

NAPREDNA MJERNA INFRASTRUKTURA

Ivan Dizdar

SADRŽAJ

- Zakonska regulativa
- Definicija napredne mjerne infrastrukture
- Koristi od uvođenja napredne mjerne infrastrukture
- Opseg pilot projekta
- Odabrana tehnologija i uređaji
- Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja
- Način izračuna gubitaka na NN mreži iz TS 10/0,4kV
- Iskustva pri ugradnji naprednih brojila

Zakonska regulativa:

- obveza ugradnje napredne mjerne infrastrukture definirana je europskim direktivama
- zahtjevi europskih direktiva prema izgradnji naprednih mjernih sustava ugrađeni su u hrvatsko zakonodavstvo kroz:
 - Zakon o energiji (NN 120/2012, čl. 38)
 - Zakon o tržištu električne energije (NN 111/2021)
 - Opće uvjete za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 104/2020, čl. 77)

Definicija napredne mjerne infrastrukture:

- Prema EU direktivi definiran je napredni mjerni sustav:

Napredni (pametni, inteligentni) sustav mjerena znači električni sustav koji može mjeriti potrošnju energije pružajući više informacija od konvencionalnog brojila te prenositi i primati podatke koristeći se nekim oblikom električke komunikacije.

- Preporukom 2012/142/EU Europske komisije i Direktivom o energetskoj učinkovitosti 2012/27/EU donesen je skup minimalnih funkcija naprednog mjernog sustava.

Definicija naprednog mjernog sustava

Minimalni skup funkcija naprednog mjernog sustava:

R. br.	Skupina	Funkcije
1.	Korisnik mreže	<ul style="list-style-type: none"> a. Osigurati očitanja potrošnje izravno za korisnika mreže ili bilo koju treću stranu određenu od strane korisnika mreže b. Očitavati mjerne podatke dovoljno često kako bi se omogućilo njihovo korištenje za postizanje ušteda energije. Osigurati korisniku mreže očitanja povijesnih podataka najmanje u periodima od 15 minuta te pohranu podataka za daljnje analize
2.	Operator mjerjenja	<ul style="list-style-type: none"> c. Omogućiti daljinsko očitavanja mjernih i kontrolnih podataka Osigurati dvosmjernu komunikaciju između naprednog mjernog sustava i vanjske mreže za održavanje i kontrolu mjernog sustava Očitanje treba vršiti dovoljno često kako bi informacije bilo moguće koristiti za planiranje rada mreže
3.	Opskrbljivač	<ul style="list-style-type: none"> Podržavanje naprednih tarifnih sustava, korištenje time-of-use registara, daljinska kontrola tarifa, proslijeđivanje informacija o naprednim tarifnim sustavima direktno do korisnika mreže Omogućavanje daljinskog uključenja i isključenja te ograničavanje vršnog opterećenja
4.	Sigurnost i zaštita podataka	<ul style="list-style-type: none"> Osigurati sigurnu podatkovnu komunikaciju između brojila i operatora mjerjenja, ali i na komunikaciju brojila prema korisniku mreže Sprječavanje i otkrivanje prijevara i neovlaštenog korištenja energije
5.	Distribuirana proizvodnja	Osigurati dvosmjerno mjerjenje radne i jalove energije

Koristi od uvođenja napredne mjerne infrastrukture vidljive odmah po ugradnji:

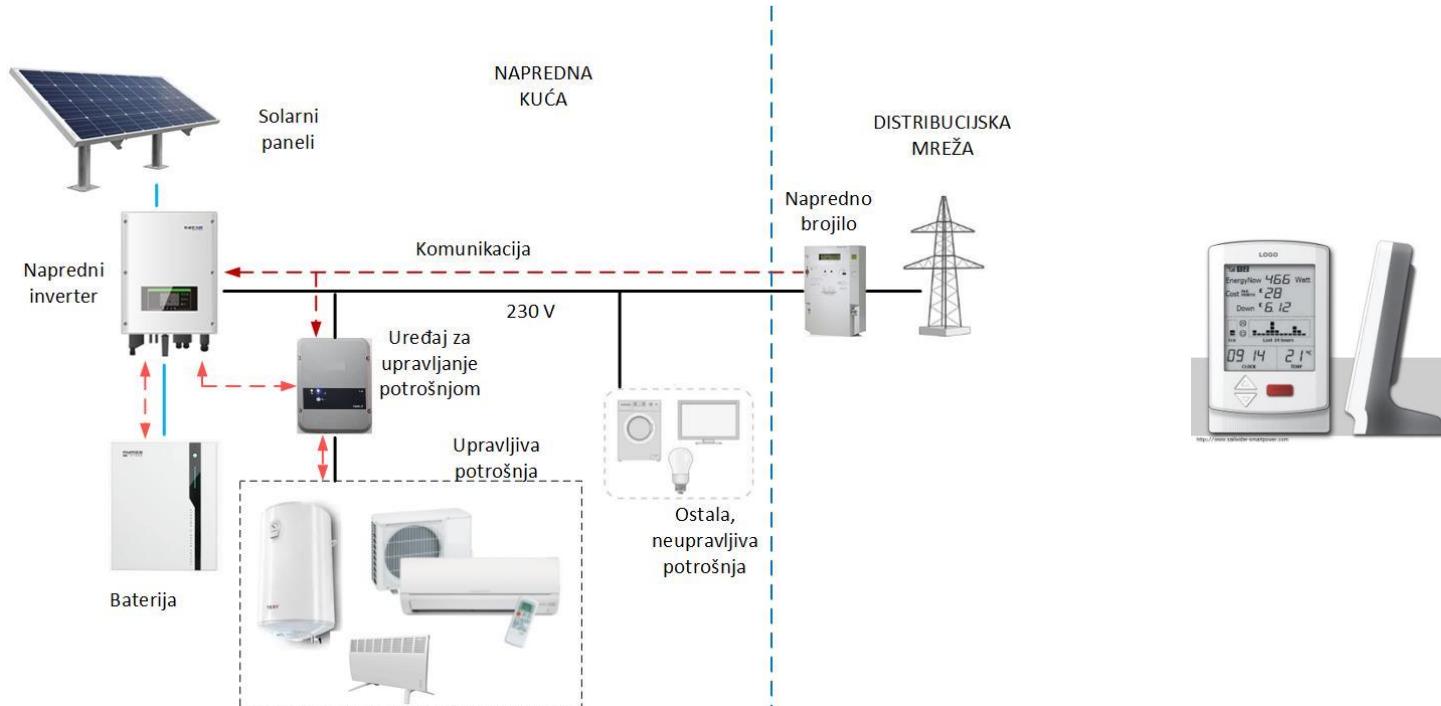
- smanjenje troškova očitavanja
- smanjenje troškova isključenja i uključenja
- povećanje naplate daljinskim isključenjem
- poboljšanje podrške tržištu električne energije
- smanjenje troškova kontaktnog centra za kupce i posljedično smanjenje pritužbi vezanih uz konvencionalna brojila
- izbjegavanje troška zasebne ugradnje, održavanja i zamjene OSO (limitatora), MTU, UKS
- kontrola snage i dokup snage

Očekivane dodatne koristi nakon uvođenja napredne mjerne infrastrukture:

- pomicanje vršnog opterećenja
- povećanje neposredne potrošnje električne energije
- smanjenje tehničkih i netehničkih gubitaka
- povećanje pouzdanosti napajanja
- smanjenje emisije štetnih tvari
- povećanje udjela distribuiranih izvora
- povećanje uloge kupaca u upravljanju potrošnjom

Koristi za korisnika mreže:

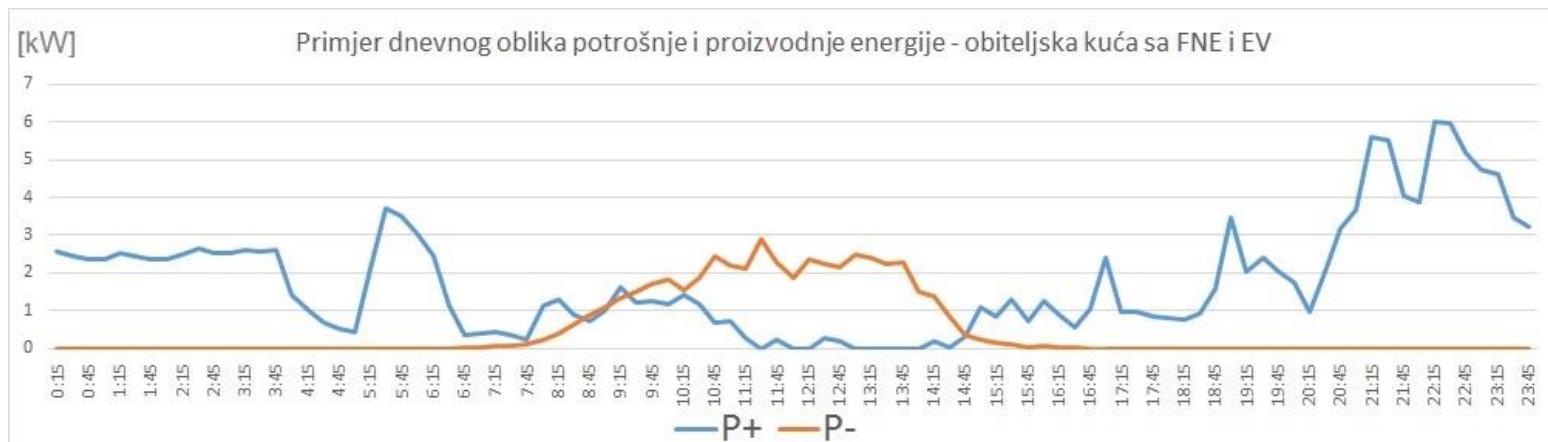
Ugradnjom naprednog brojila korisniku postaje vidljiv njegov način potrošnje i proizvodnje električne energije, što mu otvara mogućnosti upravljanja potrošnjom.



Slika 1. Napredno brojilo u funkciji upravljanja potrošnjom

Koristi za korisnika mreže:

Spajanjem na P1 port ili M-BUS korisnik može pratiti trenutnu potrošnju ili proizvodnju te upravljati uređajima. Korisniku mreže je također dostupna i 15-minutna krivulja potrošnje i proizvodnje.



Slika 2. Prikaz dnevnog dijagrama kupca s vlastitom proizvodnjom

Opseg pilot projekta

- 6125 sumarnih mjerena u trafostanicama 10-20/0,4kV
- 24000 naprednih brojila kod korisnika mreže u tarifnom modelu plavi/bijeli, kućanstvo i poduzetništvo
- 150 PLC-G3 koncentratora
- 150 trafo područja na koje se ugrađuju koncentratori potpuno se opremaju naprednim brojilima

Opseg pilot projekta:

□ Elektra Zagreb

- 3038 sumarnih brojila
- 10014 naprednih brojila kod korisnika mreže
- 41 koncentratora

□ Elektrodalmacija Split

- 1617 sumarnih brojila
- 5835 naprednih brojila kod korisnika mreže
- 47 koncentratora

□ Elektroslavonija Osijek

- 612 sumarnih brojila
- 3138 naprednih brojila kod korisnika mreže
- 24 koncentratora

Opseg pilot projekta:

- ❑ Elektra Zadar
 - 583 sumarnih brojila
 - 2695 naprednih brojila kod korisnika mreže
 - 20 koncentratora
- ❑ Elektrojug Dubrovnik
 - 275 sumarnih brojila
 - 2318 naprednih brojila kod korisnika mreže
 - 18 koncentratora
- ❑ Rok za dovršetak ugradnje brojila je kraj 2022. godine

Odabрана tehnologija i uređaji:

- **Napredno brojilo** – jednofazno ili trofazno elektroničko brojilo koje zadovoljava uvjete zakonskog mjeriteljstva, ima mogućnost dvosmjerne komunikacije te napredne funkcije mjerjenja, nadzora i analize. Brojilo ima izlaze za spajanje uređaja korisnika mreže kojim je omogućeno praćenje potrošnje (P1 port, M-BUS).
- **Sumarno brojilo električne energije za ugradnju u SN/NN transformatorske stanice** – omogućava mjerjenje ukupne potrošnje i proizvodnje energije na NN izlazu trafostanice 10-20/0,4kV prema krajnjim korisnicima mreže. Omogućava mjerjenje 10-min krivulja pogonskih veličina (struje, naponi, faktor snage, THD). Omogućava 5 kontrolnih ulaza kojim se mogu alarmirati događaji prikupljeni sa senzora unutar TS. Brojilo ima knjigu događaja koja omogućava analizu kvalitete napajanja na NN izlazu TS.

Odabrana tehnologija i uređaji :

- PLC koncentrator podataka** – ugrađuje se u transformatorsku stanicu, upravlja i komunicira s naprednim brojilima električne energije putem niskonaponske energetske mreže. Veza prema sustavu automatskog daljinskog očitavanja ostvaruje se primarno putem GPRS ili LTE kanala, a moguće je i putem Etherneta. Odabrana PLC tehnologija je G3-PLC koja je već u upotrebi unutar HEP ODS-a.

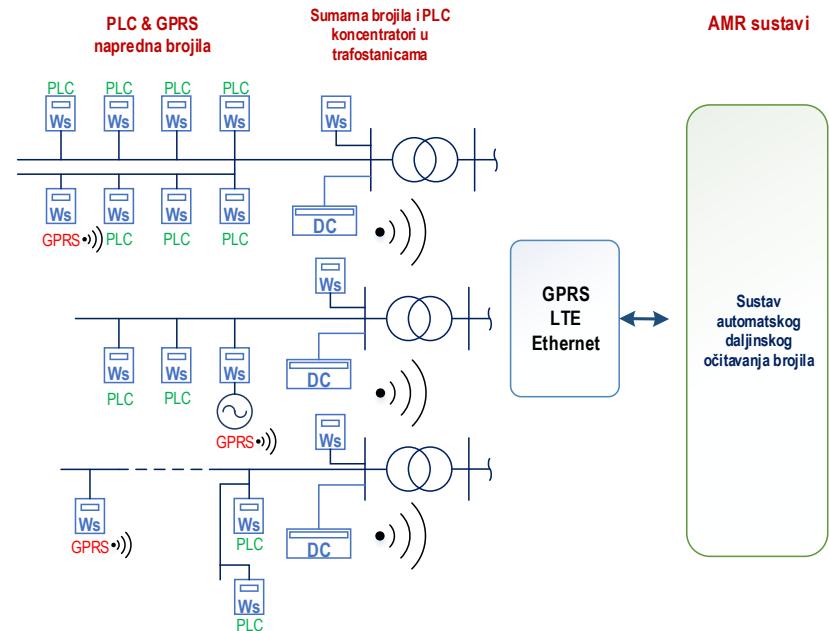
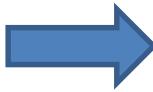
Odabrana tehnologija i uređaji

- **Sustav automatskog daljinskog očitavanja brojila (AMR)** – programski paket, infrastruktura za automatsko daljinsko očitavanje i parametriranje brojila. Mora raditi s GPRS/LTE brojilima (point to point) i PLC-G3 brojilima putem koncentratora podataka.
- Za pilot projekt koriste se dva AMR sustava od ranije u produkcijskom radu unutar HEP ODS-a:
 - Iskraemeco SEP2W System
 - Landis+Gyr Advance Enterprise

Odabrana tehnologija i uređaji

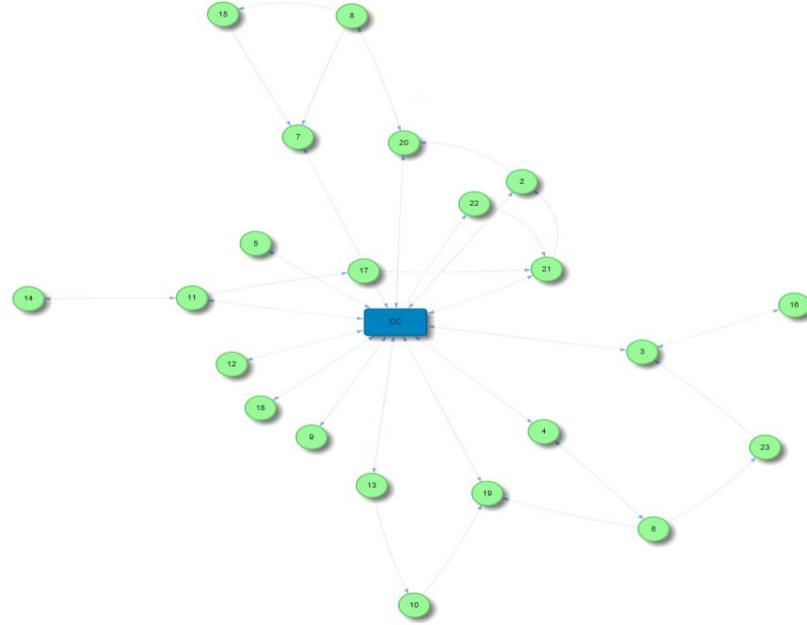
- **Komunikacija naprednih brojila:**
 - G3-PLC 90% brojila
 - GPRS/LTE 10% brojila
- **Komunikacija sumarnih brojila s AMR sustavima:**
 - GPRS/LTE
 - Ethernet – gdje je raspoloživ
- **Komunikacija koncentratora s AMR sustavima:**
 - GPRS/LTE
 - Ethernet – gdje je raspoloživ

Odarana tehnologija i uređaji



Slika 3. Prikaz mreže opremljene naprednom mjernom infrastrukturom

Odabrana tehnologija i uređaji



Slika 4. Topologija PLC-G3 mreže

Koncentrator je centralni uređaj koji upravlja komunikacijom unutar PLC mreže, po predefiniranom rasporedu prikuplja podatke iz brojila koje potom prikuplja AMR sustav. Koncentrator također omogućava akcije na zahtjev kao što su uključenje, isključenje, parametriranje, očitanje.

Isporučena oprema

- Nakon provedenog postupka javne nabave tijekom 2020. godine nabavljeno je ukupno 24000 brojila, i to 13 tipova od dvaju proizvođača te dva tipa koncentratora.
- Sva ugovorena oprema je isporučena do sredine listopada 2021. godine.
- Za sva mjerna mjesta nominirana za zamjenu kroz projekt u SAP-IS-U sustavu otvaraju se radni nalozi za zamjenu brojila.
- Kontrolna, sumarna mjerna mjesta se formiraju u HEP SAP IS-U sustavu te se nakon formiranja mjernog mjesta otvaraju radni nalozi za ugradnju mjernih uređaja i opreme.

Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja

- Svi uređaji isporučeni kroz pilot projekt zaprimljeni su u HEP SAP IS-U sustav i posebno su označeni oznakom pilot projekta kako bi se mogla pratiti njihova ugradnja.

Opis karakteristike	Vrd
DZM šifra brojila	Brojilo transf. dvosmj. kombi
Pilot projekt	U43-2400_20
Vrsta profila	Programabilno
Mogućnost ugradnje proj...	DA

Slika 5. Oznaka pilot projekta na uređaju

Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja

- Distribucijska područja su zadužena za organizaciju zamjene brojila, ugradnju brojila na sumarna mjerna mjesta te nabavu opreme koja nije obuhvaćena isporukom u sklopu pilot projekta kao što su mjerni ormari, mjerni transformatori, mjerni vodovi i ostala oprema.

- Do 1. 12. 2021. ugrađeno je 6280 naprednih brojila ili 24 % od ukupno nabavljenih naprednih brojila.

Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja

Prikaz sumarnog mjernog mesta u SAP-u i ugrađenih uređaja:

Priklučni objekt 6001621806 BIBINJE, PADRELE 91 TS

- Mjesto potrošnje 5002591205 PADRELE 91 TS, BIBINJE
- Instalacija 4002596198 Električna energija, BIBINJE, PADRELE 91 TS TS BIBINJE PADRELE
- Ugovor 01.10.21-**.**.** 3007691466 IS BIBINJE PADRELE - SUM. MJERENJE
- Usluga (nije obr.) 3007701982 Opskrba Električna energija
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 28GD1139683 408063210 SMT NN 1500/5 rupa 82x32 S S-NN
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 28GD1139684 408063210 SMT NN 1500/5 rupa 82x32 S S-NN
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 28GD1139685 408063210 SMT NN 1500/5 rupa 82x32 S S-NN
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 161656875051 430060040 Brojilo multifunkcijsko univ. B07 B07-09
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 156056878046 432030250 Komunikacijski modul LTE K02 K02-06
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 161878078414 432040120 Koncentrator G3-PLC K03 K03-10
- Uredaj 16.11.21-**.**.** 16198015426820 432010070 Komunikacijski modul LTE K02 K02-06

Slika 6. Evidentirani uređaji u SAP sustavu

Prikaži instalaciju: 4002596198

Instalacija	4002596198	Instalacija nije isključena
Sektor	01	Električna energija
Mjesto potrošnje	5002591205	BIBINJE, PADRELE 91 TS TS BIBINJE PAD...
Tekući ugovor	3007691466	TS BIBINJE PADRELE - SUM. MJERENJE
Aktualni pos.partner	4014	ELEKTRA ZADAR / Ulica kralja Zvonimira 8 / 23000 ZADAR

Podaci zavisni o vremenu

Vrijedi od	Vrijedi do	Kl.Obr	Tarif.mod.	Ind.sektor	Su...	PodrTe...	Ugovor o ...	V. Knj
01.10.2021	31.12.9999	POD	E-P-INTOBR					ZD1

Kontrola obračuna/očitanja

Kat. osnovog razdoblja: Prethodno razdoblje Razd.preth.godine

Kontrola očitanja

Razlog blokiranja

Dajanje informacija

Tip inst.	6	Kontrolna MM
Garanc.opskrbe		Deregulacija
Raz.napona	01	Tip usluge EGKD Distribucija

Mjesto isporuke

Mreža	4014	Razina mreže	01	Distribut.	EGRD_00002
Vrijedi od	01.10.2021	Vrm	00:00:00	Vrijedi do	31.12.9999
ID mjesta isp.	385074014000288132			Vrm	23:59:59
Scenarij opskr.	201	Opskrba 2R			

HR Tekst za instalaciju

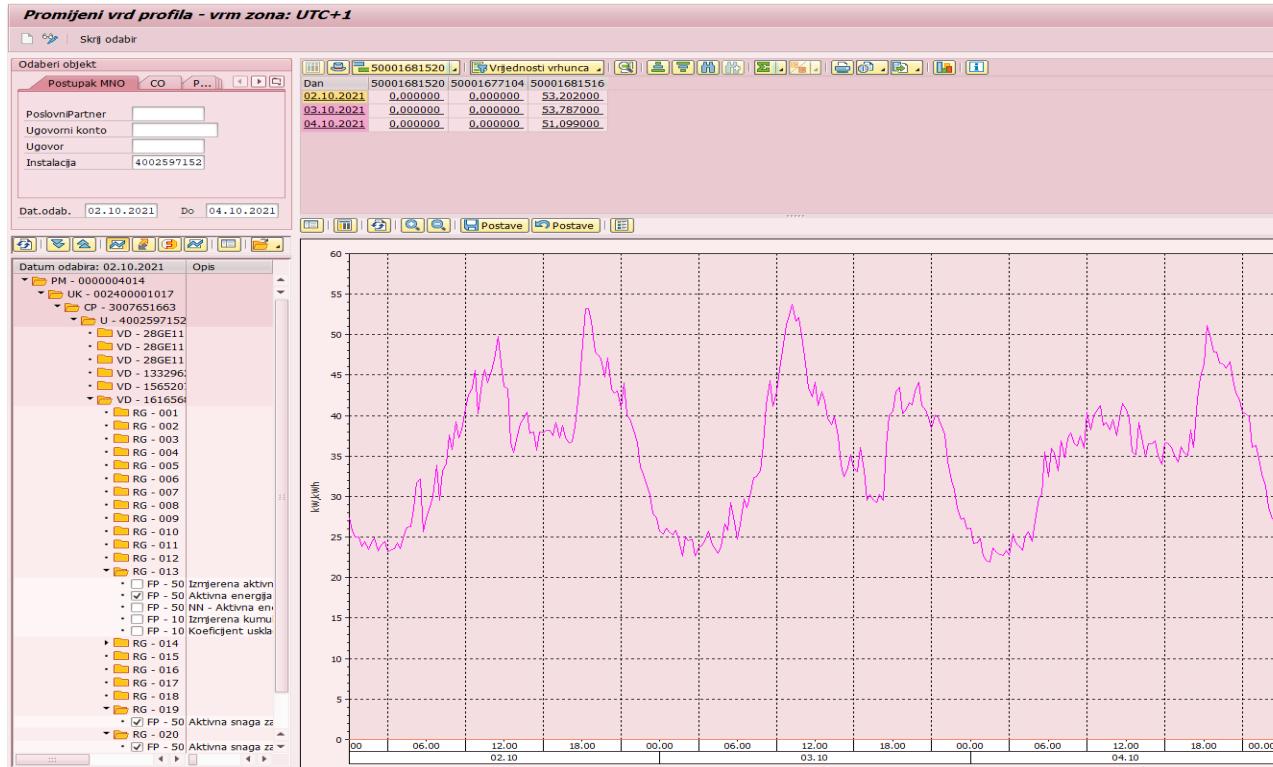
Slika 7. Sumarno mjerno mjesto u SAP sustavu

Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja

- Sumarna mjerna mjesta u sustav se unose kao kontrolna mjerna mjesta. Nemaju opskrbljivača ni tarifni model, a obračun vrši radi izračuna količina električne energije te se koristi za izračun gubitaka

- Krivulja opterećenja sumarnih mjernih mjesta se prenosi iz AMR sustava u SAP sustav za oba smjera energije.

Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja



Slika 8. Krivulja opterećenja sumarnog mjernog mjesto u SAP sustavu

Izvedba projekta i evidencija ugrađenih uređaja



Slika 7. Prikaz opremljenog sumarnog mjernog mjeta u TS

Izračun gubitaka na niskonaponskoh mreži TS

- Trenutačno je na trafostanicama potpuno opremljenim naprednim brojilima moguće dobiti 15-min krivulju gubitaka izvješatajem iz AMR sustava. Krivulja se dobije kao razlika energije iz 15-min krivulje sumarnog brojila i sume energije iz 15-min krivulja svih brojila priključenih na TS.
- Na mjesечноj bazi izvješće o gubitcima bit će dostupno i u SAP IS-U sustavu nakon implementacije u narednoj fazi SAP projekta.
- Budućom implementacijom MDM sustava bit će omogućena detaljna analiza kako gubitaka tako i ostalih pogonskih mjerenih veličina prikupljenih iz sumarnih brojila i naprednih brojila kod krajnjih korisnika mreže.

Iskustva pri ugradnji naprednih brojila

- Kod ugradnje sumarnih brojila potrebno je dobro planiranje. Potreban je prekid napajanja cijele TS radi ugradnje novih strujnih transformatora. U pojedinim TS pojavljuje se i problem manjka prostora za smještaj mjerne opreme.

- Koriste se različiti načini ugradnje opreme. Najčešći je ugradnja mjernog ormara na zid unutar trafostanice i ugradnja novih strujnih mjernih transformatora pored postojećih koji suže za postojeće mjerne terminale. Kod nedostatka prostora npr. kod stupnih trafostanica oprema se ugrađuje u samostojeći ormar neposredno uz trafostanicu.

Iskustva pri ugradnji naprednih brojila

- Kod ugradnje naprednih brojila na mjerna mjesta korisnika mreže pojavljuje se problem nedostupnosti mjernih mjesta u vikend naseljima. U takvim slučajevima šalju se obavijesti korisnicima mreže kako bi omogućili pristup mjernom mjestu.
- Kod PLC-G3 komunikacije pojavljuje se problem smetnji u niskonaponskoj mreži, što je izraženije u gradskim sredinama. Smetnje se lociraju analizatorima CENELEC-A frekvencijskog spektra te uklanjanju ugradnjim filtera.
- Problem u komunikaciji na pojedinim lokacijama predstavljaju i velike udaljenosti između pojedinih brojila kada nije moguća repeticija signala među brojilima. U takvim slučajevima udaljena brojila opremaju se LTE komunikatorima.

HVALA NA PAŽNJI!