

Ivica Hadjina  
HEP ODS d.o.o.  
[ivica.hadjina@hep.hr](mailto:ivica.hadjina@hep.hr)

Marijo Jandrijević  
HEP ODS d.o.o., Elektra Križ  
[marijo.jandrijevic@hep.hr](mailto:marijo.jandrijevic@hep.hr)

## LOKALNI PRISTUP MJERNIM PODATCIMA O POTROŠNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE KORISNIKU MREŽE

### SAŽETAK

Unutar deset temeljnih funkcijskih značajki naprednih brojila zahtijevano je i omogućavanje lokalnog pristupa mjernim podacima o potrošnji električne energije korisniku mreže sa dovoljno čestim vremenskim intervalnim očitanjima kako bi mogao utjecati na upravljanje svojom potrošnjom.

Uz kratak pregled komunikacijskih tehnologija sa kojima bi se moglo ostvariti lokalni pristup podacima korisniku mreže, utvrđeni su specifični slučajevi uporabe u odnosu na smještaj instalacije brojila i udaljenost stambene jedinice korisnika mreže. K tome, prezentirano je trenutno stanje implementacije i odabira tehnologija za lokalni pristup korisniku mreže podacima o potrošnji za svaku članicu EU.

U završnom dijelu rada opisana je početna faza pilot projekta kojom je testirana ova funkcijska značajka naprednih brojila te sljedeće faze projekta.

**Ključne riječi:** napredno brojilo, Wi-Fi, Bluetooth, NB-IoT, LTE-M, odziv potrošnje

## CUSTOMER LOCAL ACCESS TO ELECTRICITY CONSUMPTION METERING DATA

### SUMMARY

Within the ten basic functionalities of smart meters, it is also required to provide customer local access to metering data of electricity consumption at sufficiently frequent interval readings to be able to influence the management of its consumption.

With a brief overview of communication technologies that could provide customer local access to data, specific use cases were identified in relation to the location of the smart meter installation and distance of the customer premise. In addition, a presentation of the current state of implementation and selection of technologies for customer local access to consumption data for each EU member state was presented.

The final part of the paper describes the initial phase of the pilot project which tested this functional feature of smart meters and the next phase of the project.

**Key words:** Smart Meter, Wi-Fi, Bluetooth, NB-IoT, LTE-M, Demand Response

## 1. UVOD

### 1.1. Osnovne funkcijske značajke naprednih brojila

Preporukom Europske Komisije 2012/148/EU definirano je deset temeljnih minimalnih funkcijskih značajki za sustave naprednih mjerenja koje su bitne za različite tržišne sudionike:

- 1) Podržati očitavanja izravno za korisnika mreže i/ili bilo kojoj trećoj strani,
- 2) Izvršavati očitavanja dovoljno često da se mogu primijeniti sheme za štednju energije,
- 3) Omogućiti daljinsko očitavanje operatoru,
- 4) Podržati dvosmjernu komunikaciju za održavanje i nadzor,
- 5) Omogućiti očitavanja dovoljno često za planiranje mreže,
- 6) Podržati napredne tarifne sustave,
- 7) Daljinski nadzor uključenja/isključenja opskrbe i protoka energije ograničavanjem snage,
- 8) Podrška sigurne podatkovne komunikacije,
- 9) Prevencija i detekcija neovlaštenog korištenja energije,
- 10) Podrška dvosmjernog mjerenja djelatne energije i mjerenja jalove energije.

Ove preporuke su dobivene u bliskim konzultacijama s nacionalnim regulatornim tijelima, posebice iz država članica EU sa značajnim iskustvom u masovnoj implementaciji naprednih brojila i usklađene su s onima koje su razvijene u mandatu za standardizaciju M441. Najvažnije funkcijske značajke koje se odnose na angažiranje korisnika mreže su pod 1), 2) i 6), a također su uključene na popisu funkcijskih značajki naprednih brojila u revidiranoj Direktivi o električnoj energiji (EU) 2019/944.

Hrvatska, Irska i Luksemburg su među onim državama članicama u kojima će biti dostupno svih deset funkcionalnosti koje je preporučila Europska komisija, aktivirane prema zadanim postavkama i bez naplate (što se tiče naprednih brojila električne energije) [1].

### 1.2. Potencijal odziva potrošnje u RH

U studiji „Detaljna analiza potencijala odziva potrošnje u hrvatskom elektroenergetskom sustavu“ sadržana su razmatranja za odziv potrošnje u svim segmentima sustava. Za primjenu programa odziva potrošnje nužno je sučelje na naprednom brojilu za lokalni pristup korisniku mreže podatcima o potrošnji, poglavito za uslužni sektor i kućanstva gdje je primjena u samim počecima.

U uslužnom sektoru potencijal je procijenjen na temelju baze energetske certifikata i uvida u potrošnju tipskih zgrada. Procjenjuje se kako potencijal ovisi o godišnjem dobu i danu u tjednu, te kako se maksimalni potencijal smanjenja snage u komercijalnom sektoru pojavljuje sredinom ljetnog radnog dana i iznosi oko 100 MW, a najmanji u zimski neradni dan i iznosi oko 50 MW. Najveći potencijal odziva potrošnje može se očekivati sredinom ljetnog radnog dana, za smanjenje snage nešto više od 40 MW. Najveći potencijal odziva potrošnje za kućanstva može se očekivati u poslijepodnevnim satima ljetnog radnog dana, za smanjenje snage oko 170 MW [2].

### 1.3. Sučelje za korisnika mreže

Napredno brojilo se obično dijeli na dvije grupe sklopovlja:

- 1) Mjeriteljski dio (za mjeriteljske funkcije i druge funkcionalnosti),
- 2) Komunikacijski dio (usmjernik za komunikaciju sa naprednim brojilom i/ili pristupna točka za lokalnu mrežu korisnika).

Od sučelja na naprednom brojilu koja omogućuju komunikaciju između različitih mrežnih komponenti za pristup korisniku mreže koristi se H1 sučelje. Ovo sučelje povezuje napredno brojilo sa vanjskim pokaznikom pomoću jednosmjerne komunikacije. Vanjski pokaznik nije jednoznačno definiran, primjerice, informacija se može podržavati samo vizualno ili može biti omogućena preuzimanjem datoteke.

U Tablici I. sadržan je odabir komunikacijskih tehnologija u članicama EU za H1 sučelje za koje su podatci trenutno dostupni.

Tablica I. Odabir komunikacijskih tehnologija u članicama EU za H1 sučelje [1]

Države članice	Odabir komunikacijske tehnologije za H1 sučelje
Austrija	IDIS CII, IR u skladu sa IEC 62056-23, MEP (Multipurpose Expansion Port), Plug AV (IEEE 802.2), ZigBee, bežični MBUS, protokoli u skladu sa OSGP specifikacijama
Belgija (Flandrija)	DSMR P1 V5.0 (Dutch Smart Metering Requirements)
Francuska	WPAN
Italija	CENELEC C-band (C-PLC), još nije konačno odlučeno
Litva	Žičana veza
Luksemburg	DSMR 4.2.1 (temeljeno na IEC 62056-212), profil treba biti elaboriran
Nizozemska	P1 (serijski protokol brzine 115 kbauda)
Slovenija	Žičani/bežični M-Bus
Španjolska	Nije fiksno definirano
UK	WPAN

#### 1.4. Ostale komunikacijske tehnologije primjenjive za pristup podacima korisniku mreže

U nastavku teksta slijedi vrlo kratak pregled komunikacijskih standarda i protokola koje je moguće primijeniti za pristup podacima o potrošnji korisniku mreže, a detaljnije informacije o svakoj pojedinoj tehnologiji: definicija, obrazloženje položaja i brzina usvajanja, savjet za korisnike, utjecaj na poslovanje, ocjena koristi, prodornost na tržištu, zrelost i popis glavnih proizvođača se nalaze u [3].

Arhitektura infrastrukture naprednih mjerenja je u osnovi inačica arhitekture Interneta stvari (engl. IoT – Internet of Things). Slijedom ove činjenice potrebno je istražiti norme i protokole koji se koriste za IoT arhitekture, a mogu biti primjenjivi na H1 sučelju naprednog brojila za lokalni pristup ili nekom drugom sučelju brojila za daljinski pristup.

##### 1.4.1. Tehnologije za daljinski pristup

Značajne tehnologije za daljinski pristup podacima korisniku mreže su NB-IoT, LTE-M i LoRa i sve su kompetitivne na europskom tržištu. LoRa koristi nelicencirani radio spektar i predstavlja LPWA (engl. Low Power Wide Area) mrežne tehnologije kao alternativu 3GPP (3rd Generation Partnership Project) tehnologijama kao što su NB-IoT (pretežito se koristi u azijskim zemljama) i LTE-M (pretežito se koristi na američkom kontinentu). Ogroman utjecaj i ubrzanje korištenja 3GPP tehnologija imat će primjena e-SIM (engl. embedded SIM) ili eUICC tehnologije koja omogućuje daljinsku promjenu mobilnog operatora pretplatniku na SIM modulu koji je integriran u mobilnom uređaju ili komunikacijskom uređaju u naprednom brojilu.

Pretpostavlja se da će do 2022. godine 40% globalno upravljanih proizvođača nuditi svjetski prihvaćene 3GPP LPWA mreže (NarrowBand IoT i Long Term Evolution za komunikacije strojnog tipa uz pokrivenost u roamingu, dok je to 0% u 2019. godini). Cjenik LPWA mreža u nastajanju obično dolazi na znatno nižoj razini i pokazuje veću kreativnost u modelima za cijene, uključujući, ali bez ograničenja na:

- 1) Jednokratnu naknadu za povezivanje tijekom životnog vijeka proizvoda (obično ograničena na 10 godina i 500 MB podatkovnog prometa),
- 2) Modele raspodjele rizika i nagrađivanja sa kupcima [4].

Na tržištu se već danas mogu naći tarifni modeli sa jednokratnom naknadom od 10€ po SIM kartici, za 10 godina korištenja i zakupljenih 500 MB podatkovnog prometa i 250 SMS poruka (poveznica: <https://1nce.com/>).

Tehnologija Wi-SUN (engl. Wireless Smart Ubiquitous Networks) koja se zasniva na IEEE 802.15.4g normi također ima primjene u elektrodistribucijskim aplikacijama u nelicenciranom spektru, naprednim gradovima i IoT te je izravan takmac LoRa i Sigfox tehnologijama. Primjeri primjene Wi-SUN tehnologije su u Tokiju za povezivanje naprednih brojila i sustava za upravljanje energijom u kući, u Kopenhagenu za upravljanje uličnom rasvjetom i semafora u realnom vremenu te u Irskoj za nacionalnu Wi-SUN mrežastu (engl. mesh) IoT mrežu [3].

#### **1.4.2. Platforma za razmjenu mjernih podataka (IoT platforma)**

Daljinski pristup podacima korisniku mreže trebalo bi omogućiti pomoću IoT platforme, odnosno platforme za razmjenu mjernih podataka.

Platforma Interneta stvari je softver koji omogućuje razvoj, razvrstavanje i upravljanje rješenjima koje povezuju i zaprimaju podatke sa IoT krajnjih točaka (u ovom slučaju primjene to su napredna brojila) kako bi upravljale naprednim poslovnim odlukama. Funkcionalne sposobnosti uključuju:

- 1) Upravljanje uređajima,
- 2) Integracija,
- 3) Upravljanje podacima,
- 4) Analiza,
- 5) Omogućavanje aplikacija,
- 6) Sigurnost.

IoT platforme se mogu isporučiti kao hibridna kombinacija platforme za softver rubnih uređaja i/ili kao usluga IoT platforme u oblaku [5].

#### **1.4.3. Tehnologije za lokalni pristup**

Tehnologije manjeg dometa primjenjive za lokalni pristup korisniku mreže su Bluetooth (IEEE 802.15.1) i Wi-Fi (IEEE 802.11) tehnologije jer se općenito koriste u uređajima potrošačke elektronike.

Bluetooth zrake (engl. beacons) su Bluetooth Low Energy (BLE) uređaji koji obično služe kao delegirane poslužiteljske zrake za Bluetooth 4.x i Bluetooth 5 pametne mobilne uređaje. Bluetooth 5.1 je najnovija generacija ove tehnologije i najveća dobit je dodavanje kuta dolaska (engl. AoA Angle of Arrival) i kuta odlaska (engl. AoD Angle of Departure) koji se koriste za lociranje i praćenje uređaja. Bluetooth 4 podržava brzine do 1Mbps, 10m u unutrašnjem prostoru i 50m dometa u vanjskom prostoru. Bluetooth 5 podržava brzine do 2Mbps, domet do 40m u unutrašnjem i do 200m u vanjskom prostoru bez zapreka.

Od Wi-Fi skupine standarda za bežične lokalne mreže (skupina standarda za međusobno spajanje sa srodnim žičanim Ethernetom) potrebno je spomenuti novije IEEE 802.11ai koja omogućuje brže pristupanje opterećenim Wi-Fi pristupnim točkama i Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) kao najnoviji nasljednik u IEEE 802.11 WLAN obitelji koji omogućuje efikasnije korištenje 2.4GHz i 5GHz dio ISM spektra u gusto naseljenim područjima. Pristupna Wi-Fi točka često ima domet od 20m u zatvorenom prostoru, dok novije pristupne točke imaju mogućnost spajanja i do 150m na otvorenom prostoru. Novije inačice ostvaruju brzine i do 1Gbps.

## **2. PILOT PROJEKT ZA LOKALNI PRISTUP KORISNIKU MREŽE MJERNIM PODATCIMA**

### **2.1. Senzor sa aplikacijom za lokalni pristup podacima o potrošnji**

Osnovni zahtjevi za senzor za lokalni pristup podacima o potrošnji korisniku mreže bili su:

- 1) Baterijsko napajanje smješteno u kućištu senzora,
- 2) Osnovno komunikacijsko sučelje optičko IR,
- 3) Prijenos podataka u skladu sa normama HRN EN 62056-21 i HRN EN 62056-46,
- 4) Način rada kao zapisivač podataka (data logger),
- 5) Nadogradnja FW onemogućena, nadogradnja Android aplikacije Google Play uslugom,
- 6) Komunikacija s Android mobilnim uređajem bežična u skladu sa IEEE 802.15.1 ver. 4.0,
- 7) Sinkronizacija internog sata senzora usklađena sa satom Android mobilnog telefona,
- 8) Prikaz trenutnih stanja djelatne energije,
- 9) Prikaz količina potrošene djelatne energije za jučerašnji i današnji dan,
- 10) Grafički prikaz snage dnevni, tjedni, mjesečni i godišnji,
- 11) Sigurnost pristupa uređaju jednoznačnim uparivanjem mobilnog telefona pomoću PIN-a,
- 12) Zabrana slanja specifičnih naredbi senzoru koje mijenjaju način rada naprednog brojila.

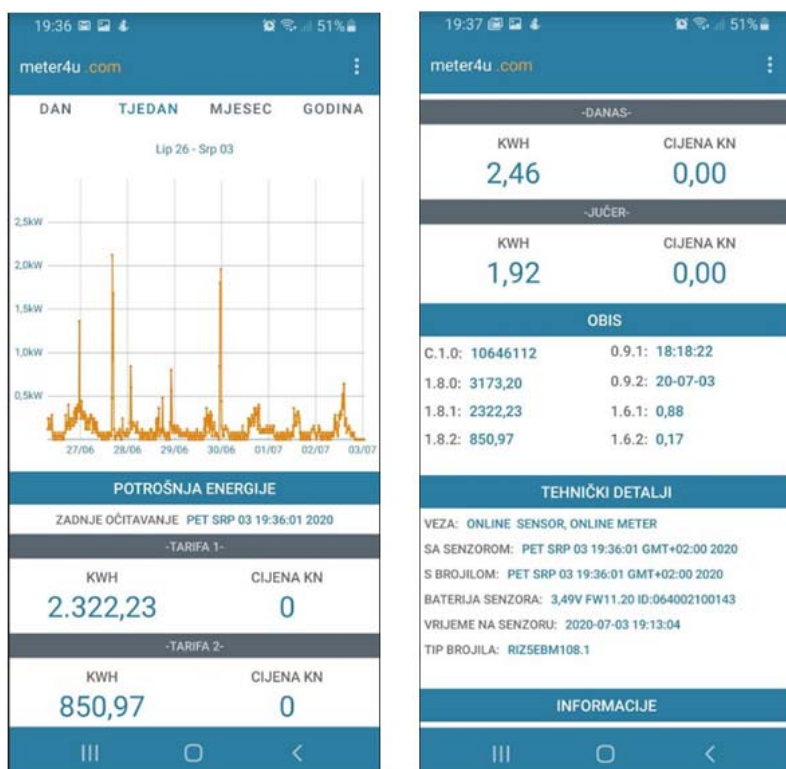
Senzor za lokalni pristup podacima o potrošnji električne energije korisniku mreže jednostavno se montira na optičko sučelje (P0 sučelje) naprednog brojila pomoću magneta uz autonomnost baterije minimalno tri godine. Optičko sučelje naprednog brojila nije predviđeno za pristup korisniku mreže, već za lokalno očitavanje i postavljanje parametara brojila, stoga je u FW senzora ugrađena zabrana slanja specifičnih naredbi koje omogućuju promjenu u načinu rada i parametrima statičkog naprednog brojila električne energije.

## 2.2. Android aplikacija za rad sa naprednim senzorom potrošnje energije

Osnovni zahtjevi za Android aplikaciju na mobilnom telefonu za lokalni pristup podacima o potrošnji korisniku mreže bili su:

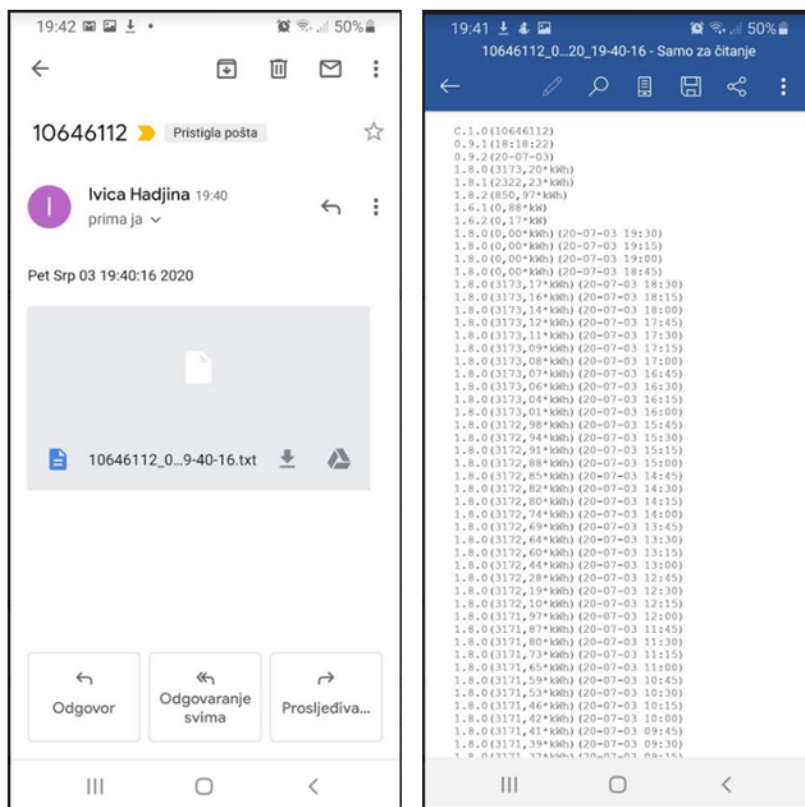
- 1) Dostupnost na Google Play usluzi uz sve sigurnosne zahtjeve Google Play Protect,
- 2) Jednoznačno uparivanje senzora i Android pametnog telefona unosom PIN-a,
- 3) Postavljanje i održavanje točnosti internog sata senzora slanjem zahtjeva za usklađivanjem sa sistemskim vremenom telefona,
- 4) Prikaz podataka o potrošnji u Android aplikaciji grafički i podatkovno,
- 5) Izvoz povijesnih podataka o potrošnji električne energije u datoteku,
- 6) Dostava podataka o potrošnji električne energije na odabranu adresu e-pošte,
- 7) Dostava podataka o potrošnji električne energije za samoočitače.

Na slici 1. je snimak Android mobilne aplikacije grafičkog i brojčanog prikaza podataka o potrošnji električne energije.



Slika 1. Prikaz potrošnje električne energije na pametnom mobilnom telefonu

Podatke o potrošnji, uključujući i 15-minutnu krivulju opterećenja na naprednom brojilu koje nema mogućnost snimanja ove krivulje, jer senzor radi samostalno kao zapisivač podataka, moguće je isporučiti u datoteku i poslati na odabranu adresu e-pošte kako je prikazano na slici 2. Ovo omogućuje korisniku mreže detaljnu analizu podataka na stolnom ili prijenosnom računalu kao i slanje elektroničkog samoočitavanja na odabranu adresu e-pošte pomoću jednostavnih implementiranih funkcija u Android operacijskom sustavu.



Slika 2. Izvoz datoteke sa podacima o potrošnji električne energije iz Android aplikacije pomoću e-pošte

Aplikacija je zahtjevna zbog velikog broja različitih mobilnih uređaja i inačica Android operacijskog sustava kao i FW senzora zbog naprednih brojila različitih proizvođača koja rade sa različitim komunikacijskim protokolima. Sigurnost podataka je zajamčena zabranom transparentnog načina rada sa statičkim brojiлом električne energije i zabranom nadogradnje FW senzora. Koncept pristupa mjernim podacima pomoću pametnog telefona će biti zadržan svugdje upravo zbog sveprisutnosti Interneta i jednostavne distribucije mjernih podataka.

### 2.3. Pilot projekt u DP Elektra Križ

U DP Elektra Križ je započet Pilot projekt za lokalni pristup korisniku mreže podacima o potrošnji električne energije pomoću Android aplikacije na pametnom telefonu. Od planiranih ukupno 200 senzora za pilot projekt, u trenutku pisanja ovog rada na terenu je ugrađeno 50 senzora.

S obzirom da korisnici mreže nemaju pristup do brojila u pristupnim ormarićima trebaju ih instalirati terenski radnici HEP ODS-a. S druge strane, bežičnom komunikacijom je omogućeno očitavanje podataka o potrošnji električne energije bez potrebe za otvaranjem pristupnih ormarića. Povremeno se događalo da je magnet senzora slab te je zatražen jači magnet na senzoru.

Kupci sa vlastitom proizvodnjom iskazali su interes za prikupljanjem podataka i za smjer proizvodnje te će u slijedećoj inačici senzora biti omogućeno snimanje oba smjera djelatne energije te grafički prikaz krivulja potrošnje i proizvodnje. Ova funkcionalnost će omogućiti korisniku mreže bolje planiranje potrošnje.

Veliki su interes i zadovoljstvo iskazali samoočitači jer mogu slati očitavanja putem e-pošte bez pogreške u očitavanju. Podatci se trenutno isporučuju u txt formatu, a iskazana je potreba za isporukom u csv formatu zbog lakšeg uvoza u excel.

Ukazala se potreba i bit će potrebno razviti aplikaciju za iOS operacijski sustav na iPhone pametnim telefonima. Isto tako, preporuka je razmisliti o mogućnosti bežičnog uključivanja instalacije

pomoću sklopnog uređaja naprednog brojila Android aplikacijom i senzorom ukoliko je HEP ODS prethodno dao signal dozvole uključanja.

Svim sudionicima pilot projekta je podijeljen anketni upitnik te se temeljem rezultata ankete mogu izvući zaključci o primjenjivosti i korisnosti aplikacije. U tablici II. su sadržana anketna pitanja na koja su odgovarali sudionici pilot projekta i prosječne ocjene koje su dali.

Tablica II. Anketna pitanja sudionicima pilot projekta i prosječne ocjene

Pitanje	Prosječna ocjena
Pristup aplikaciji na Trgovina Play-u i jednostavnost instalacije na Android uređaj	5
Vizualni izgled i rad sa aplikacijom za senzor potrošnje električne energije	4
Jednostavnost montaže senzora	5
Kvaliteta, količina i primjena očitanih podataka sa brojila električne energije	4
Cjelokupni dojam pilot projekta zajedno sa aplikacijom	5

### 3. KONCEPTI DALJNJEG RAZVOJA PRISTUPA PODATCIMA ZA KORISNIKA MREŽE

Kako bi se moglo bolje odabrati komunikacijsku tehnologiju za pristup podacima o potrošnji električne energije korisniku mreže potrebno je utvrditi specifične slučajeve uporabe u odnosu na smještaj instalacije naprednog brojila i udaljenost stambene jedinice korisnika mreže. Uočeni su sljedeći tipski smještaji naprednih brojila:

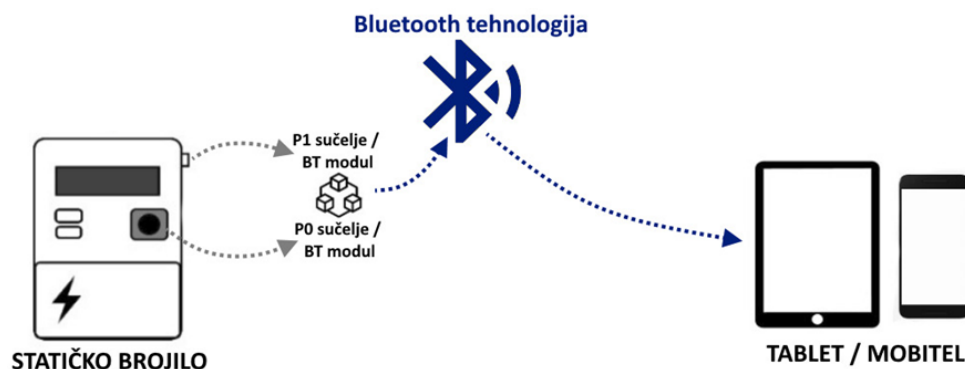
- 1) Po katovima zgrada ili u prostoru korisnika mreže gdje je bežična komunikacija moguća,
- 2) U podrumima zgrada bez mogućnosti primjene bežične komunikacije,
- 3) Smještaj u priključnim ormarićima znatno udaljenim od prostorne jedinice korisnika mreže, poglavito za sitno poduzetništvo.

Stoga će se lokalne bežične tehnologije primjenjivati za slučajeve korištenja pod 1), a PLC tehnologija u CENELEC C-pojasu ili žična M-Bus tehnologija za slučajeve korištenja pod 2). Za slučajeve korištenja pod 3), gdje ne bude moguća primjena lokalnih bežičnih ili žičnih tehnologija, bit će potrebno uspostaviti sustav za daljinski pristup mjernim podacima korisniku mreže vjerojatno NB-IoT tehnologijom.

#### 3.1. Lokalni pristup pomoću Bluetooth komunikacije

Lokalni pristup za korisnika mreže podacima o potrošnji primjenom Bluetooth tehnologije prikazan je na slici 3. Već je opisana inačica sa P0 sučeljem brojila i optičkim senzorom potrošnje električne energije. Nedostatak ovog koncepta je korištenje P0 sučelja brojila koje je dvosmjerno te je teoretski moguće ostvariti utjecaj na parametre i rad brojila pod uvjetom da optički senzor potrošnje električne energije ima mogućnost razmjene zaporka i prijenos naredbi za parametrisiranje brojila.

Sljedeći korak u razvoju pristupa podacima korisniku mreže je iskoristiti H1 sučelje (P1) naprednog brojila sa pretvorbom serijskih impulsa na Bluetooth komunikaciju. Ovo je bolja opcija jer se koristi H1 sučelje naprednog brojila koje je upravo namijenjeno za korisnika mreže i koje je jednosmjerno.



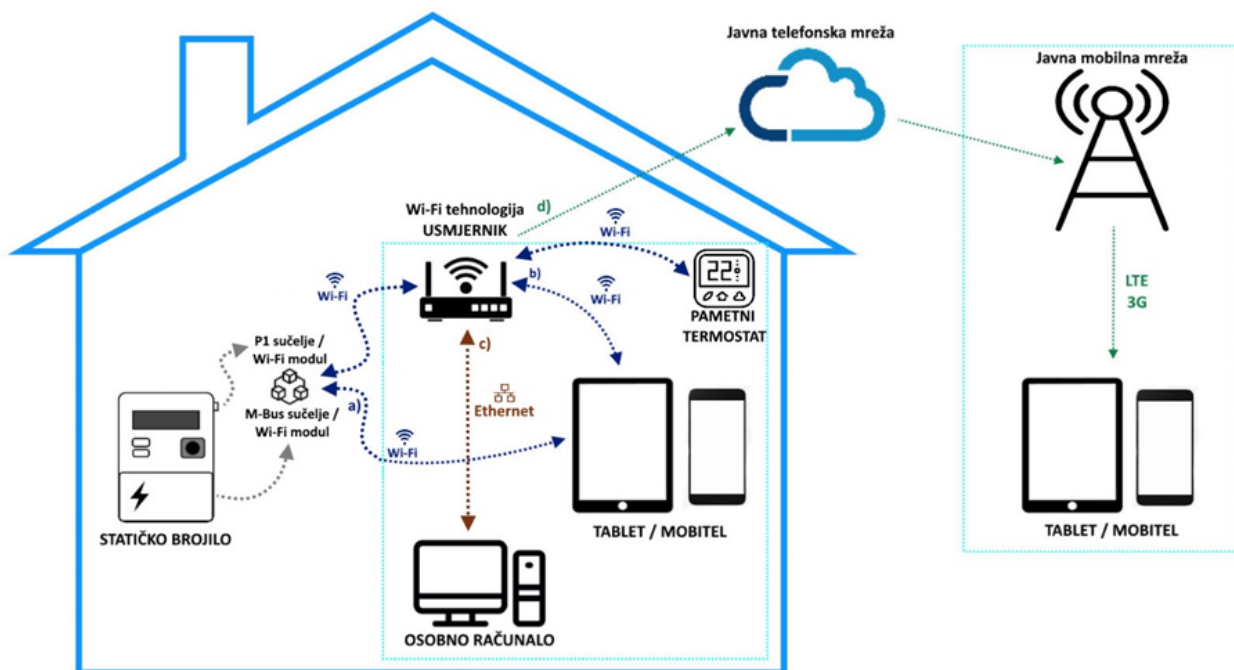
Slika 3. Shema koncepta lokalnog pristupa podacima pomoću Bluetooth komunikacije



### 3.2. Lokalni pristup pomoću Wi-Fi komunikacije sa proširenjem na daljinski pristup

Zbog dostatnog dometa Wi-Fi tehnologije za većinu slučajeva uporabe i velike raširenosti Wi-Fi usmjernika u kućanstvima i malim tvrtkama procjenjuje se da je ovo optimalna tehnologija za pristup podacima o potrošnji korisniku mreže. Na slici 4. je prikazana shema koncepta pristupa mjernim podacima naprednog brojila električne energije. Koriste se dvije inačice sučelja za isporuku mjernih podataka, P1 sučelje i/ili M-Bus sučelje ovisno koje je sučelje integrirano u naprednom brojilu, na koje se poveže modul pretvornik na Wi-Fi komunikacijski protokol.

Tabletom ili pametnim telefonom pomoću Wi-Fi komunikacije može se izravno zaprimati podatke sa Wi-Fi komunikacijskog modula naprednog brojila. Istodobno, moguće je uspostaviti stalnu Wi-Fi vezu između modula naprednog brojila i usmjernika u prostoru korisnika mreže. Kada se uspostavi ova veza, dalje je moguće pristupati podacima o potrošnji preko usmjernika bilo bežičnom Wi-Fi vezom bilo žičnom Ethernet vezom.



Slika 4. Shema koncepta lokalnog pristupa pomoću Wi-Fi komunikacije sa proširenjem na daljinski pristup

Treba zapaziti da je moguće i proširenje sa lokalnog pristupa na udaljeni pristup jer je usmjernik spojen sa fiksnom telefonskom mrežom te posredno i javnom mobilnom mrežom. Mogućnost proširenja za daljinski pristup podacima na Internetu predstavlja dobitnu opciju za korištenje u aplikacijama upravljanja potrošnjom električne energije u kući ili poslovnom prostoru, primjerice pomoću pametnog termostata.

### 3.3. Lokalni pristup PLC komunikacijom u CENELEC C pojasu ili žičnom M-Bus komunikacijom

Kada su napredna brojila instalirana daleko od prostorne jedinice korisnika mreže i nije moguća primjena bežičnih tehnologija, treba koristiti neku od inačica žičnog pristupa mjernim podacima. Najčešće su dvije različite izvedbe.

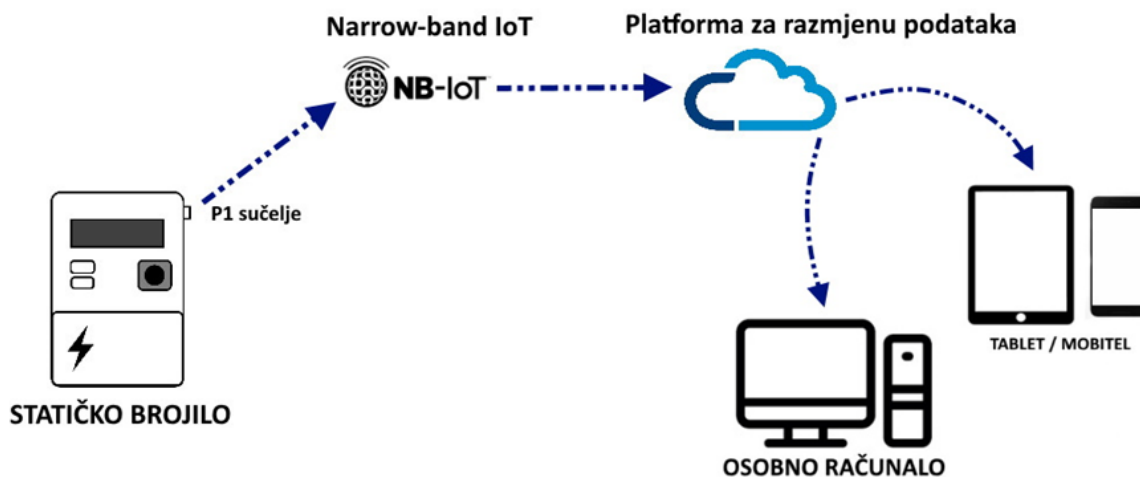
Moguća je izvedba sa PLC komunikacijom u CENELEC C frekvencijskom pojasu od 125kHz do 140 kHz namijenjenom za korisnike mreže i prijenosom informacija od naprednog brojila niskonaponskim vodičima do prostora korisnika mreže. Podatci o potrošnji se mogu izravno prikazivati na posebnom pokazniku potrošnje koji može zaprimati i dekodirati PLC informacije u CENELEC C pojasu. Moguća je i opcija sa uređajem u prostoru korisnika koji može izvršiti pretvorbu PLC signala i informacija na Bluetooth ili Wi-Fi komunikaciju te se ostatak rješenja svodi na prethodno opisane inačice pristupa podacima.

Druga mogućnost je koristiti žičani M-Bus protokol. U ovom rješenju je potrebno uspostaviti dodatnu žičanu paricu od naprednog brojila u priključnom ormariću do prostorne jedinice korisnika mreže.



### 3.4. Daljinski pristup pomoću NB-LoT komunikacije i platforme za razmjenu podataka

Korisnik mreže može ostvariti pristup mjerenim podacima na daljinu. Na H1 sučelje naprednog brojila spoji se komunikacijski modul sa SIM karticom koji izravno šalje podatke na javnu mobilnu mrežu. Za ove namjene najčešće se koristi NB-LoT komunikacija. Korisnik mreže obično uzima tarifni model sa fiksnom cijenom uz zakup određene količine prometa na nekoliko godina. Podatci se pohranjuju na platformi za razmjenu mjernih podataka do kojih korisnik mreže može autorizirano pristupiti Internetom.



Slika 5. Shema koncepta daljinskog pristupa pomoću NB-LoT komunikacije i IoT platforme

## 4. ZAKLJUČAK

Temeljnim tehničkim značajkama naprednih brojila zahtjeva se omogućavanje pristupa mjernim podacima korisniku mreže sa ciljem primjene shema za štednju energije i aktivaciju naprednih tarifnih sustava. K tome, kupci sa vlastitom proizvodnjom će moći bolje usklađivati svoju potrošnju sa trenutnom proizvodnjom i eventualnom pohranom energije.

U većini država članica EU nije trenutno propisana tehnologija i rješenje za pristup podacima korisniku mreže. S obzirom na veliki potencijal ušteda programima odziva potrošnje i stalni razvoj bežičnih tehnologija, poglavito 5G tehnologije koja će omogućiti integraciju sustava za automatizaciju upravljanja potrošnje energije u kućanstvima sa infrastrukturom naprednih mjerenja, očekuje se ubrzan razvoj i istraživanje tehnologija i rješenja za pristup mjernim podacima korisniku mreže. Stoga su prikazani koncepti mogućih razvoja i scenarija za realizaciju ove funkcijske značajke naprednog brojila.

Pilot projekt za lokalni pristup podacima o potrošnji za korisnika mreže pomoću Android aplikacije na pametnom telefonu, realiziran u DP Elektra Križ, ukazuje da postoji interes korisnika mreže za ovom funkcionalnošću zbog potencijalnih koristi kako za korisnika mreže, tako i za njegovog opskrbljivača i operatora mreže. K tome su moguće i implementacije dodatnih funkcionalnosti, primjerice bežično vanjsko tipkalo naprednog brojila kao i odziv potrošnje sa pametnim termostatom.

## 5. LITERATURA

- [1] European Commission, "Benchmarking smart metering deployment in the EU-29", Final Report, Tractebel impacts, December 2019.
- [2] Energetski institut Hrvoje Požar, "Analiza potencijala odziva potrošnje u hrvatskom elektroenergetskom sustavu", STU-19-00049/1, Zagreb, listopad 2019.
- [3] B. Ray, "Hype Cycle for IoT Standards and Protocols, 2019", G00373562, Gartner, July 2019.
- [4] P. Arriandiaga, E. Goodness, L.O. Wallin, J. Davenport, „Magic Quadrant for Managed IoT Connectivity Services, Worldwide“, G00381142, Gartner, December 2019.
- [5] B. Tratz-Ryan, B. Finnerty, „Hype Cycle for Smart City Technologies and Solutions, 2019“, G00370301, Gartner, August 2019.