

DOI: [10.46793/CIGRE37.C5.07](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.C5.07)

C5.07

ANALIZA MOGUĆNOSTI P2P (PEER TO PEER) SNABDEVANJA U REPUBLICI SRBIJI

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF P2P (PEER-TO-PEER) SUPPLY IN THE
REPUBLIC OF SERBIA

Dunja Grujić, Miloš Kuzman *

Kratak sadržaj: Kako u ukupnoj potrošnji električne energije povećati udeo električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije pitanje je koje već neko vreme zaokuplja pažnju stručne javnosti koja se bavi energetsom tranzicijom. Kako bi zadovoljio sve učestalije potrebe koje zahteva energetska tranzicija, distributivni elektroenergetski sistem iz pasivnog prelazi u aktivan sa značajnim brojem priključenih distribuiranih izvora električne energije. Navedeno, između ostalog, dovodi do promena tokova snaga, težeg upravljanja sistemom, povećanja gubitaka, potrebama za investicije u mrežu u smislu povećanja kapaciteta, automatizacije i digitalizacije. Usled trenutnog stanja distributivnog sistema, ograničenih kapaciteta za priključenje novih proizvodnih jedinica iz varijabilnih izvora energije, kao i nedostatka balansne rezerve neophodno je intenzivno raditi na unapređenju elektroenergetskog sistema, ali i na razvoju različitih tržišnih mehanizama koji će biti podrška energetske tranziciji. Jedan od takvih tržišnih mehanizama je i koncept P2P (*peer to peer*) snabdevanja koji će biti analiziran u ovom radu. Razmatraće se prednosti i nedostaci pomenutog koncepta kao i mogućnosti za njegovu implementaciju u Republici Srbiji. Biće sagledani i tehnički uslovi za primenu ovog mehanizma, ali takođe i potrebe za izmenom regulative, kao i socijalni i ekonomski uticaj na različite učesnike na tržištu električne energije na koje uvođenje P2P snabdevanja ima uticaja.

Ključne reči: *Energetska tranzicija, obnovljivi izvori energije, tržište električne energije, P2P (peer to peer) snabdevanje*

Abstract: How to increase the share of electricity produced from renewable energy sources in the total electricity consumption is a question that has been attracting the attention of the professional public dealing with the energy transition for some time. In order to meet the increasingly frequent needs required by the energy transition, the distribution power system is transitioning from passive to active with a significant number of connected distributed electricity sources. This, among other things, leads to changes in power flows, more challenging system management, increased losses, and the need for investments in the grid in terms of capacity expansion, automation, and digitalization.

* Dunja Grujić, Flaner d.o.o, dunja.grujic@flaner.rs

Miloš Kuzman, Udruženje za pravo energetike Srbije, milos.kuzman@upes.rs

Due to the current state of the distribution system, limited capacity for connecting new generation units from variable energy sources, and the lack of balancing reserves, it is essential to focus intensively on improving the power system, as well as developing various market mechanisms that will support the energy transition. One such mechanism, which will be analyzed in this paper, is the concept of peer-to-peer (P2P) supply. The advantages and disadvantages of this concept will be examined, as well as the possibilities for its implementation in the Republic of Serbia. Technical conditions for the application of this mechanism will be considered, along with the need for regulatory changes and the social and economic impact on different market participants affected by the introduction of P2P supply.

Key words: *Energy transition, renewable energy sources, electricity market, P2P (peer-to-peer) supply*

1 UVOD

U prethodnim godinama došlo je do ubrzavanja energetske tranzicije kroz priključenje značajnih kapaciteta za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije (u daljem tekstu: OIE). Naredni period bi trebalo da donese još intenzivniji prelazak sa korišćenja fosilnih goriva na OIE, posebno imajući u vidu evropske ciljeve postizanja ugljenične neutralnosti do 2050. godine [1]. Navedeni proces doneo je mnoštvo izazova, između ostalog i u upravljanju elektroenergetskim sistemom, regulacijom napona, balansiranjem sistema, povećanjem gubitaka, sigurnošću snabdevanja, kao i potrebu za novim investicijama u sistem kako bi novi korisnici sistema mogli da se priključe.

Kako bi se pomenuti izazovi delimično prevazišli razvijaju se nove vrste učesnika na tržištu kao što su npr. skladištari, ali i novi tržišni modeli poslovanja kao što su npr. agregatori, energetske zajednice građana i zajednice OIE [2,3]. Sa istim ciljem, RED II Direktiva 2018/2001 Evropske Unije [4] definiše i mogućnost *peer-to-peer* snabdevanja (u daljem tekstu: P2P). Model P2P funkcioniše u Australiji, Kini i Japanu ali i brojnim zemljama Evrope, među kojima prednjače Nemačka, Velika Britanija, Holandija i skandinavske zemlje. Pokrenut je i nemali broj projekata u cilju promocije, podsticaja i razvoja P2P modela, kao što su npr. *Powerpeers* [5] i *Quartierstrom* [6].

U ovom radu analiziran je pre svega sam P2P model, potom i njegove prednosti i nedostaci, iskustva u primeni modela u evropskim zemljama, kao i mogućnosti njegove primene u Republici Srbiji.

2 P2P MODEL [7-14]

Usled izazova koje sa sobom nosi energetska tranzicija širom sveta se promovišu modeli proizvodnje električne energije za sopstvene potrebe, naročito iz OIE, između ostalog kroz subvencije za početnu investiciju u proizvodne objekte iz OIE i podsticajne modele obračuna kao što su npr. neto merenje ili fid-in tarife. Konceptom proizvodnje električne energije za sopstvene potrebe električna energija se troši bliže mestu proizvodnje, što doprinosi energetske efikasnosti, smanjenju gubitaka, lakšem upravljanju elektroenergetskim sistemom, njegovom rasterećenju i većoj fleksibilnosti, oslobađanju kapaciteta za priključenje novih korisnika sistema bez velikih investicija, kao i smanjenju troškova električne energije.

Oslanjajući se na uočene pozitivne efekte upotrebe pomenutog koncepta počeo je i razvoj P2P modela snabdevanja kao još jedan od vidova podsticaja.

P2P model se zasniva na ideji da učesnici na tržištu koji proizvode električnu energiju za sopstvene potrebe, višak proizvedene električne energije prodaju direktno drugim učesnicima na tržištu, kako bi se energija što je moguće efikasnije koristila. Prema drugim modelima, višak energije učesnik na tržištu može ili skladištiti (pri čemu ima značajne investicione troškove skladišta) ili isporučivati u mrežu. Korišćenjem ovih modela može doći do opterećenja elektroenergetskog sistema i zauzimanja kapaciteta, uz neretko neadekvatne prihode od isporučene energije. Upravo u tome leži dodatna prednost P2P snabdevanja u odnosu na druge tržišne modele.

U P2P modelu mogu učestvovati isključivo učesnici na tržištu koji proizvode električnu energiju iz OIE za sopstvene potrebe (kupci-proizvođači ili aktivni kupci) i svi učesnici na tržištu kojima je potrebna električna energija (kao što su krajnji kupci, kupci-proizvođači ili skladišta). U pojedinim konceptima dozvoljeno je i proizvođačima iz OIE, koji proizvedenu električnu energiju ne koriste za sopstvenu potrošnju, učešće u P2P modelu, ali ovo je više izuzetak nego pravilo.

Učesnici na tržištu koji učestvuju u P2P modelu zadržavaju svoja prava i obaveze definisane propisima. Tako, na primer, krajnji kupci koji kupuju električnu energiju putem P2P i dalje imaju prava i obaveze krajnjih kupaca, između ostalog, u smislu priključenja na sistem, pristupa sistemu i balansne odgovornosti.

2.1 Trgovina električnom energijom u P2P modelu

Trgovina električnom energijom, između učesnika na tržištu koji imaju viškove električne energije i onih kojima je ista potrebna, može se obavljati direktno ili preko agregatora kao posrednika. P2P snabdevanje ne predstavlja fizičku isporuku električne energije tj. celokupna energija koju proizvođači proizvedu i ne potroše za sopstvene potrebe biće isporučena u elektroenergetski sistem i celokupna energija koju kupci potroše biće preuzeta iz sistema. P2P model snabdevanja je zapravo „administrativna“, „virtuelna“ prodaja i kupovina električne energije preko digitalne platforme. Proizvođači nude energiju u trenucima kada imaju višak, dok kupci kupuju energiju ukoliko im je potrebna i ukoliko im odgovara cena.

Odnos između kupaca i proizvođača električne energije definiše se tzv. pametnim ugovorima, koji su zapravo računarski programi. Pametnim ugovorima se unapred definišu uslovi prodaje, odnosno kupovine, prati njihovo ispunjavanje i po ispunjenju uslova trgovina se automatski izvršava bez posrednika – tj. proizvođač prodaje energiju, kupac kupuje i plaća proizvođaču. Može se primetiti da pametni ugovori zahtevaju minimalno angažovanje kupca i proizvođača. Plaćanje se može obaviti nakon trgovine, ali je značajno češća situacija da kupac unapred uplaćuje kredit koji se naknadno koristi za kupovinu energije.

S obzirom na to da je sve unapred definisano i da realizacijom pametnih ugovora rukuje softver, nema dodatnih troškova posrednika kao što su snabdevači ili operatori sistema te nema ni dodatnih provizija snabdevača u smislu nadoknada za izvršenu uslugu trgovine energijom. Učesnici u P2P konceptu često imaju samo troškove registracije na platformu za P2P trgovinu i eventualno mesečnu pretplatu na korišćenje platforme ili proviziju za izvršenu kupovinu energije koji su u praksi značajno niži od provizija snabdevača.

Platforme i pametni ugovori za P2P trgovinu zasnivaju se na *Blockchain* tehnologiji. *Blockchain* u ovom slučaju funkcioniše kao decentralizovana baza podataka u kojoj se čuvaju podaci o korisnicima platforme, uslovima prodaje i kupovine električne energije, izmerenim vrednostima proizvedene i potrošene električne energije, cenama, obračunima električne energije, izvršenim transakcijama i drugo. Podaci se čuvaju trajno, uz najviše standardne zaštite podataka, u „kockama“ (*blocks*) koje su međusobno povezane „lancima“ (*chain*).

2.2 Ugovori o snabdevanju, pristup sistemu i balansna odgovornost

Učesnici na tržištu koji se opredele za prodaju, odnosno kupovinu električne energije putem P2P snabdevanja za tu količinu električne energije koju prodaju, odnosno kupe putem P2P imaće zaključene pametne ugovore kao potvrdu o realizovanoj trgovini.

Kupci i proizvođači se mogu opredeliti da celokupnu energiju kupuju putem P2P ali takođe, u cilju optimizacije svojih troškova, mogu koristiti i kombinovani sistem, gde će deo prodavati, odnosno kupovati putem P2P modela, a deo klasičnim ugovorima o snabdevanju gde posebno ugovaraju uslove snabdevanja, a naročito količine električne energije i cene.

Neophodno je rešiti pitanje pristupa sistemu i balansne odgovornosti za svakog učesnika na tržištu, odnosno korisnika sistema zasebno, te tako i za one koji koriste P2P snabdevanje. S obzirom na to da se celokupna električna energija isporučuje u elektroenergetski sistem odnosno iz njega preuzima, i kupac i proizvođač električne energije će biti dužni da regulišu pristup sistemu i balansnu odgovornost za celokupnu preuzetu odnosno isporučenu energiju.

3 DODATNE MOGUĆNOSTI UPOTREBE P2P MODELA SNABDEVANJA [7-14]

Upotrebom *blockchain* tehnologije obezbeđuje se trajno čuvanje podataka na transparentan i siguran način. S obzirom na tu pogodnost, može se pratiti istorija prodaje i kupovine električne energije putem P2P modela. Analizom prethodnih transakcija ali i upotrebom naprednih mogućnosti veštačke inteligencije i različitih prediktivnih modela može se vršiti prognoza budućih aktivnosti na platformi kako bi trgovina bila što efikasnija. Koriste se različite metode, od klasičnih matematičkih modela do kompleksnih analiza ljudskih navika i ponašanja, u cilju što preciznijih prognoza.

Cilj je sa što većom sigurnošću prognozirati proizvodnju električne energije iz varijabilnih OIE (pre svega solarnih elektrana) kao i ponašanje kupaca u smislu potreba za električnom energijom. Na taj način može se vršiti procena raspoložive i potrebne električne energije za prodaju, odnosno kupovinu putem P2P modela.

Sprovođenje energetske tranzicije dovodi do sve veće penetracije OIE u elektroenergetske sisteme ali i potrebe da se uz što manje investicione troškove omogući integracija dodatnih proizvodnih kapaciteta iz OIE kao i da se smanje zagušenja u mreži koja se javljaju naročito usled stohastičke proizvodnje iz varijabilnih OIE. Jedno od rešenja je sigurno i P2P snabdevanje i mogućnosti koje pruža *blockchain* tehnologija koje će biti opisane u produžetku.

3.1 Upravljanje potrošnjom

Predikcije koje pruža P2P model mogu biti značajne za ubrzanje energetske tranzicije. Pre svega raspolagaće se boljom prognozom proizvodnje proizvodnih objekata iz OIE što je osnova za upravljanje potrošnjom u smislu njenog prilagođavanja proizvodnji. Time će se doprineti rasterećenju sistema, lakšem balansiranju i upravljanju, a takođe i smanjenju troškova za sve učesnike na tržištu.

Prvenstveno se sopstvena potrošnja proizvođača iz OIE može prilagoditi proizvodnji tako da višak koji se isporučuje u elektroenergetski sistem bude što manji (npr. kupci-proizvođači mogu planirati potrošnju električne energije u periodima kada njihova elektrana proizvodi električnu energiju).

Potom, cena električne energije u periodima kada postoji višak može biti nešto niža od tržišne cene električne energije po kojoj krajnji kupci kupuju električnu energiju od snabdevača klasičnim načinima snabdevanja (što nije teško postići jer neće postojati provizija snabdevača), a nešto viša od cene po kojoj snabdevači otkupljuju višak električne energije od kupaca-proizvođača. Na taj način obe strane će imati interes – pre svega proizvođači da troše električnu energiju koju sami proizvedu (jer u tom slučaju energijom koju su sami proizveli menjaju kupovinu električne energije po potencijalno višoj ceni), potom da višak energije prodaju po P2P modelu jer će imati veće prihode nego da prodaju snabdevaču energiju po nižoj ceni, dok će kupci imati interes da kupe energiju po P2P modelu jer će biti jeftinija od energije koju mogu da kupe klasičnim modelima. Pomenuto predstavlja implicitno upravljanje potrošnjom koje je prirodna reakcija učesnika na tržištu na cenovne signale.

Implicitno upravljanje se takođe može postići i dugoročnijim ugovorima o P2P snabdevanju (ili klasičnim ugovorima o snabdevanju) sa dinamičkim cenama tj. nižim cenama električne energije u periodima kada u sistemu postoji višak energije i obrnuto [15].

Najčešće se upravlja se sistemima za grejanje i hlađenje prostora i vode, kao i frižiderima, odnosno zamrzivačima. U industrijskim kompleksima može se upravljati i pojedinačnim mašinama, odnosno proizvodnim pogonima u zavisnosti od internih instalacija u okviru fabrike.

3.2 Agregatori i P2P model snabdevanja

Kako bi se pomenuti efekti upravljanja potrošnjom umnožili važno je istaći da agregatori mogu imati značajnu ulogu tako što će objediniti u svojoj agregatorskoj grupi veći broj učesnika na tržištu (pre svega kupaca i kupaca-proizvođača i eventualno skladišta) koji će se snabdevati po P2P modelu. Agregator će za sve članove grupe preuzeti na sebe regulisanje balansne odgovornosti jer je regulisanje balansne odgovornosti za pojedinačne učesnike na tržištu izuzetno kompleksno i često neisplativo.

Agregator može upravljati potrošnjom članova grupe eksplicitno, zaključenjem ugovora, pri čemu se članovi i agregator međusobno dogovaraju o uslovima i trajanju upravljanja potrošnjom. Sve opisano bi moglo da se primeni u okviru P2P modela snabdevanja tako da se viškovi energije koje članovi grupe imaju potroše od strane članova agregatorske grupe. Takođe, agregator članovima grupe može davati naloge da povećaju, odnosno smanje potrošnju, ili da pune i prazne skladište, u skladu sa cenovnim signalima na tržištu ili u cilju smanjenja troškova debalansa, kako bi svi članovi i sam agregator imali što bolje finansijske efekte [16].

Agregator može, pored navedenog, učestvovati i u pružanju pomoćnih usluga operatorima sistema, kao i u redispečingu, te i sa tom namerom može upravljati članovima agregatorske grupe koji koriste P2P model snabdevanja i time još povećati pozitivne efekte ovakvog tipa organizovanja.

3.3 Skladišta električne energije i P2P model snabdevanja

P2P model snabdevanja može se koristiti za organizaciju punjenja i pražnjenja skladišta električne energije, tako da se skladište puni kada ima dovoljno energije i kada je prirodno, usled pravila ponude i potražnje, cena najpovoljnija, a da se prazni kada nema dovoljno energije u sistemu odnosno kada je cena energije najskuplja.

P2P model snabdevanja se može koristiti i za planiranje punjenja baterija električnih vozila. Potrebno je definisati parametre punjenja kao što je vreme u koje korisnik želi da ima do zadatog procenta punu bateriju. Softver će računati koliko vremena je potrebno da bi se ispunio zahtev i puniće bateriju u trenucima kada je cena najpovoljnija i kada je to najbolje sa aspekta sistema. Pored toga, može se dozvoliti i pražnjenje baterije električnog automobila u slučaju da u sistemu nema dovoljno energije ili u slučaju visokih cena električne energije pri čemu se baterija ponaša kao klasično skladište.

3.4 P2P model snabdevanja i udruživanje [17]

S obzirom na rastući broj energetske zajednice građana i zajednice OIE (u daljem tekstu: zajednice) potrebno je analizirati i uticaj P2P modela snabdevanja na njih.

Uobičajeno je da članovi zajednica imaju posebne načine međusobne raspodele energije, kao i obračuna. Međutim, za očekivati je da i oni imaju pravo učešća u P2P snabdevanju s tim što je pretpostavka da će kupci iz zajednice moći da kupuju energiju ali da proizvođač u vlasništvu zajednice u većini slučajeva neće moći da prodaje energiju, jer će biti proizvođač koji celokupnu energiju isporučuje u elektroenergetski sistem.

3.5 Dodatne mogućnosti *Blockchain* tehnologije i P2P snabdevanja

Blockchain tehnologija i P2P snabdevanje mogu podržati i izdavanje garancija porekla za električnu energiju kojom se trguje ali takođe i upotrebu kriptovaluta za obavljanje transakcija, kao i investiciona ulaganja u buduće projekte OIE. Predmetna inovativna tehnologija može biti jedna od ključnih tačaka za uspešniji nastavak energetske tranzicije.

4 GEOGRAFSKI RASPORED KUPACA I PRODAVACA ELEKTRIČNE ENERGIJE U P2P MODELU SNABDEVANJA [9-14, 18, 19]

S obzirom na to da se ne radi o fizičkoj isporuci električne energije, P2P snabdevanje ne mora da se odvija između fizički bliskih objekata – oni mogu biti i kilometrima udaljeni jedni od drugih. Međutim, ovakvo rešenje nije najbolje jer potencijalno neće uticati pozitivno na elektroenergetski sistem u smislu smanjenja gubitaka, sprečavanja zagušenja, lakšeg balansiranja i oslobađanja kapaciteta mreže.

Zbog navedenog, povoljnija situacija za sistem, a samim tim i za energetske tranzicije generalno, je situacija gde se P2P snabdevanje vrši upravo između geografski bliskih objekata učesnika na tržištu (idealno onih koji su povezani na isti izvod transformatorske stanice). Tada će se upravo ispoljiti svi pozitivni efekti koje P2P snabdevanje sa sobom donosi, iako ni efekti snabdevanja međusobno udaljenih objekata nisu zanemarivi.

Pored navedenog, P2P snabdevanje svoj puni smisao dobija u slučaju mikromreža. U okviru jedne mikromreže, koja se nalazi na jednoj ograničenoj površini, mogu se nalaziti proizvođači, kupci-proizvođači, skladišta, kao i krajnji kupci. Mikromrežom bi, u sklopu trenutne postavke tržišta električne energije, mogao da upravlja operator mikromreže ili agregator.

Mikromreža bi mogla da bude:

- povezana na elektroenergetski sistem pri čemu bi imala jednu ili više tačaka razmene energije sa operatorom distributivnog ili prenosnog sistema, pri čemu bi operator mikromreže plaćao operatoru sistema pristup sistemu, i sve troškove bi (između ostalog trošak pristupa, investicija i održavanja postojeće infrastrukture mikromreže) delio na članove mikromreže u skladu sa njihovim korišćenjem mikromreže. Svakako bi ti troškovi bili niži od troškova pristupa globalnom elektroenergetskom sistemu,

- nezavisna od elektroenergetskog sistema. Ovaj koncept je značajno složeniji od prethodno opisanog. Iako bi doneo veće prihode učesnicima na tržištu u okviru mikromreže početna investicija je često previsoka da bi bila isplativa u razumnom roku. Potrebno je izgraditi infrastrukturu, pre svega u smislu mreže, a potom i objekte za proizvodnju energije uz obezbeđivanje dovoljne balansne rezerve (očekivano kroz skladišta električne energije). S obzirom na to ne deluje realno za očekivati da će se ovakvi modeli mikromreža pojaviti u skoroj budućnosti iako već postoje primeri u udaljenim naseljenim predelima gde su ovakva rešenja jeftinija od širenja globalnog elektroenergetskog sistema (npr. sever Skandinavije).

Za učesnike na tržištu u okviru pomenutih mikromreža troškovi pristupa sistemu, balansiranja i energije bi bili najniži mogući u slučaju da se primenjuje P2P model snabdevanja u kombinaciji sa upravljanjem potrošnjom od strane operatora mikromreže ili agregatora.

Upravljanje bi se vršilo sa ciljem postizanja što većih prihoda i što nižih troškova učesnicima na tržištu u okviru mikromreže pri čemu bi moglo da se upravlja potrošnjom tako da se ona prilagođava proizvodnji proizvođača iz OIE sa ciljem što veće proizvodnje energije iz OIE i što veće potrošnje proizvedene električne energije u periodima kada se proizvodi. Time bi se upotreba OIE povećala, potreba za skladištenjem smanjila, a isto tako bi se smanjilo preuzimanje energije iz globalnog elektroenergetskog sistema. Ukoliko bi proizvođači bili u okviru mikromreže tada bi globalni operator sistema isporučivao manje količine energije operatoru mikromreže jer bi upravo proizvođači u okviru mikromreže zadovoljavali deo potreba krajnjih kupaca za električnom energijom. Naravno, pored toga upravljanje bi moglo da se vrši i u cilju smanjenja troškova debalansa.

5 ANALIZA UPOTREBE P2P MODELA SNABDEVANJA U OKVIRU PROJEKTA *POWERPEERS* [5]

Projekat *Powerpeers* započeo je 2018. godine tako što je kompanija *Vattenfall* osnovala kompaniju *Powerpeers* kao snabdevača koji snabdeva tržište isključivo energijom iz OIE. Ugovor o snabdevanju energijom iz OIE sa fiksnom i varijabilnom cenom mogu u okviru ovog projekta zaključivati fizička i pravna lica, a *Powerpeers* nudi snabdevanje električnom energijom, obnovljivim gasovima, gasovima koji zamenjuju ugljen dioksid ili kombinacijom ovih gasova. Važno je napomenuti da se korisnici usluga *Powerpeersa* nalaze isključivo na teritoriji Holandije, gde je i sedište *Powerpeersa*.

Powerpeers vrši povezivanje korisnika putem *blockchain* tehnologije tako što spaja korisnike koji generišu energiju iz OIE za sopstvene potrebe i proizvode višak energije u odnosu na sopstvene potrebe, kao i korisnike koji to ne čine ali žele da se snabdevaju energijom iz OIE. Primarni izvor električne energije u okviru *Powerpeers* je energija sunca iz solarnih panela koji su postavljeni na domaćinstva, ali takođe i energija vetra, biogasovi ali i mini hidroelektrane.

Glavni cilj osnivanja *Powerpeersa* je bilo stvaranje klimatski neutralne kompanije u sklopu strategije da Evropska Unija, a samim tim i Holandija, budu klimatski neutralne do 2050. godine [1]. U toku više od šest godina rada, *Powerpeers* je znatno povećao broj korisnika, jer se videlo da ovakav model odgovara i proizvođačima energije koji višak proizvedene energije prodaju uz niže troškove posredovanja, kao i kupcima koji se snabdevaju po nižim cenama u odnosu na tradicionalne modele.

Osnovna prednost ovakvog P2P modela u odnosu na tradicionalne je fleksibilnost što korisnici najčešće ističu. Na primer, desiće se da jedno domaćinstvo pribavi u jednoj kalendarskoj godini dva električna vozila za koja im je potrebna dodatna količina električne energije. Preko *Powerpeers* platforme oni mogu na osnovu procenjene potrošnje vozila da unapred po fiksnoj ceni planiraju svoje troškove, i da takav ugovor zaključe na platformi. Ukoliko su dovoljno vični ili imaju dobre savetnike koji umeju da prate buduće trendove na tržištu energije, korisnici mogu da učine i dodatnu uštedu tako što će zaključiti ugovor sa varijabilnom cenom energije na određeni vremenski period. U oba slučaja, korisnici takođe obezbeđuju sigurnost snabdevanja za vremenski period u okviru koga su zaključili ugovor na platformi.

Sve prethodno će u većoj meri ostvarivati svoju svrhu u situaciji u kojoj su cene energije na tržištu visoke što motiviše korisnike da se udružuju putem P2P platformi kako bi optimizovali svoje potrebe za energijom. Cene energije u Holandiji su prilično visoke, prosečno 0,32 EUR po kilovat času za električnu energiju i 1,46 EUR za kubni metar gasa [20] te je stoga i jasno odakle ovoliko interesovanje za *Powerpeers* platformu i veliki uspeh koji je ova platforma postigla.

6 PREDUSLOVI ZA UPOTREBU P2P MODELA U REPUBLICI SRBIJI

Evropska Unija donela je strategiju energetske tranzicije. Jedan od osnovnih ciljeva je klimatska neutralnost do 2050. godine, što, između ostalog, podrazumeva i zadatak da emisije gasova sa efektom staklene bašte do 2050. godine budu manje za bar 55% u odnosu na 1990. godinu [1]. Evropska komisija je državama članicama dala preporuku da naprave nacionalne energetske i klimatske planove (NEKP) kroz koje bi definisali mere koje će doprineti ostvarenju pomenutih ciljeva [21].

Republika Srbija je 2023. godine usvojila Integrirani NEKP za period do 2030. godine sa projekcijama do 2050. godine, koji definiše da je cilj da udeo OIE do 2030. godine u Republici Srbiji u finalnoj potrošnji bude najmanje 33.6%, odnosno u ukupnoj proizvodnji 45.2%. [22] Međutim, potrebno je imati u vidu da energetska miks Republike Srbije nije značajno promenjen u prethodnim godinama. Udeo OIE se i dalje zasniva uglavnom na tradicionalnim hidro elektranama [23, 24]. Pri tom uslovi za priključenje novih proizvodnih objekata iz OIE su sve stroži [25-31], dok su investicije u razvoj elektroenergetskog sistema nedovoljne da bi podržale energetska tranziciju [32].

Kako bi se ciljevi Evropske unije ostvarili neophodno je intenzivno raditi na olakšavanju uslova i procedura za priključenje i redovan rad proizvodnih objekata koji koriste OIE, kao i za druge učesnike na tržištu čiji rad doprinosi energetska tranziciji.

P2P model bi mogao da ima značajan pozitivan efekat na energetska tranziciju u Republici Srbiji, ali da bi mogao da zaživi neophodno je prevazići značajne regulatorne, tehničke, ekonomske i društvene izazove.

6.1 Regulatorni izazovi

U Republici Srbiji kao učesnici na tržištu i korisnici sistema, između ostalih, definisani su krajnji kupci (među kojima su posebne vrste punionice za električna vozila, kupci-proizvođači i aktivni kupci), proizvođači i skladišta. Takođe, omogućeno je formiranje zajednica OIE, energetska zajednica građana, kao i rad agregatora, tržišta pomoćnih usluga i redisepeing. [25,26]

Međutim, nijedna zajednica još nije oformljena, dok se početak rada prvih agregatora tek očekuje, kao i dodatno definisanje i otvaranje tržišta pomoćnih usluga i redišpečinga.

6.1.1 Početni regulatorni uslovi

Kako bi P2P model mogao da funkcioniše u Republici Srbiji potrebno je u domaćoj regulativi pre svega:

- definisati P2P model snabdevanja kao što je to propisano RED II Direktivom [4],
- učesnike u P2P modelu snabdevanja osloboditi licenciranja za snabdevača kako bi model bio primenjiv. U suprotnom svaki kupac-proizvođač ili aktivni kupac koji bi prodavao viškove po P2P modelu bi morao da ima licencu za snabdevanje što bi obesmisliilo čitav koncept,
- definisati pojam mikromreže po ugledu na trenutno definisan model zatvorenog distributivnog sistema, s tim što bi mikromreža imala značajno širi opseg delovanja (npr. ne bi morala da bude ograničena na mali prostor i mogla bi da obuhvata domaćinstva), a samim tim i obaveze.

6.1.2 Snabdevanje električnom energijom

Što se tiče snabdevanja električnom energijom, trenutno u domaćoj regulativi postoje dva tipa ugovora o snabdevanju [25], i to:

- ugovor o potpunom snabdevanju - snabdevač prodaje krajnjem kupcu celokupnu električnu energiju koju krajnji kupac potroši pri čemu u kupčevo ime reguliše pristup sistemu i balansnu odgovornost. Ova vrsta ugovora je obavezna za sve kupce-proizvođače, a generalno je koristi više od 99% krajnjih kupaca,
- ugovor sa unapred određenim količinama – krajnji kupac i snabdevač ugovaraju tačne količine električne energije koje će kupac kupiti. Pristup sistemu i balansnu odgovornost reguliše samostalno krajnji kupac. Ovu vrstu ugovora trenutno u Republici Srbiji koristi manje od 1% krajnjih kupaca i to su industrijski kupci koji mogu tačno da planiraju svoju potrošnju električne energije na satnom, odnosno 15min nivou, zbog prirode svog proizvodnog procesa.

Jasno je da se ugovor o potpunom snabdevanju, kako je trenutno definisan domaćom regulativom, ne može koristiti u slučaju P2P modela. Krajnji kupci će celokupnu energiju ili deo potrebne energije kupovati po P2P modelu bez posredstva snabdevača. U slučaju da kupuju samo deo potrebne energije po P2P modelu, ostatak bi kupovali po ugovorima sa unapred određenim količinama od snabdevača koje izaberu. Ono što potroše, a ne kupe po P2P modelu ni po ugovoru sa unapred određenim količinama (ili ukoliko kupe više električne energije nego što potroše), regulisaće se kroz balansno tržište.

Što se tiče kupaca-proizvođača potrebno im je omogućiti da koriste tržišne modele ugovora pri čemu bi nezavisno kupovali i prodavali energiju kako bi mogli da učestvuju u P2P modelu. Za aktivne kupce ovakva mogućnost je već predviđena regulativom [25], te se isti model može omogućiti i kupcima-proizvođačima.

Kao prvi korak, i prelazno rešenje za stimulaciju upotrebe P2P modela, potrebno je omogućiti krajnjim kupcima da svu energiju koju potroše, a ne kupe preko P2P modela, kupe od snabdevača kao što je slučaj kod ugovora sa potpunim snabdevanjem. Tom prilikom bi od ukupne izmerene potrošnje bila oduzeta energija koju je kupac kupio preko P2P modela.

6.1.3 Balansna odgovornost i pristup sistemu

Pristup sistemu i balansnu odgovornost učesnici na tržištu koji učestvuju u P2P modelu bi samostalno regulisali. Pristup sistemu bi ugovarali sa operatorom sistema na koji su priključeni, dok bi balansnu odgovornost regulisali ili tako što bi postali balansno odgovorne strane ili prenosom balansne odgovornosti na drugu balansno odgovornu stranu.

Potrebno je za slučaj učesnika na tržištu koji učestvuju u P2P modelu što je moguće više pojednostaviti proces ugovaranja pristupa sistemu, odnosno digitalizovati proces i ubrzati ga.

S obzirom na kompleksnost balansnog mehanizma očekivano je da učesnici na tržištu koji učestvuju u P2P modelu snabdevanja svoju balansnu odgovornost uglavnom prenose na druge balansno odgovorne strane i inicijalna pretpostavka je da će to biti agregatori. To bi bio najisplativiji model jer bi agregator, pored smanjenja troškova debalansa, mogao da doprinosi i boljoj optimizaciji proizvodnje i potrošnje energije u okviru agregatorske grupe što bi kao rezultat donelo dodatne uštede i prihode članovima agregatorske grupe, kako je to ranije opisano.

6.1.4 Platforma za P2P snabdevanje

Na kraju važno je napomenuti da je u slučaju P2P snabdevanja neophodno funkcionisanje platforme preko koje bi se prodavala i kupovala električna energija te je neophodno samu platformu definisati kao jedno legitimno sredstvo za trgovinu električnom energijom i prilagoditi je finansijskim propisima Republike Srbije (u smislu obračuna i plaćanja PDV, akcize i drugo), kao i propisima o zaštiti podataka, a naročito zaštititi podataka o ličnosti.

6.2 Tehnički izazovi

Od tehničkih izazova, može se očekivati da će najveća prepreka za razvoj P2P modela biti razvoj i implementacija platforme za trgovinu električnom energijom po P2P modelu. Izazovno može biti i omogućiti različitim učesnicima na tržištu pristup platformi i obučiti ih za korišćenje.

Takođe, neophodno je omogućiti napredne merne sisteme svim učesnicima koji učestvuju u P2P modelu. Operatori sistema, agregatori, snabdevači, balansno odgovorne strane moraju unaprediti svoje poslovanje u tehničkom smislu kako bi omogućili nesmetano funkcionisanje P2P modela trgovanja.

Pored toga, kako bi model dobio punu primenu potrebno je omogućiti i unaprediti dodatne sisteme za upravljanje potrošnjom i proizvodnjom, a takođe i unaprediti alate za upravljanje elektroenergetskim sistemom.

6.3 Ekonomski izazovi

Usled povoljnih uslova za kupovinu električne energije koje imaju domaćinstva u Republici Srbiji, kao što su mogućnosti snabdevanja od strane regulisanog garantovanog snabdevača po cenama koje su značajno niže od tržišnih [25, 33], kao i regulisanje pristupa sistemu i balansne odgovornosti od strane snabdevača [25], veliki izazov predstavlja njihovo uključivanje u P2P model, a zapravo u njima je ključ sprovođenja energetske tranzicije.

S obzirom na navedeno u Republici Srbiji kako bi se energetska tranzicija sproveda neophodno ju je podržati prvenstveno cenama električne energije, tako što će kupci naći sopstveni interes da investiraju u OIE (kroz sticanje statusa kupca-proizvođača, organizovane zajednice OIE, energetske zajednice građana i slično) a isto tako da kupuju električnu energiju iz OIE kroz npr. P2P koncept. Potrebno je takođe zaštititi najugroženije kupce koji bi i dalje trebalo da imaju subvencionisane cene električne energije [34].

Sa trenutnim određivanjem cena snabdevanja, domaćinstva nisu motivisana da se uključe u proces energetske tranzicije. Za sada se uključuju oni najposvećeniji koji žele da daju doprinos očuvanju životne sredine i smanjenju zagađenja.

Pored svega prethodno iznetog u ovom radu, RED II Direktiva [4] definiše da učesnici u P2P modelu ne mogu biti izloženi diskriminatornim procedurama i naknadama u vezi sa električnom energijom koju preuzimaju ili isporučuju u sistem, kao i troškovima pristupa sistemu koji nisu zasnovani na stvarnim troškovima. S obzirom na to, prilikom implementacije P2P modela snabdevanja u domaću regulativu moraju se preispitati cene pristupa sistemu, kao i generalno cene električne energije. Pored toga neophodno je raditi i na promociji dinamičkih tarifa [2,15,25], agregatora [2,16,25], pomoćnih usluga i redispečinga [25] pri čemu bi se podsticao njihov rad po tržišnim principima kako bi doprinosili radu sistema i daljem napretku energetske tranziciji.

6.4 Društveni izazovi

Prethodno opisane mogućnosti za povećane prihode i ostvarenje ušteda motivisaće učesnike na tržištu da više koriste energiju iz OIE, pri čemu će pomagati radu sistema i omogućiće povećanje kapaciteta za priključenje novih proizvodnih kapaciteta iz OIE.

Kako bi analizirani koncept P2P snabdevanja mogao da zaživi u Republici Srbiji, neophodno je, pored svih tehničkih i regulatornih promena, temeljno raditi na edukaciji građana i privrede. Edukacije je potrebno pre svega sprovesti o samom konceptu, kao i mogućnostima koje pruža ali i izazovima koje sa sobom nosi u smislu blagog smanjenja komfora u cilju postizanja većih ušteda. Takođe, industrija, iako ima više cene električne energije, neretko nije informisana o mogućnostima koje pružaju različiti tržišni mehanizmi te je potrebno sprovesti opsežnu edukaciju.

Neophodno je razviti poverenje u platformu za P2P snabdevanje, nove tehnologije, kao i agregatore čije bi učešće u ovom procesu, bar u prvo vreme, bilo nužno. Potrebno je obezbediti i lak pristup informacijama i propagandne programe gde bi se učesnici na tržištu lako informisali.

7 ZAKLJUČAK

Prelazak na OIE generiše brojne troškove koji su razvijene države sveta spremne da podnesu između ostalog zbog dostizanja klimatske neutralnosti. Nije onda neobično što dolazi do razvoja projekata koji teže da ovakve troškove svedu na minimum kako bi se što veći broj učesnika uključio u ubrzanje energetske tranzicije.

P2P snabdevanje je još jedan od modela koji se razvio kako bi olakšao komunikaciju između proizvođača i potrošača energije generisane iz OIE i trenutno se čini kao vrlo progresivan. Iako u povelju, ovaj model je već pokazao pozitivne efekte u državama u kojima se razvijao o čemu svedoče i brojni zadovoljni korisnici. Ovakav model je značajan i za same države jer između ostalog podstiče brži prelazak na OIE, poboljšava energetske efikasnost, povećava sigurnost snabdevanja i smanjuje marginalne troškove snabdevanja energijom, te je državama u interesu da razvijaju ovakve modele.

Stoga je potrebno da šira naučna i stručna javnost bude upoznata sa P2P modelom i da sagleda sve njegove prednosti i eventualne nedostatke, kako bi nakon adekvatne izmene propisa ovakvi modeli zaživeli i na teritoriji Republike Srbije. Čini se da bi ovakvi modeli pomogli donosiocima odluka da se što pre ostvare ciljevi u oblasti energetike, klimatskih promena pa i zaštite životne sredine na koje se Republika Srbija obavezala međunarodnim sporazumima i domaćim propisima.

8 LITERATURA

- [1] The green deal, dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>, [pristupljeno 25.02.2025]
- [2] 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/EU, Official Journal of the European Union, No. L 158/125, 2019
- [3] Directive (EU) 2016/943 of the European Parliament and of the Council of 8 June 2016 on the protection of undisclosed know-how and business information (trade secrets) against their unlawful acquisition, use and disclosure
- [4] 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 (recast)
- [5] Powerpeers, internet prezentacija, dostupno na: <https://powerpeers.nl/> , [pristupljeno 25.02.2025]
- [6] Quartierstrom, internet prezentacija, dostupno na: <https://quartierstrom.ch/index.php/en/homepage/> , [pristupljeno 25.02.2025]
- [7] M. Durovic, A. Janessen, The Formation of Smart Contracts and Beyond: Shaking the Fundamentals of Contract Law?, chapter in book: “Smart Contracts and Blockchain Technology: Role of Contract Law”, (L. DiMatteo, M. Cannarsa & C. Poncibo eds Cambridge University Press 2019)
- [8] M. Durovic, The Enforceability Of Smart Contracts, Revija Kopaoničke škole prirodnog prava br. 1/2019, UDC 347.44:004.891 DOI:10.5937/RKSPP1901073D
- [9] E. A. Soto, L. B. Bosman, E. Wollega, W. D. Leon-Salas, Peer-to-peer energy trading: A review of the literature, Applied Energy, Volume 283, 1 February 2021, 116268, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116268>
- [10] A. L. Bukar, M. F. Hamza, S. Ayub, A. K. Abobaker, B. Modu, S. Mohseni, A. C. Brent, C. Ogbonnaya, K. Mustapha, H. O. Idakwo, Peer-to-peer electricity trading: A systematic review on current developments and perspectives, Renewable Energy Focus, Volume 44, March 2023, Pages 317-333, <https://doi.org/10.1016/j.ref.2023.01.008>
- [11] S. N. Islam, A Review of Peer-to-Peer Energy Trading Markets: Enabling Models and Technologies, Energies 2024, 17(7), 1702; <https://doi.org/10.3390/en17071702>
- [12] Y. Zhou, J. Wu, P2P energy trading via public power networks: Practical challenges, emerging solutions, and the way forward, Frontiers in Energy, Volume 17, pages 189–197, (2023), <https://doi.org/10.1007/s11708-023-0873-9>
- [13] L. de Almeida, V. Cappelli, N. Klausmann, H. van Soest, Peer-to-Peer Trading and Energy Community in the Electricity Market, European University Institute, april 2021
- [14] Schneiders, A., Fell, M. J., & Nolden, C. (2022). Peer-to-peer electricity trading and the sharing economy: social, markets and regulatory perspectives. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 17(1). <https://doi.org/10.1080/15567249.2022.2050849>
- [15] Dunja Grujić, Miloš Kuzman, Željko Đurišić, Upotreba cenovnih signala u cilju ubrzanja energetske tranzicije, Energija, ekonomija, ekologija, 4, XXVI (2024) (crp. 11-18), DOI: 10.46793/EEE24-4.11G
- [16] Dunja Grujić, Miloš Kuzman, Uloga agregatora u razvoju tržišta električne energije, Elektroprivreda Godina 1, Broj 1, 2023, UDK: 621.131.1:502.131.1(497.11), doi: <https://doi.org/10.18485/epij.2023.1.1.2>

- [17] Kuzman, M., Grujić, D. Uloga zajednica obnovljivih izvora energije u energetskej tranziciji, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 25, No. 1, pp. 40-50, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-1.40K>
- [18] N. Spiliopoulos, I. Sarantakos, S. Nikkhah, G. Gkizas, D. Giaouris, P. Taylor, U. Rajarathnam, N. Wade, Peer-to-peer energy trading for improving economic and resilient operation of microgrids, *Renewable Energy* Volume 199, November 2022, Pages 517-535 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.061>
- [19] Chenghua Zhang, Jianzhong Wu, Yue Zhou, Meng Cheng, Chao Long, Peer-to-Peer energy trading in a Microgrid, *Applied Energy* Volume 220, 15 June 2018, Pages 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.010>
- [20] Cene energije u Holandiji, dostupno na: <https://www.overstappen.nl/energie/compare-energy/energy-prices-netherlands/#:~:text=The%20current%20energy%20prices%20are%20%E2%82%AC0%2C32%20per%20kWh,21%25%20VAT.%20Including%20energy%20tax%20and%2021%25%20VAT>. [pristupljeno 25.02.2025]
- [21] Regulation (Eu) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law')
- [22] Integrisani nacionalni energetski i klimatski plan republike Srbije za period do 2030. sa vizijom do 2050. godine, dostupno na: <https://www.mre.gov.rs/tekst/sr/1115/-integrisani-nacionalni-energetski-i-klimatski-plan-republike-srbije-za-period-do-2030-sa-vizijom-do-2050-godine.php>, [pristupljeno 25.02.2025]
- [23] IRENA, Renewable energy statistics 2024, dostupno na: <https://www.irena.org/Publications/2024/Jul/Renewable-energy-statistics-2024>, [pristupljeno 25.02.2025]
- [24] Nacionalni rezidualni miks, dostupno na: <https://ems.rs/nacionalni-rezidualni-miks-u-srbiji/>, [pristupljeno 25.02.2025]
- [25] Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021, 35/2023 - dr. zakon, 62/2023 i 94/2024)
- [26] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Službeni glasnik RS", br. 40/21, 35/2023 i 94/2024 - dr. zakon)
- [27] Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom ("Sl. glasnik RS", br. 84/2023)
- [28] Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca – proizvođača i snabdevača ("Službeni glasnik RS", br. 83/2021 i 74/2022)
- [29] Uredba o mrežnim pravilima koja se odnose na priključenje na mrežu proizvodnih jedinica ("Sl. glasnik RS", br. 95/2022)
- [30] Pravila o radu distributivnog sistema, jul 2017, dostupno na: https://elektrodistribucija.rs/usluge/dokumenta/Pravila_o_Radu_20072017.pdf, [pristupljeno 25.02.2025]
- [31] Pravilnik o načinu dokazivanja ispunjenosti uslova kojim se odlaganje priključenja na prenosni, distributivni, odnosno zatvoreni distributivni sistem ne primenjuje na elektrane koje koriste varijabilne izvore energije ("Sl. glasnik RS", br. 76/2023)
- [32] Trogodišnji program poslovanja Elektrodistribucije Srbije, dostupno na: https://elektrodistribucija.rs/otopost/nama/informacije/informacije_o_poslovanju/trogodisnji_program_poslovanja, [pristupljeno 25.02.2025]

- [33] Cena električne energije za garantovano snabdevanje, dostupno na: https://www.aers.rs/FILES/Odluke/OCenama/20230926_Odluka%20o%20regulisanoj%20ceni.pdf, [pristupljeno 25.02.2025]
- [34] Uredba o energetske ugroženom kupcu ("Sl. glasnik RS", br. 137/2022, 46/2023 - dr. pravilnik, 93/2023, 103/2023 - dr. pravilnik, 116/2023, 37/2024 - dr. pravilnik i 78/2024 - dr. pravilnik)