

Ivona Šironja
Grid ONE d.o.o.
ivona.sironja@gridone.hr

Goran Jurišić
Grid ONE d.o.o.
goran.juriscic@gridone.hr

SUSTAV ZA UPRAVLJANJE I PRAĆENJE ENERGETSKIH ZAJEDNICA U STVARNOM VREMENU

SAŽETAK

Europska komisija je u dokumentu Clean Energy for all Europeans Package predstavila paket mjera u kojemu se građani stavljaju u središte energetske tranzicije. U fokusu je prelazak s centraliziranih sustava s pasivnim korisnicima na fleksibilnu elektroenergetsku mrežu s aktivnim krajnjim korisnicima. Javlja se potreba za naprednim upravljanjem u distribucijskoj mreži, razvojem komunikacijskih tehnologija te uvođenjem novih modela i inovativnih sustava. U Zakonu o tržištu električne energije definirane su energetske zajednice građana čime je ostvareno okruženje za kolektivno djelovanje. U većini država članica Europske Unije energetske zajednice su u ranoj fazi razvoja te se još uređuju zakonske regulative i pravilnici. U sklopu razvojnog projekta Platform for Real-Time Solar Energy Communities razvija se platforma za praćenje i upravljanje energetskim zajednicama u stvarnom vremenu, te će članku biti opisan trenutni status razvojnih aktivnosti u sklopu projekta.

Ključne riječi: energetske zajednice, energetska tranzicija, mjerni podaci u stvarnom vremenu, platforma za razmjenu podataka, cloud platforma, wifi pametni mjerač

SYSTEM FOR MANAGEMENT AND MONITORING OF ENERGY COMMUNITIES IN REAL TIME

SUMMARY

In the document Clean Energy for all Europeans Package, the European Commission presented a package of measures in which citizens are placed at the center of the energy transition. The focus is on the transition from centralized systems with passive consumers to a flexible power grid with active end users. There is a need for advanced distribution network management, achievable with the development of communication technologies and the introduction of new models and innovative systems. The Law on the Electricity Market defines energy communities of citizens, which created an environment for collective action. In most of the member states of the European Union, energy communities are in an early stage of development, and legal regulations and regulations are still being drawn out. As part of the Platform for Real-Time Solar Energy Communities project, a platform for monitoring and managing energy communities in real time is being developed. This paper will describe the current status of development activities within the project.

Key words: energy communities, energy transition, real-time measurement data, data exchange platform, cloud platform, wifi smart meter

1. UVOD

U pogledu klimatskih promjena, energetske tranzicije i aktualnih geopolitičkih zbivanja, sve veći značaj ima sigurnost energetske opskrbe. Rezultirajući rast cijena električne energije do samih krajnjih korisnika, osvještava se potreba za promjenom načina proizvodnje i potrošnje električne energije. Prelazak na obnovljive izvore energije i smanjenje potrošnje električne energije prvi su koraci koji će osigurati energetske samodostatnost bez ugljičnog otiska. Europska komisija je 2019. godine predstavila Europski Zeleni Plan (engl. European Green Deal) koji predstavlja strategiju i težnju EU da preuzme inicijativu u globalnoj borbi protiv klimatskih promjena. U srpnju 2021. godine predstavljen je novi paket mjera Fit for 55 – ciljevi su smanjiti emisije stakleničkih plinova za najmanje 55% u odnosu na razine iz 1990. godine, povećati udio obnovljivih izvora na 40%, smanjiti potrošnju energije za 9%, poboljšati energetske učinkovitost na 36% za finalnu energetske potrošnju [1]. Povećanjem udjela obnovljivih izvora energije naglasak je s dosadašnjih centraliziranih sustava stavljen na decentralizirane proizvodne jedinice. Time se proizvodnja električne energije odvija većinom u distribucijskim mrežama, a krajnji korisnici postaju aktivni korisnici u elektroenergetskom sektoru. U paketu mjera Clean Energy for all Europeans Package, građani su u fokusu kao nositelji energetske tranzicije [2]. Energija proizvedena iz obnovljivih izvora je promjenjiva, nestalna i teško predvidiva stoga za postojeći elektroenergetski sustav uzrokuje svojevrstne smetnje. Javljaju se novi izazovi uravnoteženja tako proizvedene energije s potrošnjom električne energije te izazovi modernizacije postojećeg sustava. Postaje neophodno koristiti napredne metode za mjerenje tokova električne energije te alate za upravljanje potrošnjom. Pružanjem uvida u podatke o potrošnji krajnjim korisnicima, omogućuje im se direktno praćenje svog obrasca potrošnje. Na taj način, kontinuiranim praćenjem potrošnje, korisnici mogu promijeniti svoje navike i smanjiti ili realocirati svoju potrošnju na doba dana kada im je to financijski isplativije.

Sve više krajnjih korisnika se odlučuje za ugradnju sunčanih elektrana. Međutim, svi korisnici nisu u mogućnosti instalirati sunčanu elektranu na vlastiti krov ili krov višestambene zgrade. Npr. ako se građevina nalazi u sklopu kulturno-povijesne cjeline, zaštićena je kao kulturno dobro ili nije statički dostatna. Osim navedenog, svi korisnici nisu u mogućnosti podnijeti trošak početne investicije. Kako bi se izbjegla diskriminacija u bilo kojem obliku (korisnici ne mogu direktno sudjelovati u energetske tranziciji, nemaju priliku smanjiti trošak električne energije), novi koncept energetske zajednice nudi širok spektar rješenja za navedenu problematiku. U Direktivi o obnovljivim izvorima energije (engl. Renewable Energy Directive – RED II), usvojenoj 2018. godine i Direktivi o unutarnjem tržištu električne energije (engl. Internal Electricity Market Directive – IEMD), usvojenoj 2019. godine, pojavljuju se novi pojmovi energetske zajednice obnovljive energije i energetske zajednice građana. Time je postignut ključan korak ka većoj kolektivnoj osviještenosti građana i zakonodavno omogućenom zajedničkom djelovanju u energetske sektoru. Glavna ideja je da korisnici mogu međusobno dijeliti električnu energiju na lokalno ograničenim područjima. Vlasnik postrojenja za proizvodnju električne energije može višak energije prodati susjedu, školi, manjoj firmi, itd. ili donirati besplatno npr. socijalno ugroženim korisnicima. U velikoj većini država članica Europske Unije energetske zajednice su tek u početnoj fazi razvoja.

U ovom radu opisan je razvoj sustava za upravljanje i praćenje energetske zajednice u stvarnom vremenu. Grid ONE d.o.o. s projektnim partnerom Syntio d.o.o. sudjeluje u razvojnom projektu *My Energy Community*, započetom 2022. godine. Projekt je podržan sredstvima Norveškog financijskog mehanizma 2014-2021, u okviru programa Business Development and Innovation Croatia [3]. Riječ je o programu poslovnog razvoja kojem je cilj povećanje održivog razvoja u hrvatskom privatnom sektoru. Program podržava inovativne tehnologije, procese i usluge, razvoj i implementaciju inovativnih proizvoda i usluga. Ključna značajka inovacije je osnivanje platforme za energetske zajednice koja radi u stvarnom vremenu. To će se postići razvojem čitača (P1LINK) za dohvaćanje mjernih podataka u stvarnom vremenu, razvojem upravljačkog sučelja za kupce s vlastitom proizvodnjom i razvojem modela za dinamičko dijeljenje energije. Razvojni projekt je podijeljen na nekoliko faza: definiranje zakonodavnog okvira za energetske zajednice, implementacija naprednih WiFi čitača mjerenja, razvoj platforme za pohranu, obradu i vizualizaciju mjernih podataka u realnom vremenu. U radu je prikazan trenutni zakonodavni okvir za energetske zajednice u europskim direktivama i u Hrvatskoj, opisana je arhitektura platforme i njezine funkcionalnosti, dosadašnji napredak na projektu te planiran budući rad.

Cilj rada je približiti široj javnosti kompleksnu i goruću temu energetske zajednice, uz prikaz napretka na razvojno istraživačkom projektu te predstavljanje razvijenih alata koji će omogućiti pravovremene informacije, raspodjelu i kontrolu električne energije te realizaciju koncepta energetske zajednice.

2. ENERGETSKE ZAJEDNICE

Definiranjem energetske zajednice stvorena je zakonodavna podrška kolektivnom i aktivnom sudjelovanju građana na tržištu električne energije.

2.1. Definicije Europske komisije

Prema definiciji spomenutoj u Direktivi o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije (EU) 2019/944 [4] navodi se:

„ **Energetska zajednica građana** znači pravni subjekt:

- (a) koji se temelji na dobrovoljnom i otvorenom sudjelovanju te je pod stvarnom kontrolom članova ili vlasnika udjela koji su fizičke osobe, lokalna tijela, uključujući općine, ili mala poduzeća,
- (b) čija je primarna svrha pružanje okolišne, gospodarske ili socijalne koristi svojim članovima ili vlasnicima udjela ili lokalnim područjima na kojima djeluje, a ne stvaranje financijske dobiti, i
- (c) koji može sudjelovati u proizvodnji, među ostalim iz obnovljivih izvora, distribuciji, opskrbi, potrošnji, agregiranju, skladištenju energije, uslugama energetske učinkovitosti ili uslugama punjenja za električna vozila ili pružati druge usluge svojim članovima ili vlasnicima udjela. „ Dakle, energetske zajednice građana mogu biti udruženja fizičkih osoba, općine ili gradovi. Velika poduzeća izuzeta su iz definicije kako ne bi iskorištavali pogodnosti i prava energetske zajednice. Navedeno je da „energetske zajednice građana mogu biti subjekt bilo kojeg oblika – udruga, zadruga, partnerstvo, neprofitna organizacija ili malo ili srednje poduzeće, sve dok takav subjekt može, djelujući u svoje ime, izvršavati prava i podlijevati obvezama.“ Članovi zajednice mogu sudjelovati na tržištu, ali pod formom pravnog subjekta – odgovornost nije izravno na članovima. Primarna svrha zajednice je okolišna, gospodarska ili socijalna korist, a ne stvaranje financijske dobiti. Naglasak je na poboljšanju socijalnog i ekološkog stanja u zajednici. Važno je naglasiti da se dobit reinvestira u poboljšanje lokalnih uvjeta zajednice. Dijeljenjem energije socijalno ugroženom stanovništvu može pomoći u borbi protiv energetske siromaštva. Proizvodnja električne energije u zajednici građana ne mora nužno dolaziti iz obnovljivih izvora energije.

U Direktivi o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (EU) 2018/2001 [5] definira se:

„ **Zajednica obnovljive energije** znači pravni subjekt:

- (a) koji je, u skladu s primjenjivim nacionalnim pravom, utemeljen na otvorenom i dobrovoljnom sudjelovanju, neovisan i pod stvarnim nadzorom dioničara ili članova smještenih u blizini projekata energije iz obnovljivih izvora kojih je taj pravni subjekt vlasnik ili ih on razvija;
- (b) čiji su dioničari ili članovi fizičke osobe, MSP-i ili lokalna tijela, uključujući općine;
- (c) čija je prvotna svrha pružiti okolišnu, gospodarsku ili socijalnu korist zajednice za svoje dioničare ili članove ili za lokalna područja na kojima djeluje, a ne financijska dobit.“

Članovi zajednice imaju pravo proizvoditi, trošiti, skladištiti i prodavati obnovljivu energiju, uključujući prodaju putem ugovora o kupnji obnovljive energije, dijeliti energiju unutar zajednice i imati pravo pristupa svim odgovarajućim tržištima.

Obje definirane zajednice moraju biti otvorene i temeljiti se isključivo na dobrovoljnom sudjelovanju. Razlike su definirane u tablici 1.

Tablica 1 Razlike energetske zajednice građana i zajednice obnovljive energije

	Energetska zajednica građana	Zajednica obnovljive energije
Izvor za proizvodnju energije	Slobodan odabir izvora energije	Isključivo iz OIE
Oblik proizvedene energije	Isključivo električna energija	Svi oblici energije iz OIE (toplinska, električna)
Geografska ograničenost	Ne postoji	Članovi moraju biti smješteni u blizini izvora OIE

Dakle, u sklopu energetske zajednice građana, prema definicijama, može se nalaziti više zajednica obnovljive energije. Od država članica zahtjeva se osiguranje zakonskog okvira, pružanje alata za lakši pristup informacijama, osiguranje pristupa socijalno ugroženim kućanstvima. U direktivi o električnoj energiji navodi se kako energetska zajednica mora biti odgovorna za disbalans kojeg unosi u sustav i mora financijski sudjelovati u troškovima. U direktivi je dan osvrt na troškove električne energije: „Ako se električna energija dijeli, to dijeljenje ne bi smjelo utjecati na prikupljanje mrežnih pristojbi, tarifa i pristojbi koje se odnose na tokove električne energije. To bi dijeljenje trebalo olakšati u skladu s obvezama i točnim vremenskim okvirima za uravnoteženje, mjerenje i namirenje. Odredbama ove Direktive o energetskim zajednicama građana ne zadire se u nadležnost država članica da osmisle i provode sustave financiranja energetske politike i podjelu troškova pod uvjetom da su te politike nediskriminacijske i zakonite.“ Članovi zajednice obnovljive energije moraju moći dijeliti energiju proizvedenu u zajednici uz mrežne naknade koje odražavaju troškove te osiguravaju pošten i uravnotežen način ukupne podjele troškova u sustavu. Zaključno, svakoj državi članici dozvoljeno je vlastito uređenje dijeljenja energije u energetske zajednice koje mora biti poticajno i olakšano.

Neke države članice EU razvijaju ili su već razvile lokalne mrežne tarife namijenjene za energetske zajednice. U pravilu su to snižene mrežne tarife koje se odnose na razmjenjenu energiju unutar zajednice (dijeljena energija), a ne i na preuzetu energiju iz mreže, tj. od opskrbljivača. U državama članicama različito se rješava u kojoj mjeri potrošači koji ne sudjeluju u zajednicama podmiruju gubitke ODS-a nastale smanjenjem mrežarine. Ipak, dugoročno gledano, aktiviranjem potrošača, povećanom kolektivnom osviještenosti i fleksibilnosti sustava, uz pomoć energetskih zajednica stvara se potencijal za smanjenje dodatnih ulaganja u ojačavanje elektroenergetske mreže.

2.2. Definicije u Hrvatskoj

U Hrvatskoj je većina definicija preslika europskih zakona i odredbi. U Zakonu o tržištu električne energije [5] energetska zajednica građana definirana je kao:

„pravna osoba osnovana na području RH, čiji se vlasnici ili članovi dobrovoljno udružuju kako bi ostvarili prednosti razmjene energije proizvedene i potrošene na određenom prostornom obuhvatu lokalne zajednice, koja djeluje temeljem zakona kojim se uređuje financijsko poslovanje i računovodstvo neprofitnih organizacija, a djeluje na temelju dozvole izdane u skladu sa zakonom kojim se uređuje energetski sektor i odredbama ovog Zakona“.

Definirano je da „vlasnik udjela ili član može biti fizička ili pravna osoba, uključujući tijelo jedinice lokalne samouprave, mikropoduzeće ili malo poduzeće čije je mjesto stanovanja, poslovnog nastana ili poslovnog prostora na području jedinice lokalne samouprave u kojoj je sjedište energetske zajednice građana.“ Za razliku od EU direktive, u Hrvatskoj su energetske zajednice građana ograničene na lokalnu jedinicu samouprave. Time je broj članova koji mogu sudjelovati u zajednici značajno ograničen. Energetska zajednica je dužna operatoru distribucijskog sustava dostaviti popis svih obračunskih mjernih mjesta (proizvodnje, potrošnje i skladištenja ako postoji) te ključ dijeljenja prema kojem se električna energija na dostavljenim obračunskim mjernim mjestima dijeli. Svako obračunsko mjerno mjesto mora biti priključeno na istu transformatorsku stanicu 10(20)/0,4 kV te opremljeno pametnim brojičkom. Dodatno je uvedeno ograničenje da priključna snaga u smjeru predaje električne energije u mrežu ne smije biti veća od 80% ukupne priključne snage u smjeru preuzimanja električne energije na svim obračunskim mjernim mjestima uključenim u zajednicu.

U Zakonu o obnovljivim izvorima i visokoučinkovitoj kogeneraciji definirana je zajednica obnovljive energije identično kao u EU Direktivi o obnovljivim izvorima. Ukupna priključna snaga proizvodnih

postrojenja zajednice ograničena je na 500 kW. Podjelu energije može voditi treća strana koja nije potrošač vlastite obnovljive energije.

2.3. Primjer energetske zajednice u Austriji

U sklopu istraživačkog dijela projekta provedeno je opsežno istraživanje i ostvaren je kontakt s relevantnim austrijskim akterima za energetske zajednice – članovima austrijskog Koordinacijskog centra za energetske zajednice, članovima EDA-e i članovima Wiener Netze-a (jedan od najvećih ODS-a u Austriji). Austrijski Koordinacijski Ured za energetske zajednice formiran je kao savjetodavno tijelo odgovorno za formiranje tamošnjih energetske zajednice. EDA je austrijska decentralizirana i otvorena platforma za razmjenu podataka za austrijski sektor električne energije. Predstavlja pružatelja usluga za austrijske operatore prijenosnih i distribucijskih sustava, a razmjena informacija je sigurna i standardizirana. Prema [6], korisnici mogu odabrati jedan od sljedeća tri načina povezivanja na platformi:

- korisnički portal: web platforma za upravljanje procesima za pružanje energetske usluga; određene poruke mogu se slati, primiti i obrađivati izravno na portalu; sudjelovanje je besplatno i podržava do 100 mjernih mjesta (točaka)
- e-mail povezivanje: za nisku do srednju frekvenciju razmjene podataka za sudionike s vlastitom softverskom aplikacijom za obradu i kreiranje poruka; sudionik prima .xml datoteke; podržano do 10000 mjernih mjesta (točaka)
- povezivanje komunikacijskom krajnjom točkom (PONTON X/P standard) : za tržišne sudionike s vrlo velikim volumenom razmjene podataka, koji imaju vlastitu IT infrastrukturu ili pružatelja IT usluga i vlastitu softversku aplikaciju za obradu i kreiranje poruka; broj mjernih mjesta (točaka) je neograničen

Prema podacima austrijskog Koordinacijskog Ureda za energetske zajednice [7], energetske zajednice obnovljivih izvora u Austriji geografski su ograničene na lokalno područje niskonaponske mreže ili regionalno područje sredjenaponske i niskonaponske mreže. Svi članovi moraju biti u području istog ODS-a od njih ukupno 120. Austrijski elektroenergetski sustav podijeljen je na 7 naponskih razina prema kojima se određuje prostorni karakter energetske zajednice.



Slika 1 Naponske razine i energetske zajednice u Austriji [7]

Detaljnim studijama i analizama uvedene su smanjene tarife mrežarine zbog prostorne blizine u iznosu od 57% za lokalne energetske zajednice i 28% za regionalne.

Energetske zajednice građana geografski nisu ograničene, moguće su unutar granica cijele Austrije. Članovi ne moraju biti unutar područja istog ODS-a, no zbog nepostojanja prostorne blizine za ovakve zajednice ne postoje tarifne redukcije.

Članovi zajednice sami određuju cijene za međusobno dijeljenje energiju unutar zajednice, a ODS-u moraju dostaviti ključ raspodjele kojeg besplatno smiju mijenjati jednom godišnje. Višak potrošnje nadomeštaju energijom preuzetom od opskrbljivača. ODS je dužan korisnicima i opskrbljivačima dati podatke o 15-minutnim mjerenjima najkasnije 1 dan retrospektivno te je odgovoran za raspodjelu proizvodnje između članova zajednice. U Austriji je moguće odabrati jedan od dva ključa raspodjele energije:

- Dinamički: podjela je proporcionalna stvarnoj potrošnji članova u 15-minutnim intervalima, a u slučaju nulte potrošnje energija se dodjeljuje ostalim članovima. Preostali višak injektira se u javnu mrežu. Ovim ključem moguće je iskoristiti više proizvedene energije unutar zajednice čime je raspodjela optimizirana.
- Statički: podjela prema fiksnim udjelima, limitirana na stvarnu potrošnju članova u 15-minutnim intervalima. U slučaju nulte potrošnje energija ostaje kao 'višak zajednice' i injektira se u javnu mrežu. Statički ključ je lakše shvatljiv članovima, no raspodjela nije optimizirana.

Energetska zajednica nije odgovorna za energiju uravnoteženja, osim ako sudjeluje na tržištu i električnu energiju prodaje trećoj strani van zajednice za što joj je neophodna licenca opskrbljivača električne energije. Opskrbljivač je dužan klasificirati svako obračunsko mjesto u bilančnu skupinu i unaprijed razjasniti postupanje s viškom proizvodnje. Ukoliko je zajednica vlasnik proizvodnog postrojenja, prihod od prodane energije nije dozvoljeno podijeliti među članovima; isti mora biti reinvestiran u samu zajednicu. Vlasnik postrojenja kao fizička osoba može ostvariti profit od prodaje viška energije, sve dok mu to nije primarna svrha. Energetska zajednica je odgovorna za izdavanje računa svojim članovima. Dakle, članovi dobivaju dva računa – jedan od svojih konvencionalnih opskrbljivača, a drugi od energetske zajednice.

2.4. Prednosti energetske zajednice

Prednosti energetske zajednice su mnogobrojne i za sudionike i za elektroenergetski sustav. Glavne prednosti za članove energetske zajednice su povećanje osviještenosti krajnjih korisnika o vlastitoj potrošnji električne energije te, pretpostavlja se, težnja za ekonomičnijom potrošnjom i kontrolom iste. Ključne prednosti su mogućnosti smanjenja troška za električnu energiju, integracija obnovljivih izvora energije koja korisnicima pruža veći stupanj neovisnosti o elektroenergetskoj mreži, te kolektivno sudjelovanje u korištenju 'čiste' električne energije. Osim ekonomskog benefita, potencijal je ostvariv i u socijalnom aspektu budući da se viškovi energije proizvedeni u zajednici mogu podijeliti uz dogovorenu cijenu između članova ili čak donirati besplatno. Cijena po kojoj članovi mogu dijeliti proizvedenu energiju trebala bi biti povoljnija za sve – proizvođaču je isplativije energiju prodati članovima zajednice nego opskrbljivaču po otkupnoj cijeni, a članovima je isplativije energiju kupiti iz zajednice nego po tržišnoj cijeni. Prednosti za elektroenergetski sustav su rasterećenje sustava budući se proizvedena energija troši učinkovito na mjestu proizvodnje i time nisu stvorena dodatna opterećenja za elektroenergetsku mrežu. Nema prijenosa energije te se smanjuju gubitci u prijenosnom i distribucijskom segmentu. Države članice su dužne odrediti poticajne tarife kako bi dijeljenje energije u zajednici bilo stimulirajuće.

3. WIFI ČITAČ MJERNIH PODATAKA

Zbog pojave sve većeg broja tržišnih aktera (npr. aktivni kupci, zatvoreni distribucijski sustavi, energetske zajednice, kupci s vlastitom proizvodnjom) sve je izraženija potreba za podacima koji su dostupni u realnom vremenu. Navedeni podaci su bitni i operatorima sustava kako bi se izbjegla inertnost sustava. Moguć je uvid u zbivanja u gotovo realnom vremenu čime se doprinosi neprekidnom, sigurnom i fleksibilnom radu elektroenergetskog sustava, a potrebe za električnom energijom su zadovoljene. U suradnji s HEP ODS-om pokrenut je Pilot projekt kojim će se čitač mjernih podataka (P1LINK) spojiti na

napredno brojilo krajnjeg korisnika te putem WiFi-ja prenositi mjerne podatke na vanjski sustav u oblaku. Isti podaci bit će dostupni korisnicima putem online platforme i jednostavnih izvješća.

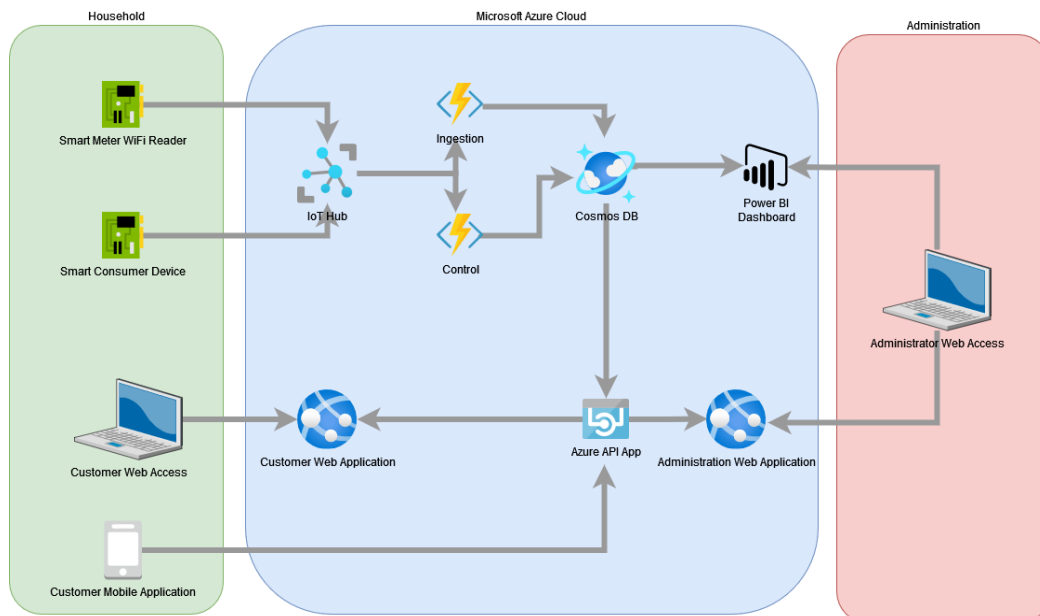
4. PLATFORMA ZA ENERGETSKE ZAJEDNICE

Platforma za energetske zajednice zamišljena je u obliku web platforme koja korisnicima, članovima energetske zajednice, pruža uvid u mjerne podatke o potrošnji i proizvodnji električne energije pomoću uređaja P1LINK. Cilj platforme je siguran pristup, vizualizacija i analiza mjernih podataka korisnika. Pregled raspodjele energije u zajednici i uvid u podrijetlo energije (iz elektroenergetske mreže ili iz solarne elektrane zajednice) uz prikazane cijene za svaku stavku zasigurno će rezultirati povećanim korištenjem obnovljive i čiste električne energije uz posljedično smanjenje emisija CO₂ i troška za članove zajednice. Trenutna i transparentna dostupnost uvelike će potaknuti i olakšati uvođenje energetskih zajednica u postojeći elektroenergetski sustav.

4.1. Prednosti energetskih zajednica

Energetska zajednica promatrana u razvojnom projektu sastoji se od članova kućanstva koji imaju napredno brojilo i pametni WiFi čitač podataka. Izvori električne energije za zajednicu ostaju njihovi odabrani opskrbljivači i fotonaponski sustavi same zajednice (vlasnik postrojenja može biti zajednica ili pojedinac/i). Microsoft Azure je odabran za cloud platformu, a Azure usluga IoT Hub koristi se za grupiranje uređaja i pružanje usluga. Nakon što se P1LINK instalira i konfigurira u kućanstvu, povezuje se putem Wifi-a i na IoT Hub. Čitač IoT Hubu periodički šalje zahtjeve i prikuplja rezultate iz Huba. IoT Hub je povezan s bazom podataka Cosmos DB putem raznih Azure funkcija. Baza je izravno povezana s Power BI-em gdje su kreirane vizualizacije pohranjenih podataka u bazi. Trenutne aktivnosti su usmjerene na razvoj sučelja aplikacijskog programa (eng. API, Application programme interface). Na slici 1 prikazana je shema platforme.

Razvoj pametnog uređaja za potrošnju (Smart Consumer Device) planira se u budućim fazama projekta. Korisnicima bi bila omogućena kontrola potrošnje električne energije na satnoj ili financijskoj osnovi. Korisnici bi mogli odrediti vrijeme paljenja uređaja, npr. perilice rublja u vrijeme kad im je to financijski najisplativije. Pametnim uređajem za potrošnju također bi upravljale Azure funkcije za kontrolu.

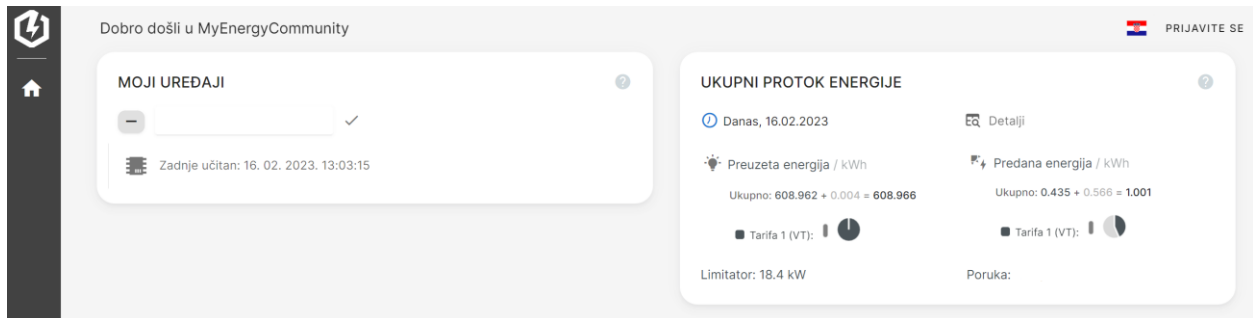


Slika 2 Arhitektura platforme

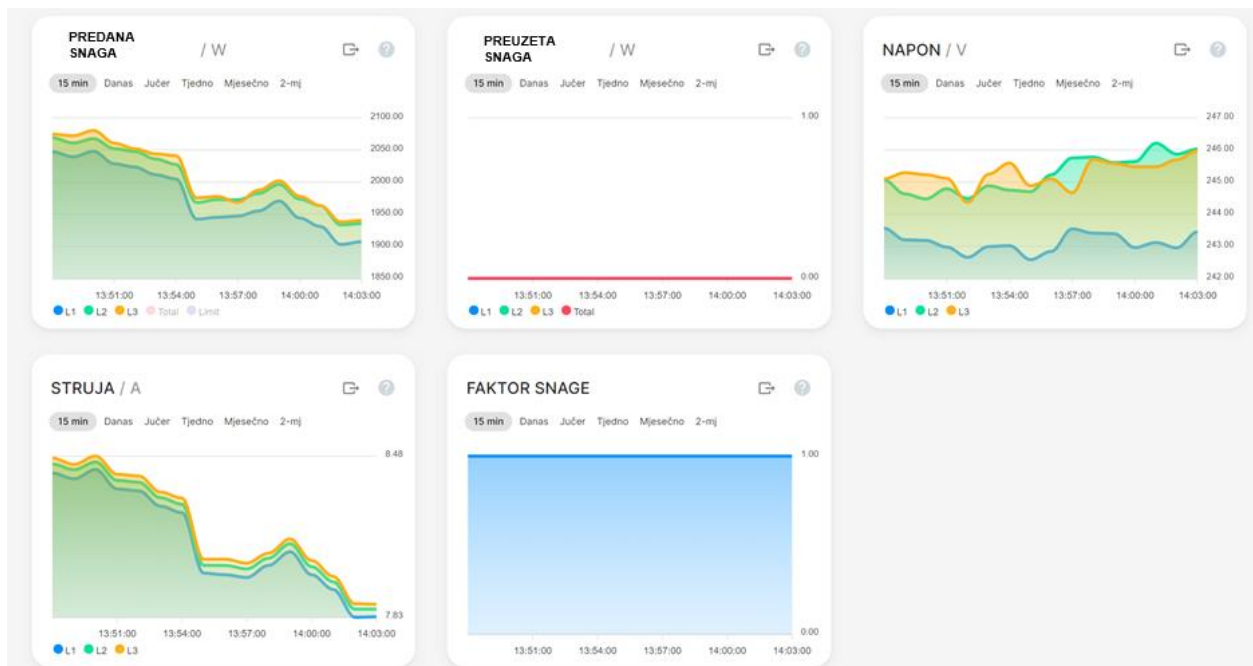
4.2. Prikaz mjerenja/sučelja

Prva verzija sučelja razvijena je uz definiran popis informacija i mjernih podataka koji trebaju biti vizualizirani, a bitni su krajnjem korisniku. Svaki korisnik sučelju pristupa putem ID-a svog uređaja.

Omogućen je pristup trenutnim i povijesnim podacima prikupljenim naprednim WiFi čitačem. Moguće je odabrati više vremenskih intervala mjernih podataka – dnevni, tjedni, mjesečni ili godišnji pregled. Grafički su prikazani preuzeta snaga, predana snaga, faktor snage, napon i struja. Korisniku je dostupan izvoz podataka u excel formatu, u željenim vremenskim intervalima. Na slikama 4 i 5 nalazi se prikaz korisničkog sučelja za trofaznog korisnika koji ima instaliranu sunčanu elektranu.



Slika 3 Korisničko sučelje trofaznog krajnjeg korisnika - prvi dio



Slika 4 Korisničko sučelje trofaznog krajnjeg korisnika – drugi dio

Na slici 4 preuzeta energija iz mreže iznosi 0 W iako je korisnik spojen na elektroenergetsku mrežu (nije u izoliranom pogonu). Razlog tome je što se sva potrošnja može zadovoljiti s trenutno proizvedenom energijom iz sunčane elektrane, a preostali višak se šalje u elektroenergetsku mrežu (predana snaga).

5. CILJEVI I BUDUĆI RAD

Kao što je već navedeno, glavni cilj projekta je uspostavljanje funkcionalne platforme za praćenje podataka o potrošnji, proizvodnji i dijeljenoj električnoj energiji u energetske zajednici. Budući rad na projektu obuhvaća nekoliko faza:

1. Postavljanje WiFi čitača kod krajnjih korisnika – krajnji korisnici će u sklopu pilot projekta dobiti uređaj koji će se spojiti na njihovo pametno brojilo i putem WiFi-ja slati podatke o potrošnji. Cilj je postaviti WiFi čitače kod što raznovrsnijih kategorija krajnjih korisnika (proizvođača, potrošača, kupaca s vlastitom proizvodnjom ili korisnika samoopskrbe) zbog što boljeg inputa za izradu modela raspodjele energije u zajednici. Općenito, u energetske zajednici je energetski balans bolji usred sudjelovanja raznovrsnih kategorija korisnika mreže.
2. Testiranje platforme za krajnje korisnike – nakon postavljanja uređaja kod krajnjih korisnika testirat će se rad platforme i dostupnost podataka te ispravljati moguće poteškoće ukoliko se pojave.
3. Razvitak modela dijeljenja energije – jedan od ključnih ciljeva je razvoj modela podjele električne energije unutar zajednice. Zadatak je vrlo izazovan budući je broj mogućih varijacija i podjela neograničen, a korisnici se međusobno mogu dogovoriti o ključu dijeljenja energije, odnosno o načinu njezine raspodjele. Korisnici su HEP ODS-u dužni dostaviti ključ dijeljenja barem 15 dana prije sljedećeg obračunskog razdoblja. Cilj ovih modela je olakšati korisnicima raspodjelu i, uz dodatak tržišnih cijena, pružiti im uvid u energetske tokove i troškove koje odabrana raspodjela uzrokuje.
4. Razvoj Smart Consumer Device-a (skup uređaja kojima upravlja IoT Hub) – planiran je razvoj algoritama trgovanja i funkcionalnosti upravljanja potrošačima, kao i razvoj modula za izvještavanje, naplatu i fakturiranje.
5. Organiziranje energetske zajednice građana – na samom kraju projekta cilj je rad na projektu provesti u praksi – organiziranjem energetske zajednice građana. Time bi se sve faze dodatno analizirale i ispitale, a eventualni novonastali izazovi pružili bi bogato iskustvo i sveobuhvatno znanje o funkcioniranju projektnog zadatka u praksi.

Finalni produkt, nakon razvoja svih navedenih faza projekata, bio bi kompletan sustav koji olakšava praćenje, kontrolu, prodaju i razmjenu električne energije u energetske zajednici građana.

6. ZAKLJUČAK

Kako bi se postigli ambiciozni ciljevi Europskog zelenog plana i paketa mjera Fit for 55, potrebno je značajno ubrzati energetske tranziciju. Građani su stavljeni u središte tranzicije, kao glavni nositelji. Novi pojmovi energetske zajednice građana imaju za cilj promicanje građanske energije i poticanje integracije sve većeg broja sunčanih elektrana. Energetske zajednice su skupine krajnjih korisnika i malih poduzeća kojima je cilj proizvodnja, potrošnja, skladištenje, agregacija električne energije. Članovima zajednice omogućeno je dijeljenje energije proizvedene unutar proizvodnih postrojenja zajednice, prodavanje viška proizvedene energije članovima zajednice, ostvarivanje ušteda i promicanje kolektivne ekološke osviještenosti. Vlasnici solarnih postrojenja bi ostvarili veći profit od prodaje električne energije članovima zajednice nego od prodaje opskrbljivaču po otkupnoj cijeni, a članovima zajednice (potrošačima) isplativije je kupiti električnu energiju od člana zajednice nego od opskrbljivača po tržišnoj cijeni. Za elektroenergetski sustav prednost je izravna potrošnja električne energije na mjestu ili lokalno ograničeno od samog mjesta proizvodnje. Time se smanjuju gubitci u prijenosu, a elektroenergetska mreža se rasterećuje. Članovi zajednice potaknuti su na dijeljenje električne energije smanjenim ili ukinutim mrežnim naknadama što im ostavlja prostor za određivanje cijena energije za međusobno dijeljenu energiju. Kako bi se energetski tokovi u zajednici mogli pratiti i kontrolirati, a energija učinkovitije koristiti, ključno je imati informacije o tokovima električne energije u stvarnom vremenu. Cilj razvojnog projekta je kreiranje rješenja za navedenu barijeru – platforme za energetske zajednice na kojoj bi korisnici imali uvid u potrošnju i proizvodnju električne energije u skoro stvarnom vremenu. Očitavanja mjernih podataka poslana su putem razvijenog WiFi čitača koji se spaja na napredno brojilo krajnjeg korisnika. Na korisničkoj platformi dostupna je vizualizacija mjernih podataka i električnih tokova. Raspodjela električne energije unutar zajednice ili ključ dijeljenja ključan je faktor za sve članove zajednice. U sklopu projekta analizira se nekoliko ključeva dijeljenja energije te je uz pridodane cijene električne energije moguće odrediti trošak i ostvarenu uštedu za krajnje korisnike. Završni produkt je

sustav koji obuhvaća praćenje, kontrolu, prodaju i razmjenu električne energije u energetske zajednici građana. Time se omogućava realizacija energetske zajednice u praksi, promoviranje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora, poticanje građanske energije. Solarne elektrane tako postaju ekonomski isplativije, a dugoročno se ostvaruje cilj od smanjenja emisija CO₂ i pozitivan učinak za okoliš, klimu i planet. Testiranje jednog od prvih ovakvih sustava u stvarnom okruženju dat će značajan doprinos stečenim znanjima i vještinama u ovom još nedovoljno istraženom i nerazvijenom, ali izazovnom području.

7. LITERATURA

- [1] Vijeće Europske unije, Fit for 55, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>, 2022.
- [2] Achille Hannoset, Leen Peeters, and Andreas Tuerk. Energy communities in the eu task force energy communities. URL: https://www.h2020-bridge.eu/wp-content/uploads/2020/01/D_3_2019.
- [3] Innovation Norway, Business Development and Innovation Croatia web site, <https://www.innovasjon Norge.no/croatiainnovation/>, 23. Studeni, 2022.
- [4] European Union, Directive (eu) 2019/944 of the european parliament and of the council of 5 june 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending directive 2012/27. *J. Eur. Union*, 158:125-199, 2019.
- [5] A EU, Directive (eu) 2018/2001 of the european parliament and of the council of 11 december 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources. *Off. J. Eur. Union*, 5:82-209, 2018.
- [6] EDA, Energiegemeinschaften, <https://www.eda.at/energiegemeinschaften>
- [7] Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften, Energiegemeinschaften in Österreich, <https://energiegemeinschaften.gv.at/>, 2022.