosmjernu komunikaciju između naprednih brojila i daljinskih sustava za upravljanje potrošnjom, što korisnicima omogućuje bolje razumijevanje i upravljanje svojom potrošnjom energije, a pružateljima usluga omogućuje bolju kontrolu i upravljanje distribucijskom mrežom.

Napredna mjerna infrastruktura donosi niz koristi, među kojima su:

- Smanjenje troškova očitavanja - omogućava automatsko očitavanje potrošnje električne energije, što značajno smanjuje troškove očitavanja i povećava učinkovitost procesa očitavanja.
- Smanjenje troškova isključenja i uključenja - omogućava daljinsko isključenje i uključanje potrošača, što značajno smanjuje troškove i povećava učinkovitost procesa isključenja i uključenja.
- Povećanje naplate daljinskim isključenjem - omogućava efikasnije upravljanje naplatom i smanjuje gubitke zbog neplaćenih računa. Daljinsko isključenje također može pomoći u smanjenju neplaćanja računa.
- Poboljšanje podrške tržištu električne energije - omogućava bolje upravljanje potražnjom i ponudom, čime se poboljšava učinkovitost tržišta električne energije i pomaže u optimizaciji proizvodnje i potrošnje.
- Smanjenje troškova kontaktnog centra za kupce i pritužbi vezanih uz konvencionalna brojila - omogućava učinkovitije rješavanje problema vezanih uz potrošnju električne energije, što smanjuje potrebu za kontaktom s korisnicima i smanjuje pritužbe vezane uz konvencionalna brojila.

- Izbjegavanje troška zasebne ugradnje, održavanja i zamjene limitatora, MTU-a, UKS - uključuje u sebi ugrađene funkcije kao što su limitatori, što omogućuje izbjegavanje troškova zasebne ugradnje, održavanja i zamjene tih uređaja.
- Kontrola snage i dokup snage - omogućava kontrolu snage i dokup snage, što omogućuje potrošačima da optimiziraju svoju potrošnju električne energije i smanje troškove.

## 2.1. Mjerni uređaji

Napredna brojila opremljena su tehnologijom koja omogućuje automatsko očitavanje potrošnje električne energije i slanje podataka u bazu daljinskog sustava za očitavanje i korisnicima. Napredna mjerna infrastruktura omogućuje pružateljima usluga da prikupljaju i analiziraju podatke o potrošnji energije u realnom vremenu, što im omogućuje da bolje planiraju i upravljaju distribucijskom mrežom.

Brojila proizvođača Landys+Gyr i Iskra su najčešći primjeri naprednih brojila koja se koriste za mjerenje potrošnje električne energije u distribucijskoj mreži Elektroprivredne Agencije Hrvatske.



Slika 1. Primjeri PLC brojila u DP Elektroprivredne Agencije Hrvatske

G3-PLC je tehnologija koja se koristi za prijenos podataka preko mreže niskog napona i temelji se na OFDM modulaciji (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), koja omogućuje prijenos podataka preko šireg frekvencijskog raspona sa velikom otpornošću na šum i smetnje. Djeluje u frekvencijskom rasponu od 10 kHz do 490 kHz i koristi postojeću infrastrukturu elektroenergetske mreže za komunikaciju, čime se eliminira potreba za dodatnim žičanim ili komunikacijskim uređajima. G3-PLC koristi nekoliko različitih pojaseva koji se mogu koristiti u različitim zemljama i regijama, ovisno o lokalnim propisima i uvjetima. Neke od uobičajenih frekvencijskih pojaseva prikazani su u tablici 1 [2].

Tablica 1. Frekvencijski pojasevi korišteni u pametnim mrežama

FREKVENCIJSKI POJAS	RASPON	BROJ NOSIOCA
CENELEC-A	35,9 - 90,6 kHz	36
CENELEC-B	98,4 - 121,9 kHz	16
ARIB	154,7 - 403,1 kHz	72
FCC	154,7 - 487,5 kHz	54

Koncentrator podataka namijenjen je za daljinsko očitavanje brojila putem G3 PLC komunikacije. Ovaj uređaj se ugrađuje u trafostanicu, te na taj način putem energetskih vodova G3 PLC komunikacijom kontinuirano vrši prikupljanje podatka sa brojila na tom trafo području, podaci se dalje putem GPRS/UMTS/ LTE mreže prenose u sustav za daljinsko očitavanje odnosno AMR (Automated Meter Reading).



Slika 2. Koncentrator podataka iz EU projekta

## 2.2. Sustav za daljinsko očitavanje

Sustav za daljinsko očitavanje ili AMR (Automatic Meter Reading) je dizajniran za prikupljanje informacija o potrošnji električne energije te primanje podataka putem radio mreže, Ethernet mreže ili naponske distribucijske mreže od koncentratora. AMR donosi značajne prednosti kupcima tako što omogućava veću preciznost očitavanja brojila, manje procijenjenih računa, brzi odgovor na zahtjeve za očitanjem, otkrivanje neovlaštene potrošnje, daljinsko ukapčanje i iskapčanje brojila itd.

Za pilot projekt koriste se dva AMR sustava:

- Landis+Gyr Advance Enterprise
- Iskraemeco SEP2W System

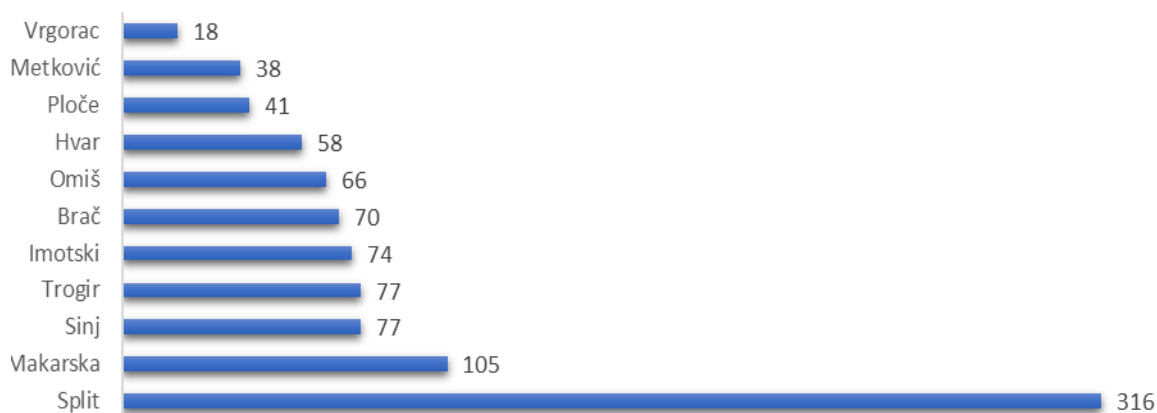
## 3. REALIZACIJA I TRENUTNO STANJE PROJEKTA

Od samog početka ugradnja naprednih brojila kod krajnjih kupaca bila je primarni cilj, jer je nominiran veliki broj obračunskih mjernih mjesta. Ugradnju provode monter i DP Elektrodalmacije Split, a terenske jedinice koje su uključene u ovaj proces su TJ Split, TJ Metković, TJ Ploče, TJ Omiš i TJ Hvar. Ugradnja naprednih brojila kod krajnjih kupaca započela je u veljači 2021. godine i do kraja 2022. ugrađeno je 5.285 od planiranih 5.900 brojila. Preostalih 615 brojila planira se ugraditi u TJ Splitu do ožujka 2023. godine.

### 3.1. Ugradnja mjernih uređaja i koncentratora

Monteri su uspješno obavili ugradnju koncentratora i kontrolnih brojila na lokacijama u Splitu te terenskim jedinicama Metković, Ploče, Omiš i Hvar kao dio EU projekta, u skladu s planiranim rokovima.

Međutim, isporuka krivih količina brojila kategorije poduzetništvo stvorila je problem u fazi nominiranja mjernih mjesta na koja će se ta brojila ugraditi.



Slika 3. Opremljenost trafostanica po TJ sa kontrolnim brojilima na dan 31.12.2022 godine

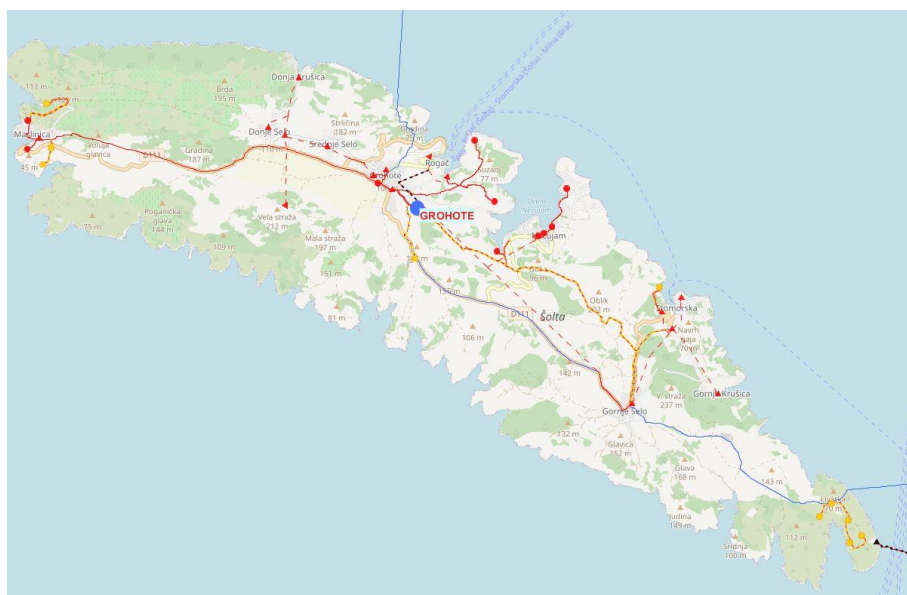
Do kraja 2022. godine, uz pomoć naših izvršitelja, opremljeno je 240 trafostanica sa kontrolnim brojilima. Vanjski izvršitelj je krenuo sa radom u rujnu 2022. godine, te je postignuta dinamika ugradnje od 2 do 3 ekipe dnevno, a svaka ekipa je u prosjeku opremala 5 trafostanica. Stanje opremljenih trafostanica na dan 30.01.2023. godine iznosio je 1005 od 1567 brojila .

### 3.2. Uspješnost daljinskog očitavanja

U tablici 2. prikazana je uspješnost očitavanja PLC brojila iz cijelog EU projekta, a u tablici 3. uspješnost očitavanja za otok Šoltu u mjesecu ožujku. Ugrađena su 23 od 26 planiranih koncentratora. Na trafo području gdje je postotak očitavanja 0% problem je LTE signala ili neuspješne nadogradnje firmwera u koncentratoru.

Tablica 2. Uspješnost očitavanja svih PLC brojila kod krajnjih kupaca iz EU projekta

	-1DAN%	-2DAN%	-3DAN%
UKUPNO	85.15%	86.05%	87.40%



Slika 4. Prikaz mreže otoka Šolte iz GIS-a

Tablica 3. Uspješnost očitavanja PLC brojila na otoku Šolta

-1DAN%	-2DAN%	-3DAN%	UKUPNO_BROJILA
91.82%	91.82%	91.82%	110
100.00%	100.00%	100.00%	4
100.00%	100.00%	100.00%	39
97.30%	97.30%	97.30%	37
66.67%	66.67%	66.67%	54
98.81%	98.81%	98.81%	168
97.79%	98.89%	98.89%	271
100.00%	100.00%	100.00%	11
100.00%	100.00%	100.00%	5
99.35%	99.35%	99.35%	153
0.00%	0.00%	0.00%	2
53.23%	53.23%	53.23%	62
0.00%	0.00%	0.00%	75
100.00%	100.00%	100.00%	35
94.12%	94.12%	94.12%	68
100.00%	100.00%	100.00%	13
94.87%	100.00%	100.00%	78
0.00%	0.00%	0.00%	224
0.00%	0.00%	0.00%	16
100.00%	100.00%	100.00%	68
100.00%	100.00%	100.00%	13
100.00%	100.00%	100.00%	7
84.21%	94.74%	94.74%	19

Opremanje otoka Šolte je bila jedna od glavnih ideja projekta kako bi smanjili troškove očitavanja, te omogućili daljinsko očitavanje na teže dostupnim mjestima kao što su vikend naselja koja su zatvorena tokom zime. Na nekoliko trafostanica pojavili su se problemi u PLC komunikaciji i lošem LTE signalu što je utjecalo i na očitavanje brojlara. Trenutno nemamo dovoljno filtera na raspolaganju, a i zbog dimenzija nisu uvijek adekvatni za ugradnju.

### 3.3. Prednosti i prilike za poboljšanje

Ugradnja pametnih brojila omogućuje smanjenje troškova očitavanja, otkrivanje područja s visokim gubicima energije, bolju integraciju obnovljivih izvora energije i praćenje proizvedene energije. Kontrolna brojila imaju mogućnost otkrivanja prekida u napajanju i s tim omogućuju i brzu reakciju na prekid. Pametna brojila pružaju potrošačima stvarne informacije o njihovoj potrošnji energije, što im omogućuje da donose bolje odluke o potrošnji energije kako bi smanjili svoje račune za energiju.

DP Elektrodalmacija bez brojila iz EU projekta ima ugrađenih oko 27000 PLC brojila, a zajedno sa EU projektom preko 31000 PLC brojila.

Tablica 4. Količina prijavljenih PLC brojila u AMR sustavu bez EU projekta

TJ	Koncentratori	PLC brojila prijavljena na koncentradorima
SPLIT	162	12592
TROGIR	7	706
SINJ	4	305
OMIŠ	17	1625
MAKARSKA	34	2624
METKOVIĆ	40	3499
PLOČE	54	2838
IMOTSKI	4	431
BRAČ	18	879
HVAR	23	1421
VIS	0	0
UKUPNO	363	26920

Uvođenje dodatnog AMR sustava za praćenje ugradnje brojila iz EU projekta stvara problem u praćenju općenito. Potrebno je naglasiti koja brojila su iz EU projekta i kako ih razlikovati od ostalih. Zbog preslušavanja PLC brojila se mogu prijaviti na drugi koncentrator koji nije dio EU projekta, što može dovesti do problema kod prijave u drugi AMR sustav i dupliciranja podataka. Rješenje bi bilo imati jedinstveni AMR sustav koji bi mogao raditi sa svim vrstama tehnologija tj. imati interoperabilan sustav za daljinsko očitavanje.

Dovršetak ugradnje kontrolnih brojila je teško predvidjeti zbog više čimbenika: raspoloživost vanjskog izvršitelja, stanje trafostanica, potrebu za ugradnjom strujnih mjernih transformatora. Postoji i dugotrajni proces provođenja radnih naloga u SAP-u nakon opremanja trafostanica što dodatno usporava postupak ugradnje.

U nekoliko slučajeva u gusto naseljenim sredinama, turističkim zonama, posebno blizu pošte i ugostiteljskih objekata, mjestima gdje ima telekomunikacijske opreme i videonadzora dolazi do smetnji u PLC komunikaciji. Neki od uređaja koji također stvaraju smetnje su frekventni pretvarači (vodene pumpe) i led rasvjeta bez CE oznake. Smetnje se mogu sanirati ugradnjom filtera, ali ih trenutno nemamo dovoljno za pokriti sva područja sa smetnjama. Isto tako je potrebno oformiti bar jednu ekipu ili jednog tehničara po terenskoj jedinici za analize na terenu i otkaljanje smetnji u komunikaciji.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Ovim radom su opisani izazovi i prednosti uvođenja napredne mjerne infrastrukture u Elektrodalmaciji Split. Problemi koji utječu na funkcioniranje napredne mjerne infrastrukture su problemi u PLC komunikaciji, loša pokrivenost GPRS/UMTS/LTE signalom, nedostupnost brojila, problemi s kompatibilnošću i interoperabilnošću između brojila i sustava za daljinsko očitavanje.

Prednosti napredne mjerne infrastrukture su smanjenje troškova očitavanja, otkrivanje područja s visokim gubicima energije, bolja integraciju obnovljivih izvora energije, otkrivanje prekida u napajanju, pružanje stvarnih informacija potrošačima o njihovoj potrošnji energije i omogućavanje boljeg upravljanja potrošnjom energije radi smanjenja računa za energiju.

#### **5. LITERATURA**

- [1] Službena web stranica HEP-a: <https://www.hep.hr/projekti/projekti-iz-eu-fondova/pilot-projekt-uvodjenja-naprednih-mreza/>
- [2] Technical overview of G3-PLC: <https://www.trialog.com/en/technical-overview-of-g3-plc/>