

Dunja S. Grujić¹, Miloš M. Kuzman²

Uloga agregatora u razvoju tržišta električne energije

¹ Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Beograd, Republika Srbija*² Udruženje za pravo energetike Srbije, Beograd, Republika Srbija

Kategorija rada: pregledni članak

Ključne poruke

- Agregatori kao novi učesnik na tržištu
- Značajan činilac zelene tranzicije – agregator
- Efikasna optimizacija proizvodnje i potrošnje električne energije
- Uticaj na fleksibilnost elektroenergetskog sistema

Kratak sadržaj

Poslednjih godina došlo je do ubrzane tranzicije distributivnog elektroenergetskog sistema iz pretežno pasivnog u aktivan pre svega usled porasta broja proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora priključenih na distributivni sistem. Pored toga, izmenama i dopunama Zakona o energetici definisani su novi korisnici distributivnog sistema, među kojima i kupci-proizvođači i skladištari čije se masovnije priključivanje na distributivni sistem očekuje u narednom periodu. Kao bitan novi učesnik na tržištu prepoznat je i agregator koji pruža uslugu objedinjavanja proizvodnje i potrošnje električne energije u cilju dalje prodaje, kupovine ili aukcija na tržištu električne energije.

U ovom radu biće analizirani mogući modeli poslovanja agregatora, postojeća zakonska regulativa i preduslovi koji su potrebni za njihovo funkcionisanje na tržištu Republike Srbije. Takođe, u radu će biti predstavljene i dobre međunarodne prakse u ovoj oblasti. Pored toga razmatraće se efikasni načini objedinjavanja proizvodnje i potrošnje električne energije, između ostalog krajnjih kupaca i proizvođača, od strane agregatora.

Biće razmatran i uticaj agregatora na poslovanje operatora distributivnog sistema pred kojim stoje brojni izazovi. Neki od ovih izazova vezani su i za upravljanje sistemom i promene tokova snaga usled priključenja značajnog broja novih korisnika sistema. Na kraju rada će biti prikazan konkretan primer koji ilustruje mogućnost delovanja agregatora u cilju povećanja fleksibilnosti elektroenergetskog sistema.

Ključne reči

Agregatori, upravljanje proizvodnjom i potrošnjom električne energije, energetska efikasnost, obnovljivi izvori električne energije

Primljeno: 7. april 2023. Recenzirano: 22. maj 2023.
Izmenjeno: 26. maj 2023. Odobreno: 27. maj 2023.

*Korespondirajući autor: Dunja S. Grujić

Tel. +381-64-897-46-59 E - mail: dunja.grujic@ods.rs

Napomena:

Članak predstavlja proširenu, unapređenu i dodatno recenziranu verziju rada „Modeli funkcionisanja agregatora na tržištu električne energije“, nagrađenog u STK-6 Tržište električne energije i deregulacija na 13. Savetovanju CIRED Srbija, Kopaonik, 12-16. septembra 2022.

1. UVOD

Nezavisno od toga kojom će se brzinom razvijati inovativnosti u oblasti energetike, ubrzavati energetska tranzicija ili iznalaziti alternativni načini korišćenja energenata, činjenica je da se električna energija (u daljem tekstu: EE) svakodnevno proizvodi i troši. U ovom procesu imamo proizvođače sa jedne strane, i potrošače EE sa druge. I jedni i drugi nastoje da optimizuju proizvodnju odnosno potrošnju EE na način da se ona efikasnije proizvodi odnosno troši uz niže marginalne troškove. Tamo gde je to tehnički i regulatorno moguće, a ekonomski isplativo, ključ je u njihovom udruživanju zarad postizanja zajedničkog cilja i tu na scenu stupaju agregatori.

Tradicionalna podela da su sa jedne strane proizvođači i sa druge strane potrošači EE pokazala je nedostatke u praksi, usled činjenice da se ponuda i tražnja EE na tržištu ne samo nikada ne mogu idealno poklopiti, već i stoga što u pojedinim periodima u toku kalendarske godine dolazi do značajnih odstupanja između EE koja se proizvodi i one koja se troši u datom trenutku. Brojni su razlozi za ovakvu neusklađenost kao što su npr. nedostatak EE iz hidroelektrana usred suša, povećana potrošnja EE u zimskim mesecima, veća količina EE koja u toku noći ulazi u sistem iz vetroelektrana u periodu kad je potrošnja smanjena, itd. Agregiranje teži da postigne optimizaciju navedenih neusklađenosti i zbog toga ono može predstavljati značajan faktor stabilnosti i samog distributivnog elektroenergetskog sistema (u daljem tekstu: DEES), pa i prenosnog elektroenergetskog sistema (u daljem tekstu: PEES). Agregatori imaju pozitivan uticaj i na povećanje fleksibilnosti DEES i PEES. Stoga je u radu dat i primer koji prikazuje mogućnosti koje agregatoru stoje na raspolaganju za povećanje tih fleksibilnosti.

Bitan preduslov za formiranje i razvoj agregatora i samo agregiranje predstavlja postojanje odgovarajuće zakonske regulative u ovoj oblasti. Kako u Republici Srbiji navedena regulativa još uvek nije u potpunosti zaokružena, ovaj rad predstavlja priliku da se ukaže na postojeće zakonsko rešenje, kao i rešenja koja bi regulativa koja bi tek trebalo da bude doneta mogla da sadrži, kao i modele poslovanja agregatora uključujući i načine objedinjavanja proizvodnje i potrošnje EE koji bi po mišljenju autora predstavljali optimalno rešenje u okviru postojećih tržišnih uslova. Dodatno će u ovom radu biti predstavljeno i jedno regionalno iskustvo u ovoj oblasti.

Početak rada prvih agregatora u Republici Srbiji predstavljaće izazov i za operatora DEES (u daljem tekstu: ODS). Kako bi se obezbedilo optimalno upravljanje DEES, ODS bi trebalo, oslanjajući se između ostalog i na nedostajuću regulativu u ovoj oblasti, da u svakom trenutku bude u mogućnosti da kontroliše rad agregatora usled tehničkih specifičnosti, kao što je na primer promena tokova snaga usled pristupa agregatora DEES odnosno proizvođača i potrošača čiju proizvodnju i potrošnju agregira agregator. Stoga će ovaj rad posebnu pažnju posvetiti i uticaju agregatora na poslovanje ODS.

2. IZAZOVI KOJI SU PRED ODS USLED PRIKLJUČENJA NOVIH KORISNIKA U DEES

2.1 Novi korisnici DEES

Zagađenje životne sredine, ubrzane klimatske promene, kao i ograničeni resursi fosilnih goriva doveli su do povećanja svesti čovečanstva o potrebi za proizvodnjom EE iz obnovljivih izvora, štednjom električne (kao i svih drugih vidova) energije, kao i povećanjem energetske efikasnosti.

S obzirom na navedeno, u Republici Srbiji, kao i u drugim zemljama Evrope i sveta intenzivno se grade proizvodni objekti za proizvodnju EE iz obnovljivih izvora, pre svega iz biomase, sunca i vetra. Pored toga, značajan broj krajnjih kupaca se odlučuje na izgradnju sopstvenih proizvodnih objekata iz obnovljivih izvora energije koje će priključiti na svoje unutrašnje instalacije pri čemu će proizvedenu EE koristiti za sopstvene potrebe, a viškove isporučivati u DEES, pri čemu stiču status kupca-proizvođača [1,2,3]. Republika Srbija na različite načine podstiče upotrebu obnovljivih izvora energije (kao što su fid-in tarife i aukcije [2] za proizvođače, dok su za kupce-proizvođače građanima između ostalog ponuđene državne subvencije [4], kao i model obračuna putem neto merenja, odnosno neto obračuna [2,3]).

Kao značajan korisnik DEES i učesnik na tržištu prepoznat je i skladištar [1], koji bi u periodima kada ima višak EE na raspolaganju istu skladištio, kako bi se ona koristila kada za to bude potrebe. Mogućnost ugradnje skladišta data je i kupcima-proizvođačima [2,3].

Pored promena u ponašanju svih krajnjih kupaca EE, uzrokovanih promenama životnih navika, modernizacije brojnih procesa, kao i uslova na tržištu EE posebno treba imati u vidu sektor transporta. Ovaj sektor se nalazi u tranzicionom periodu, usled potrebe za očuvanjem životne sredine, smanjenjem emisije izduvnih gasova, kao i usporavanjem klimatskih promena. Navedene okolnosti utiču na sve veći broj električnih vozila i vozila na hibridni pogon (u daljem tekstu: e-vozila) na putevima Republike Srbije. Kako bi se njihov broj u budućnosti povećao neophodno je razviti potrebnu infrastrukturu, u smislu izgradnje dovoljnog broja javnih punionica čija je potrošnja izuzetno nepredvidiva. Pored navedenog, treba imati u vidu i prednost korišćenja baterija za e-vozila koje mogu predstavljati potencijalna pokretna skladišta EE [5].

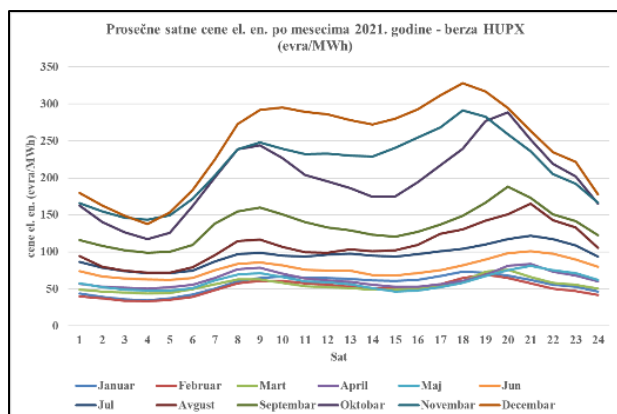
S obzirom na sve navedeno DEES postaje dinamičan, aktivan sistem u kom su tokovi snaga sve manje predvidivi usled priključenja novih, i promene delovanja postojećih, korisnika DEES sa različitim ulogama u novonastalim tržišnim uslovima. Usled prethodno opisanog, ODS se suočava sa izazovima u upravljanju DEES, regulacijom napona, povećanim tehničkim i netehničkim gubicima, povećanjem opterećenja DEES, smanjenjem kapaciteta za priključenje novih korisnika DEES, zagušenjima u DEES, injektiranjem EE iz DEES u PEES, kao i potrebama za značajnim investicijama u DEES kako bi se omogućio stabilan, pouzdan i siguran rad DEES. Sve navedeno

dovodi do potrebe veće fleksibilnosti DEES koja je predviđena i u Direktivi o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište EE [6].

2.2 Fleksibilnost DEES

Veća fleksibilnost DEES može se postići na različite načine. Pre svega, sam ODS može vršiti rekonfiguraciju DEES u cilju povećanja fleksibilnosti. Jedan od načina povećanja fleksibilnosti je promena izvora napajanja za pojedine korisnike DEES usled priključenja novog proizvodnog objekta kako bi se proizvedena EE efikasnije koristila i manje opterećivao DEES. Takođe, pogodan izbor tačke priključenja korisnika DEES može biti dodatni izvor fleksibilnosti, kao što je npr. priključenje proizvodnih objekata na lokacijama sa značajnim opterećenjem, kako bi se izbeglo njihovo priključenje na lokacijama na kojima je DEES inače slabo opterećen što može dovesti do novih problema u upravljanju DEES.

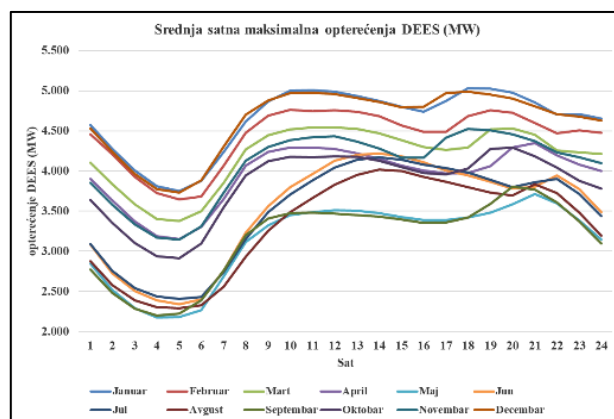
Pored navedenog i korisnici DEES mogu povećati fleksibilnost DEES. Razvojem tržišta EE korisnici DEES mogu menjati svoje navike usled fluktuacije cene EE. Prosečne satne cene EE po mesecima 2021. godine sa berze HUPX¹ date su na slici 1 [7]. Može se primetiti da kriva satnih cena prati krivu satnog opterećenja DEES, koja je data na slici 2 [8], te da su u periodima većeg opterećenja DEES i cene EE više i obrnuto. Ukoliko bi snabdevači prodavali EE krajnjim kupcima po dinamičkim cenama koje bi pratile opisane trendove (različite cene po satima, delovima dana ili slično), korisnici DEES, kako bi sebi smanjili troškove za EE, prirodno bi smanjivali svoju potrošnju u delovima dana u kojima je DEES opterećen (više cene) i svoju potrošnju odlagali za periode manjeg opterećenja DEES (periodi nižih cena), a time bi doprinosili i fleksibilnosti DEES.



Slika 1. Prosečne satne cene EE po mesecima 2021. godine - berza HUPX (evra/MWh) [7]

Kako bi se opisani efekat pojačao i tarife za pristup DEES u budućnosti mogu postati dinamičnije.

Redefinisanjem tarifa kroz izmene i dopune [9] krajnji kupci (uključujući i punionice za e-vozila), kupci-proizvođači, skladištari itd. bili bi motivisani da EE iz DEES ne preuzimaju u periodima kada je DEES veoma opterećen, već u periodima manjeg opterećenja. Trenutnim konceptom tarifa sa dnevnom tarifom u trajanju od 16 sati i noćnom u trajanju od 8 sati ne postiže se željeni efekat u potpunosti, te je predlog da se odrede bar četiri različite tarife koje će oslikavati objektivno stanje u DEES. Najskuplja tarifa bi bila u periodu od 17-21 č, a najjeftinija u periodu od 00-08 č. (videti sliku 2) [5]. Takođe, predlaže se modelovanje posebnih tarifa za proizvođače i skladištare kroz izmene i dopune [9] kojima će se stimulisati skladištari i proizvođači da upravo u periodima dana kada je DEES opterećen isporučuju EE u DEES, odnosno da u periodima manjeg opterećenja isporuku smanje ili obustave. Opisanim izmenama korisnici DEES bi se podstakli da svoju potrošnju i proizvodnju samostalno, izazvani samo cenovnim signalima, prilagode stanju u DEES čime će pomagati poslovanju ODS.



Slika 2. Srednja satna maksimalna opterećenja DEES po mesecima 2021. godine (MW) [8]

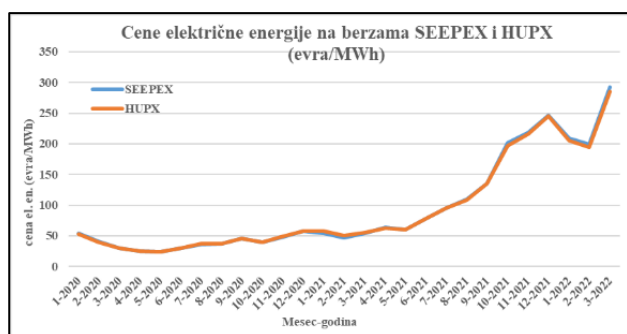
Pored navedenog, ODS se podstiče da eksplicitno nabavlja uslugu fleksibilnosti u transparentnim, nediskriminatorskim i tržišnim postupcima nabavke [6] u cilju podsticanja poslovanja i razvoja ODS. S obzirom na navedeno, ODS može u budućnosti sa korisnicima DEES zaključivati i posebne ugovore kojima bi se definisao odnos korisnika DEES i ODS u smislu povećanja fleksibilnosti DEES. ODS bi korisnicima, sa kojima ima zaključen ugovor, izdavao naloge čijom bi realizacijom ODS imao olakšano poslovanje, a korisnik DEES odgovarajuću finansijsku nadoknadu. Takođe, ODS u narednom periodu može korisnicima DEES koji žele da učestvuju u povećanju fleksibilnosti DEES davati različite povlastice u smislu smanjenja troškova priključenja na DEES, prioritetnog pristupa DEES i slično.

Korisnici DEES, motivisani prvenstveno finansijskim uštedama i dodatnim prihodima, ali i očuvanjem životne

¹ Za potrebe ovog rada, kao primer, korišćene su cene sa berze HUPX. Na slici 3 prikazano je poređenje prosečnih mesečnih cena u periodu od januara 2020. do marta 2022. godine na

berzama HUPX i SEEPEX. Može se primetiti da su cene gotovo identične.

sredine, postaju aktivni učesnici na tržištu EE, te će tako imati interesa da se uključe i u povećanje fleksibilnosti DEES na neki od opisanih načina. Opravdano je očekivati da će se u budućem periodu opisani trend nastaviti jer je došlo do naglog i značajnog povećanja cena EE na tržištu EE koje nemaju tendenciju pada (videti slike 1 i 3). Međutim, zbog svojih relativno malih kapaciteta korisnici DEES često ne mogu samostalno istupati na tržištu EE. Upravo zbog toga prepoznat je agregator [1,6] kao korisnik DEES i učesnik na tržištu.



Slika 3. Prosečne mesečne cene EE (evra/MWh); januar 2020 – mart 2022.; berze SEEPEX i HUPX [7, 10]

3. REGULATIVA U OBLASTI AGREGATORA U REPUBLICI SRBIJI

Iako je pojam agregatora globalno već rasprostranjen i konstantno se razvija [11], zakon o energetici [1] svojim izmenama i dopunama iz aprila 2021. po prvi put u zakonodavstvo Republike Srbije uvodi pojam agregatora. Tako se u članu 2 stav 1 tačka 1a) Zakona agregator određuje kao pravno ili fizičko lice koje pruža uslugu objedinjavanja potrošnje i/ili proizvodnje EE u cilju dalje prodaje, kupovine ili aukcija na tržištima EE, dok se u tački 1) istog stava agregiranje određuje kao objedinjavanje potrošnje i/ili proizvodnje EE radi kupovine, prodaje ili aukcija na tržištima EE. Iz navedenih zakonskih definicija proizlazi da agregator može agregirati samo potrošnju, ili proizvodnju EE, a može objединiti i proizvodnju i potrošnju. To zapravo znači da agregator koordinira potrošnju odnosno proizvodnju učesnika na tržištu u skladu sa zakonom, pri čemu npr. kupcima-proizvođačima usled njihove prirode može koordinirati i proizvodnju i potrošnju.

Zakon prepoznaje agregatora i kao korisnika sistema i učesnika na tržištu EE, što im garantuje širok krug kako prava tako i obaveza koje proizlaze iz [1], na prvom mestu pravo na pristup DEES, pravo na nediskriminatoran tretman, itd. Članom 195. stav 1. tačka 17 [1] predviđena je dužnost snabdevača da krajnje kupce koji su zaključili ugovor sa agregatorom ne izlaže neosnovanim troškovima ni ugovornim ograničenjima. Na ovaj način je zakonodavac želeo da garantuje da krajnjim kupcima EE neće biti nametnute dodatne obaveze u slučaju da se opredele za saradnju sa agregatorom u odnosu na one koje

već imaju u skladu sa zakonom, čime je indirektno obezbeđeno slobodno odlučivanje krajnjih kupaca na tržištu EE da se njihova potrošnja agregira.

Na nešto detaljniji način prava i obaveze agregatora određeni su u članu 210b [1]. Tako je propisano da agregator nastupa na tržištu EE u ime i za račun učesnika na tržištu za koje vrše uslugu objedinjavanja potrošnje i/ili proizvodnje, čime se agregator stavlja u funkciju zastupnika shodno opštim pravilima obligacionog prava. To zapravo znači da radnje koje preuzme agregator na tržištu EE, u granicama zakonskih ovlašćenja, pravne posledice tako preuzete radnje neposredno pogađaju proizvođača odnosno potrošača EE koji ima zaključen ugovor sa agregatorom. Na agregatora bi se stoga shodno imao primeniti institut zastupništva iz važećeg Zakona o obligacionim odnosima, uključujući i institut prekoračenja granice ovlašćenja, ukoliko isti nisu u suprotnosti sa prirodom agregatora. Stoga je potrebno da se proizvođači i/ili potrošači EE koji se odlučuju za agregiranje svoje proizvodnje odnosno potrošnje detaljno upoznaju sa pravnim posledicama delovanja agregatora, posebno u pogledu odgovornosti koju bi eventualno mogli da snose usled radnji koje je učinio sam agregator u njihovo ime i za njihov račun.

Istim članom [1] dalje je propisano da je agregator dužan da: 1) postupa prema učesniku na tržištu na nediskriminatoran način; 2) objavi opšte uslove ponude za zaključenje ugovora, odnosno da učesnika na tržištu obavesti na prigodan način o ponuđenim uslovima; 3) besplatno obezbedi sve relevantne podatke učesniku na tržištu najmanje jednom u toku obračunskog perioda ukoliko učesnik na tržištu to zatraži; i 4) da na svojoj internet stranici, ili na drugi prikladan način, obavesti učesnika na tržištu o funkciji agregiranja. Navedena pravila su samo načelno postavljena i očekuje se njihova dalja razrada, prvenstveno kroz izmene i dopune važećih Pravila o radu operatora sistema [12, 13] i Pravila o radu tržišta [14].

4. ULOGA AGREGATORA NA TRŽIŠTU EE

Svaki korisnik sistema, pa tako i agregator, dužan je da uredi pristup sistemu na koji je priključen, kao i balansnu odgovornost. Svi korisnici sistema samostalno uređuju pristup sistemu i balansnu odgovornost, izuzev onih koji sa snabdevačem imaju zaključen ugovor o potpunom snabdevanju. U opisanom slučaju snabdevač ima obavezu regulisanja pristupa sistemu i balansne odgovornosti za mesta primopredaje predmetnih korisnika sistema. Korisnici sistema koji su deo agregirane grupe, pored ugovora kojima regulišu snabdevanje, pristup sistemu i balansnu odgovornost, sa agregatorom zaključuju zaseban ugovor o agregiranju. Takođe, agregator kao korisnik sistema i učesnik na tržištu dužan je regulišu pristup sistemu i balansnu odgovornost. [1]

4.1 Odnos ODS i agregatora

Osnovni cilj ODS je da u svakom trenutku u DEES postoji dovoljno EE da zadovolji potrebe svih korisnika DEES. Upravo u realizaciji ovog cilja u budućnosti ključnu ulogu može imati agregator. Kao što je već navedeno, njegova uloga je da objedini potrošnju i proizvodnju više učesnika na tržištu sa njihovim različitim funkcijama (krajnji kupci, proizvođači, skladištari, kupci-proizvođači, itd.) kako bi se međusobno dopunjavali i omogućavali veće finansijske uštede agregiranim učesnicima na tržištu (u daljem tekstu: agregirana grupa), profit agregatoru, snabdevaču i balansno odgovornoj strani (u daljem tekstu: BOS), ali omogućiti i veću fleksibilnost DEES čime se postiže pun efekat agregacije. Agregator će dobijati finansijsku nadoknadu od strane ODS, dok će članovi agregirane grupe za promene svog plana rada, uzrokovane delovanjem agregatora, dobijati finansijsku nadoknadu od agregatora (direktnu finansijsku nadoknadu, ili različite povlastice u smislu smanjenja računa za EE itd, u zavisnosti od uslova pod kojima je zaključen ugovor o agregiranju).

U cilju realizacije naloga ODS od strane agregatora u nastavku će biti dati primeri delovanja agregatora na članove agregirane grupe. Za potrebe ovog rada analiziraće se slučaj agregirane grupe u kojoj su agregirani krajnji kupci (industrijski krajnji kupci, javne punionice e-vozila, domaćinstva, krajnji kupci koji su vlasnici e-vozila itd.), proizvođači iz obnovljivih izvora, kupci-proizvođači (sa sopstvenim skladištem i bez njega) i skladištari.

U slučaju da je DEES preopterećen ODS će agregatoru izdati nalog, u skladu sa zaključenim ugovorom, da obezbedi količinu X EE u DEES. Pri tome agregator, u skladu sa ugovorima o agregaciji koje ima sa članovima agregirane grupe, može izdati nalog:

- upravljivim proizvodnim jedinicama da povećaju proizvodnju EE za količinu PRp ;
- krajnjim kupcima (između ostalih i javnim punionicama e-vozila) da smanje potrošnju za količinu KKp , u odnosu na svoj inicijalni plan, čime će se smanjiti količina potrebne EE za predmetne krajnje kupce;
- skladištima (ukoliko su napunjena) da preko planirane količine EE za isporuku u DEES isporuče dodatnu količinu EE Sp , odnosno da smanje preuzimanje iz DEES za Ssp , u odnosu na plan;
- kupcima-proizvođačima da povećaju isporuku EE u DEES (ukoliko u predmetnom trenutku proizvodni objekat proizvodi EE, odnosno iz baterije ukoliko je imaju) za količinu $KPIp$, odnosno smanje preuzimanje iz DEES (da smanje potrošnju ili da koriste EE iz sopstvene baterije ukoliko je imaju i ukoliko je napunjena) za količinu $KPPp$.

Svim opisanim merama, delovanjem različitih učesnika na tržištu koji su deo agregirane grupe, putem agregatora, povećava se ukupna raspoloživa EE u DEES, u skladu sa zahtevom ODS, za količinu X :

$$X = PRp + KKp + Sp + Ssp + KPIp + KPPp \quad (1)$$

Takođe, postoje i obrnute situacije, u kojima u DEES postoji više EE nego što je to potrebno u datom trenutku (npr. u toku noći). ODS izdaje nalog agregatoru, u skladu sa zaključenim ugovorom, da u DEES smanji ukupnu količinu raspoložive EE u sistemu za količinu Y . Pri tome agregator, u skladu sa ugovorima o agregaciji koje ima sa članovima agregirane grupe, može izdati nalog:

- upravljivim proizvodnim jedinicama da smanje proizvodnju EE za količinu PRs ;
- krajnjim kupcima (između ostalih i javnim punionicama e-vozila) da povećaju potrošnju EE za količinu KKs u odnosu na njihov inicijalni plan, čime će se povećati potrebna EE za predmetne krajnje kupce,
- skladištima da smanje isporuku EE u DEES za količinu Ss u odnosu na plan, odnosno da povećaju preuzimanje iz DEES za Sss u odnosu na planske količine
- kupcima-proizvođačima da smanje isporuku EE u DEES za količinu $KPIs$ (ukoliko u predmetnom trenutku proizvodni objekat proizvodi EE da povećaju potrošnju proizvedene EE, odnosno da pune svoje baterije ukoliko je moguće), odnosno da povećaju preuzimanje iz DEES za količinu $KPPs$ (da povećaju potrošnju ili da EE koriste iz DEES umesto iz sopstvene baterije ukoliko je napunjena).

Svim opisanim merama, delovanjem različitih učesnika na tržištu koji su deo agregirane grupe, putem agregatora smanjuje se ukupna raspoloživa EE u DEES, u skladu sa zahtevom ODS, za količinu Y :

$$Y = PRs + KKs + Ss + Sss + KPIs + KPPs \quad (2)$$

Agregator određuje, prvenstveno na osnovu ekonomskih parametara i ugovora o agregaciji koje će od nabrojanih resursa da angažuje kako bi ispunio nalog ODS. Dejstvo agregatora ekvivalentno je jednoj elektrani koja je proizvela količinu EE X u zahtevanom trenutku u slučaju da je potrebno povećati ukupnu raspoloživu EE u DEES, odnosno smanjila svoju proizvodnju za količinu EE Y i time za tu količinu smanjila ukupnu raspoloživu EE u DEES. S obzirom na izneto, u literaturi se često može videti da se agregatori posmatraju kao virtuelne elektrane [15, 16, 17].

4.2 Modeli poslovanja agregatora na tržištu EE

Snabdevač, koji je ujedno i BOS, ili je preneo balansnu odgovornost na drugu BOS, može imati i ulogu agregatora. Dosadašnja praksa evropskih zemalja pokazala je da snabdevači nerado preuzimaju ulogu agregatora [18], jer time utiču na smanjenje prodaje EE (naročito u periodima visokih cena) što je njihova osnovna delatnost, čime umanjuju sopstveni profit.

Nasuprot tome, agregator može poslovati nezavisno od snabdevača koji je i BOS tzv. nezavisni agregator [6]. Nezavisni agregator može aktiviranjem svojih mehanizama izazvati dodatne troškove kako snabdevaču (neprodato nabavljena EE u nekom satu) tako i BOS (debalans u posmatranom satu). U takvim slučajevima predviđena je nadoknada za neprodato EE snabdevaču i

troškove debalansa BOS od strane učenika na tržištu ali samo do realne mere koje je izazvalo delovanje agregatora [6]. U [6] je definisano da način proračuna visine navedene nadoknade odobrava regulatorno telo.

Treća mogućnost je da nezavisni agregator bude i BOS, nezavisno od snabdevača. Ovakav koncept je za prvo vreme realniji, jer u slučaju da ne postoje nalozi od ODS agregator može upravljati učesnicima na tržištu koje agregira tako da doprinese smanjenju sopstvenih troškova debalansa. Snabdevači nabavljaju EE koju će prodati krajnjim kupcima, kupcima-proizvođačima, skladištima itd. koje snabdevaju u skladu sa njihovim planom potreba za EE. Takođe, snabdevači planiraju i količinu EE koju će otkupiti od proizvođača, kupaca-proizvođača, skladišta itd. BOS satne količine EE za svoju balansnu grupu prijavljuju operatoru PEES (u daljem tekstu: OPS) za dan unapred. Poređenjem pravih, realizovanih satnih vrednosti i prijavljene pozicije za BOS, OPS za svaku BOS obračunava trošak debalansa na satnom nivou [14]. Realizacija koja se u posmatranom satu razlikuje od prijavljene pozicije (npr. kišoviti dan umesto sunčanog) te je proizvodnja solarnih elektrana značajno ispod planirane, iznenadan prestanak rada velikog industrijskog krajnjeg kupca usled havarije te je njegova potrošnja 0 kWh umesto značajne koja je planirana, ili iznenadno neplanirano povećanje potrošnje npr. grejanje većeg broja domaćinstava uređajima koji rade na EE usled kvara na centralnom grejanju) izazvaće značajne troškove debalansa za predmetnu BOS. Upravo u takvim situacijama, kada pritom ne postoje nalozi ODS za agregatora, agregator može imati ključnu ulogu u smanjenju troškova debalansa BOS. U slučaju neplaniranog smanjenja potrošnje on može smanjiti proizvodnju EE upravljivih elektrana, povećati potrošnju ostalih krajnjih kupaca, smanjiti isporuku EE iz skladišta itd. i obrnuto u slučaju nepredviđenog povećanja potreba u posmatranom satu za BOS. Na opisan način agregator, koji je istovremeno i BOS, imaće prihode od obezbeđivanja fleksibilnosti ODS, ali i značajno smanjenje troškova debalansa svoje balansne grupe.

Dakle, agregator svojim funkcionisanjem može doneti finansijsku korist samom agregatoru, ali i snabdevaču, BOS, kao i članovima agregirane grupe. Pored toga, agregatori imaju značajan pozitivan uticaj na ODS u smislu povećanja fleksibilnosti DEES (generalne i lokalne) npr. pomeranjem potrošnje iz dela dana u kom je DEES preopterećen u deo dana u kom je opterećenje DEES manje, bolje izbalansiranosti celokupnog DEES, neutralisanja efekta nepredvidive proizvodnje varijabilnih izvora EE, smanjenja gubitaka u DEES, integracije novih proizvodnih kapaciteta iz obnovljivih izvora bez velikih investicija u DEES, kao i povećanja fleksibilnosti PEES i odlaganje investicija u njega. Takođe, delovanjem agregatora može se zameniti upravljanje skupim proizvodnim kapacitetima tako što će se upravljati potrošnjom, uskladištiti ili koristiti uskladištena EE ili aktivirati proizvodne jedinice čije je upravljanje jeftinije.

5. NAČINI UPRAVLJANJA PROIZVODNOM I POTROŠNOM U OKVIRU AGREGIRANE GRUPE

Agregatori proizvodnjom i potrošnjom mogu upravljati izdavanjem naloga za povećanje/smanjenje proizvodnje, odnosno potrošnje učesnicima na tržištu koje agregiraju. Učesnici na tržištu nalog agregatora mogu realizovati u potpunosti ili u manjoj ili većoj meri od zadate. Drugi način upravljanja je automatski, gde agregator daljinski izdaje nalog automatici koja fizički smanjuje/povećava potrošnju, odnosno proizvodnju. Za ovakav vid upravljanja potreban je izvestan stepen tehničke opremljenosti članova agregirane grupe, pri čemu oni koji već imaju mogućnost automatskog upravljanja uz relativno mala finansijska ulaganja mogu realizovati zahteve agregatora. Za ostale članove agregirane grupe neophodno je uraditi procenu isplativosti automatskog upravljanja u odnosu na upravljanje putem klasičnog naloga agregatora. Drugi model je značajno pouzdaniji od prvog, jer ne zavisi od samog člana agregirane grupe, već mu se potrošnja, odnosno proizvodnja automatski smanjuje, odnosno povećava dejstvom agregatora. U oba slučaja agregator mora voditi računa i o izdatom nalogu i o realizaciji istog. U literaturi se predlaže da i nezavisni agregator bude balansno odgovoran za svoj debalans (razlika između izdatog naloga i realizacije istog) [18].

U Republici Srbiji postoji mogućnost daljinskog upravljanja kotlovima na EE, TA pećima i protočnim bojlerima kod nekolicine krajnjih kupaca iz kategorije široka potrošnja. Za navedenu upravljivu potrošnju definisana je posebna tarifa za pristup DEES [9]. Iskustva ODS su pokazala da ovaj koncept koristi mali broj krajnjih kupaca, sa zanemarljivim količinama EE, i da nema velikog uticaja na fleksibilnost DEES. Međutim, opisani model upravljanja može biti inicijalna ideja za dalji razvoj daljinskog upravljanja potrošnjom, jer upravo sistemi za grejanje i hlađenje imaju značajan potencijal za povećanje fleksibilnosti DEES, kao i veliki industrijski potrošači sa izdvojenom potrošnjom kojom se može neposredno upravljati.

6. PREDUSLOVI ZA FUNKCIONISANJE AGREGATORA

Preduslovi za uspešno funkcionisanje agregatora su pre svega precizna prognoza proizvodnje i potrošnje EE u okviru agregirane grupe, kao i praćenje realizovane proizvodnje i potrošnje u realnom vremenu. Na prognozu proizvodnje utiče mnoštvo parametara u zavisnosti od vrste proizvodnog objekta (lokacija, temperatura, brzina vetra, iradijacija itd.). Prognoza potrošnje je takođe izuzetno zahtevna, u smislu različitih vrsta krajnjih kupaca, njihovih navika i delatnosti. Pored toga, i potrošnja i proizvodnja zavise od perioda dana i godine.

Napredni merni sistemi, predviđeni u [1], neophodni su kako bi agregatori u svakom trenutku mogli da prate proizvodnju i potrošnju agregirane grupe, kao i odziv na

naloge koje su izdali za promenu potrošnje, odnosno proizvodnje EE [19]. U 2020. godini, u Republici Srbiji OPS je na svim mestima primopredaje imao merne uređaje sa mogućnostima dvosmernog merenja (od mreže i ka mreži), čuvanja podataka, upravljanja tarifama, daljinskog očitavanja od strane OPS, kao i od strane korisnika putem aplikacije itd. [20]. Na DEES situacija je nešto drugačija pri čemu je na 1,6% mesta primopredaje krajnjih kupaca ugrađen digitalni meri uređaj, kao i kod 99% proizvođača [20]. Zbog opisane situacije sa merenjem EE ODS je formirao predefinisane, zamenske dijagrame potrošnje [12] na osnovu kojih proračunava satne potrošnje pojedinačnih krajnjih kupaca bazirano na njihovoj mesečnoj potrošnji. Primenom predefinisanih profila potrošnje zanemaruju se specifičnosti pojedinačnih krajnjih kupaca, i ne može se steći u potpunosti realna slika njihovog delovanja. U cilju lakšeg i boljeg poslovanja ODS i agregatora, intenzivnijeg razvoja tržišta, bolje reakcije učesnika na tržištu na cenovne signale, ali i povećanja fleksibilnosti i smanjenja gubitaka u DEES, ODS intenzivno radi na razvoju naprednih meri sistema.

Pored navedenog potrebno je raditi i na unapređenju upravljanja DEES, digitalizaciji ODS, sistemima za zaštitu podataka i efikasniju razmenu podataka sa korisnicima DEES i OPS [21].

7. PRIMER POTREBE ZA POVEĆANJEM FLEKSIBILNOSTI DEES U TRENUTNOJ PRAKSI ODS

Povećanjem broja proizvodnih kapaciteta koji su priključeni na DEES, ODS se suočava sa problemom injektiranja EE u PEES. Opisana pojava se prvenstveno uočava u slučaju priključenja značajnih proizvodnih kapaciteta u predelima sa generalno malom potrošnjom (npr. devastirana područja, planinski nenaseljeni ili slabo naseljeni predeli). S obzirom na to da u opisanom slučaju osnovni princip da proizvedena EE mora biti potrošena nije ispunjen na nivou DEES, EE odlazi u PEES. U 2017. godini prve količine EE su isporučene u PEES u iznosu od 3 GWh, da bi već u 2020. godini bilo isporučeno 12 GWh [20]. Tarifa za isporuku EE iz DEES u PEES (na 110 kV naponskom nivou) nije određena [9], te ODS isporučuje predmetnu EE u PEES bez nadoknade. OPS opisanu EE posmatra kao proizvodnju virtuelne elektrane koju dalje isporučuje svojim korisnicima sistema (između ostalih i ODS) i za nju obračunava pristup PEES.

Pored navedenog finansijskog gubitka, predmetna EE povećava gubitke u DEES, pa samim tim i troškove za njih, a takođe i dodatno opterećuje DEES. S obzirom na to da se opisana pojava najčešće dešava u područjima sa slabo razvijenom mrežom, rekonfiguracija mreže nije moguća. Definisanjem novog tarifnog sistema, koji je ranije opisan, kao i izbor pogodne tačke za priključenje proizvodnih objekata, a naročito delovanjem agregatora, opisani problem može biti uspešno rešen tako što će se potrošnja u datim predelima uskladiti sa proizvodnjom, a proizvodnja prilagoditi realnim potrebama potrošača.

Navedeni primer je samo jedan od brojnih izazova sa kojim se ODS trenutno suočava i sa kojim će se suočavati u budućnosti. Dakle, u budućnosti delovanje agregatora, kao i nalozi koje mu ODS izdaje, mogu biti opšteg karaktera za celu agregiranu grupu, ali i lokalizovani na određeno geografsko područje (tj. na deo agregirane grupe) u kom dolazi do preopterećenja/podopterećenja.

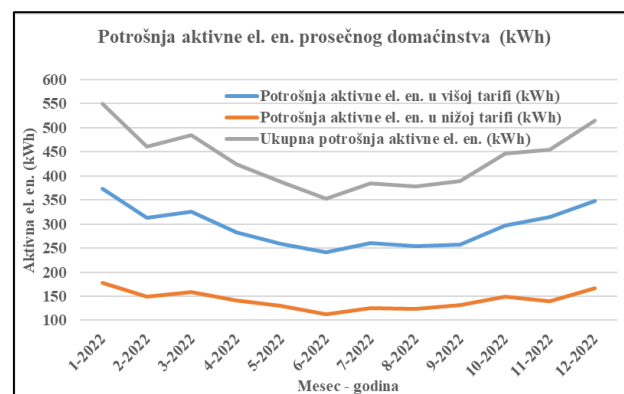
8. PRIMER RADA AGREGATORA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

8.1 Opis podataka korišćenih u proračunima

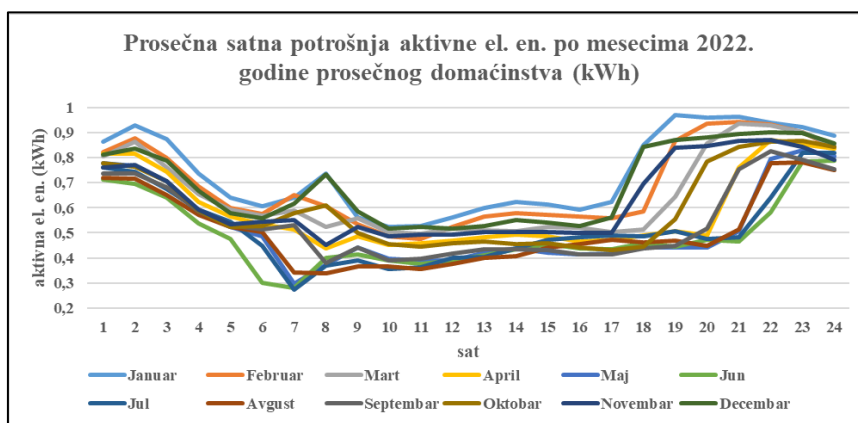
U okviru ovog rada biće dat i praktičan primer nekih od mogućih načina rada agregatora, kao i finansijskih pogodnosti za agregatora i članove agregirane grupe, a takođe i pogodnosti za ODS u smislu veće fleksibilnosti.

Posmatrana su 233 domaćinstva koja se napajaju iz jedne transformatorske stanice (u daljem tekstu: TS) pri čemu svako od njih ima pametni meri uređaj sa mogućnostima detektovanja i čuvanja satnih podataka, kao i daljinskog očitavanja. Za potrebe ovog rada korišćena je njihova potrošnja EE na satnom, kao i na mesečnom nivou. Mesečne količine EE ODS je koristio za obračun pristupa DEES domaćinstvima koja su uzeta kao primer [1, 9] u toku 2022. godine. Pojedini podaci o satnoj potrošnji EE za neka od meri mesta su nedostajala, što je očekivano s obzirom na vrstu meri uređaja i tehnologiju prikupljanja satnih podataka [22]. Nedostajući satni podaci su estimirani na osnovu mesečne potrošnje posmatranog domaćinstva i profila potrošnje koji su definisani Pravilima o radu DEES [1, 12].

Na osnovu raspoloživih meri i estimiranih satnih podataka o potrošnji EE svih posmatranih domaćinstava određena je satna potrošnja prosečnog domaćinstva koje se napaja iz posmatrane distributivne TS (u daljem tekstu: prosečno domaćinstvo). Potrošnja aktivne EE prosečnog domaćinstva, po mesecima 2022. godine, i po tarifama – višoj i nižoj [9] prikazana je na slici 4. Prosečna satna potrošnja aktivne EE po mesecima 2022. godine prosečnog domaćinstva prikazana je na slici 5.



Slika 4. Potrošnja aktivne EE prosečnog domaćinstva u toku 2022. godine (kWh)



Slika 5. Prosečna satna potrošnja aktivne EE po mesecima 2022. godine prosečnog domaćinstva (kWh)

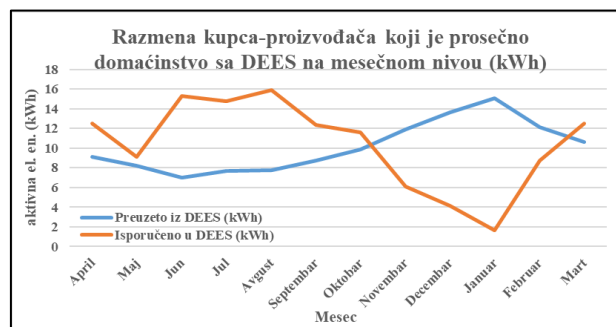
8.2 Mogućnosti za povećanje fleksibilnosti ODS na nivou prosečnog domaćinstva

Sa slika 4 i 5 može se zaključiti da je u svim mesecima potrošnja aktivne EE niska u periodu od 08 do 17 č. što je i očekivano jer je reč o potrošnji domaćinstava u radno vreme. Nakon 17 č. dolazi do naglog povećanja potrošnje koje traje do 21 č., 22 č. nakon čega sledi ponovni pad potrošnje koji traje do jutarnjih časova. Upravo i ovaj konkretan primer potvrđuje opravdanost predloga za izmenu tarifnog sistema opisanog u poglavlju 2.2. Takođe, prikazani dijagram potrošnje daje mnoštvo mogućnosti za poboljšanje fleksibilnosti ODS na osnovu upravljanja potrošnjom (pomeranje potrošnje iz perioda 17-21 č. u period 00-08 č. ili u period 08-17 č.).

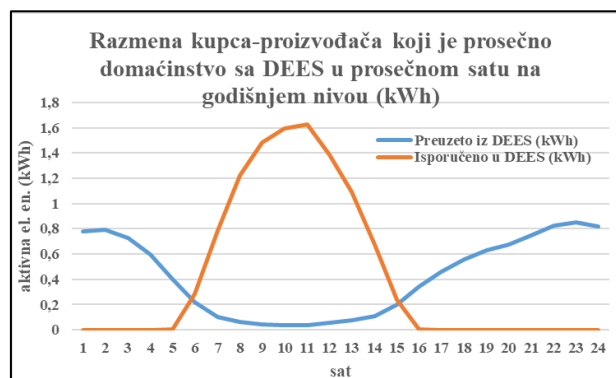
Ukoliko bi prosečno domaćinstvo izgradilo sopstveni objekat za proizvodnju EE iz obnovljivih izvora i priključilo ga na svoje unutrašnje instalacije i time steklo status kupca-proizvođača [1, 2, 3], mogućnosti za upravljanje potrošnjom bi bile još raznovrsnije uz izraženiji povoljan uticaj na kupca-proizvođača, BOS, agregatora i snabdevača (finansijske uštede i profit), kao i na ODS (manje opterećenje DEES, manji gubici, olakšano upravljanje). Na slici 6 prikazana je razmena EE kupca-proizvođača, koji je prosečno domaćinstvo, sa DEES po mesecima, dok je na slici 7 prikazana razmena na nivou prosečnog sata na godišnjem nivou. U proračunima je korišćen proizvodni objekat optimalne instalisane snage za zadovoljenje potreba kupca-proizvođača koji je prosečno domaćinstvo² [23, 24].

Za određivanje optimalne instalisane snage fotonaponske elektrane neophodno je poznavati resurse solarne energije na ciljnoj mikrolokaciji, geografsku širinu, karakteristike elemenata sistema i ambijentalne uslove [24,

25]. Optimalna instalisana snaga je određena pomoću programskog paketa PVGIS³ i njegovih integrisanih baza podataka [26]. Na osnovu proračuna iz programskog paketa PVGIS preuzeti su i podaci o satnoj proizvodnji optimalne solarne elektrane za prosečno domaćinstvo.



Slika 6. Razmena kupca-proizvođača, koji je prosečno domaćinstvo, sa DEES (kWh)



Slika 7. Razmena kupca-proizvođača, koji je prosečno domaćinstvo, sa DEES u prosečnom satu na godišnjem nivou (kWh)

² Za potrebe ovog rada pretpostavljeno je da je proizvodni objekat kupca-proizvođača solarna elektrana jer je takva situacija kod svih kupaca-proizvođača priključenih na DEES do dana pisanja ovog rada [23], što je i očekivano s obzirom na visinu investicije i kasnijih relativno malih potreba za održavanjem.

³ PVGIS je besplatan *online* programski paket. Može se koristiti za procenu proizvodnje solarnih elektrana, za bilo koju lokaciju u Evropi. Za proračune koristi baze podataka o sunčevom zračenju, temperaturi okoline, brzini vetra i karakteristikama terena dobijenih na osnovu satelitskih snimaka, [26].

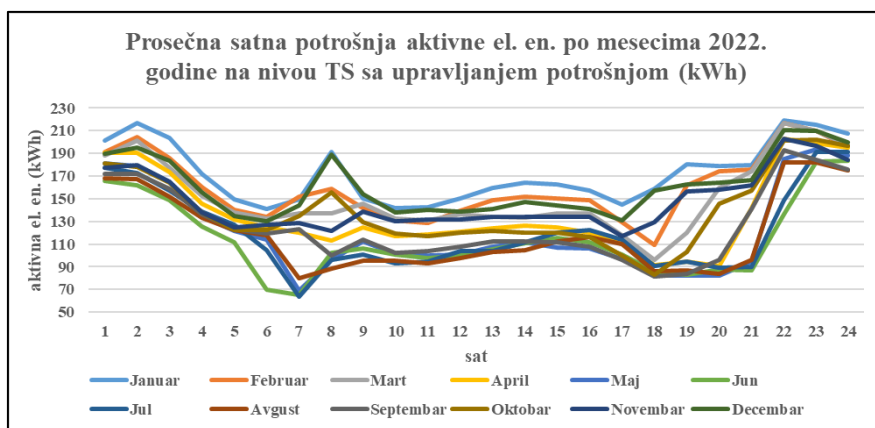
Na slici 6 može se primetiti da je značajno veća isporuka u DEES od preuzimanja iz DEES u letnjim mesecima, dok je u zimskom periodu situacija obrnuta. Sa slike 7, kao što je i očekivano, značajno je veća isporuka u DEES u periodu od 06-15 č. od preuzimanja EE dok je u ostalim periodima dana situacija obrnuta. Ovo navodi na zaključak da je upravljanje potrošnjom potpuno opravdano s ciljem da se ona premešta iz dela dana u kom solarna elektrana ne proizvodi EE u deo dana kada ona proizvodi EE. Upravo tako se postiže minimalna razmena EE sa DEES što donosi sve ranije opisane pogodnosti i za samog kupca-proizvođača, njegovog snabdevača, BOS ali i ODS.

Pored svega navedenog ugradnja skladišta, ili korišćenja baterije električnog vozila kao skladišta EE [5] može zameniti upravljanje potrošnjom tako što bi se EE skladištila u

periodima kada proizvodni objekat proizvodi EE i zatim koristila u periodima kada proizvodni objekat ne proizvodi EE. Najbolji rezultati bi se, naravno, dobili kombinacijom upravljanja potrošnjom i skladištenja EE.

8.3 Mogućnosti za povećanje fleksibilnosti ODS putem agregiranja proizvodnje i potrošnje EE

Ukoliko bi sva posmatrana domaćinstva (njih 233) koja se napajaju iz posmatrane TS bila članovi jedne agregirane grupe, potencijal za povećanje fleksibilnosti bio bi još značajniji. Na slici 8 prikazan je dijagram potrošnje svih 233 domaćinstava zajedno ukoliko bi svega 20% potrošnje u periodu od 18-21 č. bilo pomerenom na period od 08-16 č.



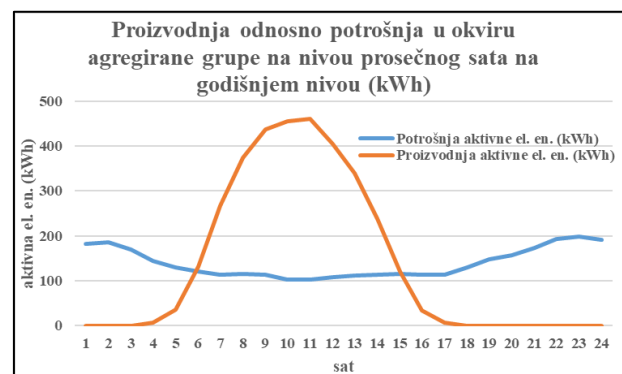
Slika 8. Prosečna satna potrošnja aktivne EE po mesecima 2022. godine na nivou TS sa upravljanjem potrošnjom (kWh)

Analizom dijagrama sa slike 8, i poređenjem njegovog oblika sa dijagramom na slici 5, može se zaključiti da i opisano minimalno upravljanje potrošnjom može doprineti uštedama krajnjih kupaca u slučaju izmene tarifnog sistema i dinamičkih cena EE kao i lakše planiranje rada BOS. Samim tim može doći i do smanjenja troškova balansiranja, odnosno povećanja prihoda za BOS i agregatore. Takođe i ODS može lakše upravljati DEES (uravnoteženiji dijagram potrošnje), a doći će i do manjeg opterećenja DEES u smislu smanjenja pikova, odnosno povećanja minimuma potrošnje.

Ukoliko bi neka od domaćinstava koja su članovi posmatrane agregirane grupe stekli status kupca-proizvođača ili ugradili skladišta električne energije (ili oba istovremeno) pozitivni efekti rada predmetnog agregatora bi bili vidljiviji, a njegovo poslovanje lakše i profitabilnije.

Navedeno bi bilo još uočljivije ukoliko bi u sklopu agregirane grupe bile npr. i solarne elektrane (jedna ili više njih) čija proizvodnja zadovoljava potrebe krajnjih kupaca članova agregirane grupe. Na slici 9 prikazan je dijagram prosečne satne potrošnje odnosno proizvodnje EE na godišnjem nivou u slučaju posmatranih 233 domaćinstava i solarne elektrane optimalne instalisane snage. U proračunima proizvodnje korišćen je programski paket PVGIS, [26]. Na slici 9 prikazana je proizvodnja odnosno potrošnja u okviru posmatrane agregirane grupe na nivou prosečnog sata na godišnjem nivou.

Ukoliko bi u okviru agregirane grupe bile i solarne i vetroelektrane i elektrane na biomasu, zbog prirode njihove proizvodnje, pozitivan uticaj na fleksibilnost ODS, BOS, snabdevače i agregatore bi bio još veći. Dodatni potencijal agregatora može biti i skladište EE u sklopu agregirane grupe. EE se može skladištiti u periodima niže cene EE i isporučivati iz skladišta u periodima više cene EE a takođe može i raditi u cilju smanjenja troškova balansiranja BOS, kao i u cilju povećanja fleksibilnosti ODS putem agregacije.



Slika 9. Proizvodnja odnosno potrošnja EE u okviru agregirane grupe na nivou prosečnog sata na godišnjem nivou (kWh)

8.4 Uticaj rada agregatora na članove agregirane grupe, druge učesnike na tržištu i ODS

Agregator može upravljati članovima agregirane grupe na način opisan u poglavlju 4. Na taj način, koji je prikazan na konkretnom primeru u okviru ovog poglavlja, agregator može ostvariti prihod na tržištu pomoćnih usluga [6], kao i smanjenje troškova debalansa BOS, jer se radom agregatora proizvodnja odnosno potrošnja agregirane grupe može lakše planirati ili realizacija prilagođavati planu. Članovi agregirane grupe mogu imati finansijske uštede, odnosno dodatni prihod, od nadoknade od strane agregatora u slučaju njegovog delovanja, kao i od prilagođavanja preuzimanja EE iz DEES u periodima nižih cena, odnosno isporuke EE u DEES u periodima viših cena EE u slučaju ugovora sa snabdevačem sa dinamičkim cenama [6], odnosno potrošnjom EE iz sopstvenog proizvodnog objekta u slučaju kupaca-proizvođača. ODS željenim dejstvom agregatora može povećati fleksibilnost, odnosno obezbediti više EE u DEES kada je nema dovoljno ili obezbediti veću potražnju za EE kada je u DEES ima više nego što je potrebno (primer dat u poglavlju 7). Navedeno olakšava upravljanje DEES, smanjuje ili odlaže potrebe za dodatnim investicijama u DEES i PEES, i dovodi do smanjenja gubitaka u DEES i PEES [27].

Svi opisani efekti bi bili još izraženiji u slučaju agregacije potrošnje krajnjih kupaca sa većom potrošnjom EE (npr. industrija) jer su veće mogućnosti za upravljanje potrošnjom i eksploataciju kapaciteta skladišta EE te bi i uticaj na fleksibilnost ODS bio značajniji, kao i finansijski efekti na krajnje kupce, snabdevače, BOS i agregatore jer cena EE za krajnje kupce koji nisu domaćinstva i mali kupci nije regulisana [1, 28] već je tržišna (slika 3) tj. značajno je viša. Efekti bi naravno bili značajni i ukoliko bi članovi agregirane grupe bila samo domaćinstva (kao u datom primeru), proizvođači EE iz obnovljivih izvora i skladišta, naročito imajući u vidu da je njihov veliki broj priključen na DEES. Ilustracije radi, na kraju 2021. godine, na DEES bilo je priključeno ukupno 3.307.538 mernih mesta tipa domaćinstvo, njima je isporučeno nešto više od polovine ukupne EE koja je isporučena korisnicima DEES [8].

Dodatnom povećanju fleksibilnosti ODS mogao bi doprineti agregator koji agregira proizvodnju i potrošnju koja je geografski grupisana npr. na nivou TS. Međutim, iako poželjno, to nije preduslov za funkcionisanje agregatora, te korisnici DEES nemaju nikakva ograničenja prilikom izbora agregatora.

Pored svega navedenog, agregatori svojim radom, koji je opisan u ovom radu, doprinose i smanjenju zagađenja životne sredine i tranziciji ka obnovljivim izvorima energije.

9. REGIONALNI PRIMER REGULARNOG OKVIRA ZA AGREGATORE

Do dana pisanja ovog rada države članice Evropske unije su u većoj ili manjoj meri preuzele odredbe Direktive o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište EE [6] u svoje zakonodavstvo, kojom se na osnovni način reguliše položaj

agregatora na tržištu EE Republika Srbija kao država kandidat za pristupanje Evropskoj uniji se nalazi u procesu usklađivanja svog zakonodavstva s „*acquis communautaire*“, te će stoga u budućnosti biti u obavezi da preuzme odredbe ove direktive u svoje zakonodavstvo. Republika Hrvatska kao država članica Evropske unije je implementirala ovu direktivu u svoje zakonodavstvo. Ona predstavlja državu sa sličnom pravnom tradicijom kao i Republika Srbija i elektroenergetski sistem (u daljem tekstu: EES) u ove dve države se decenijama razvijao na sličan način. Stoga će u susret detaljnijem regulisanju agregatora u Republici Srbiji ovaj rad predstaviti regulativu vezanu za agregatora u Republici Hrvatskoj.

Generalno se pitanjem agregatora u Republici Hrvatskoj bavi Zakon o tržištu EE (u daljem tekstu: Zakon o tržištu) [29] kao i drugi propisi kao što su Opći uveti za korištenje mreže i opskrbu EE [30], Pravila o promjeni opskrbljivača i agregatora [31] doneta od strane Hrvatske energetske regulatorne agencije (u daljem tekstu: HERA), kojima se uređuju uslovi i postupak promene snabdevača i/ili agregatora u pogledu snabdevanja EE, otkupa EE i agregiranja.

Agregator se u smislu Zakona o tržištu određuje kao učesnik na tržištu koji se bavi agregiranjem, nezavisni agregator je agregator koji nije povezan sa snabdevačem krajnjih kupca, odnosno nije povezani subjekt sa snabdevačem krajnjih kupaca, dok se pod agregiranjem smatra delatnost koju obavlja fizička ili pravna osoba koja može kombinovati snage i/ili iz mreže preuzete električne energije više kupaca, ili operatora skladišta energije, ili snage i/ili u mrežu predane električne energije više proizvođača ili aktivnih kupaca ili operatora skladišta energije, radi sudelovanja na bilo kojem tržištu električne energije. Dalje je u zakonu predviđeno da agregiranje predstavlja energetska delatnost [29].

U daljem tekstu ovaj zakon propisuje pravila za promenu i pravila o naknadama za promenu snabdevača i agregatora, kojima je predviđeno da se ova promena sprovede u najkraćem mogućem roku bez naknade, osim u slučaju kada korisnik sistema dobrovoljno raskine ugovor s agregatorom kojim je predviđeno obavezno trajanje i fiksne cene. Posebnim članom regulisana su pravila koja se odnose na ugovor o agregiranju, u kome je predviđeno i pravilo da snabdevači krajnje kupce s kojima imaju ugovor o snabdevanju ne smeju podvrgnuti diskriminatornim uslovima, zahtevima, postupcima i obavezanim dodatnim naknadama, na osnovu toga što imaju ugovor o agregiranju [29].

Članom 28 Zakona o tržištu određena su pravila za upravljanje potrošnjom putem agregiranja, kojima je predviđeno da krajnji kupac može samostalno ili putem agregiranja ravnopravno učestvovati na svim tržištima EE u skladu s pravilima koja uređuju pojedina tržišta EE, a da agregator može biti učesnik na svim tržištima EE u skladu s pravilima koja uređuju pojedina tržišta EE. Jasno je propisano da snabdevač ne sme svom krajnjem kupcu koji je zaključio ugovor s nezavisnim agregatorom naplatiti neopravdane troškove ili ugovorne kazne odnosno nametnuti druga neopravdana ugovorna ograničenja diskriminatornih, tehničkih, upravljačkih zahteva ili postupaka, kao i da krajnji kupac koji samostalno ili preko nezavisnog agregatora

učestvuje u upravljanju potrošnjom plaća naknadu svom snabdevaču koji je direktno pogođen aktiviranjem upravljanja potrošnjom. Određen je i karakter navedene naknade, pa je između ostalog predviđeno da je naknada strogo ograničena na pokrivanje troškova snabdevača kupca koji učestvuje u upravljanju potrošnjom putem agregiranja, troškova snabdevača kupca koji samostalno učestvuje u upravljanju potrošnjom ili troškova snabdevačeve BOS, a koji su im uzrokovani aktiviranjem upravljanja potrošnjom.

Navedeni sistem pravila u Republici Hrvatskoj stvara jasne i transparentne osnove za razvoj agregatora i povećanja njihovog broja i funkcionalnosti, što će doprineti ojačavanju pomoćnih sistema sistema za snabdevanje kao i DEES u Republici Hrvatskoj. Sa druge strane, i pored toga što u Republici Srbiji još uvek nije donet set podzakonskih propisa koji regulišu pitanja koja se odnose na agregatore, u stručnim krugovima je započeto sa razmatranjem njihovog značaja i uloge za EES, te bi predstavljanje propisa o agregiranju u Republici Hrvatskoj trebalo da kvalitativno doprinese ovim razmišljanjima. Zaokruživanje potrebne regulative bi trebalo da omogući rešavanje navedenih izazova i da u konačnici, između ostalog, omogući efikasniji rad DEES.

10. ZAKLJUČAK

U prethodnom vremenskom periodu značajan broj novih učesnika na tržištu EE unet je u zakonodavstvo Republike Srbije. Neki od njih su već postojali u praksi i obavljali svoju funkciju kao npr. punionice e-vozila, dok bi neki drugi kao što je agregator tek trebalo da zažive. Preduslov za to je zaokruživanje regulatorne celine kako bi svi učesnici u procesu mogli da imaju izvesnost o procedurama i standardima koji su potrebni kako bi agregatori koji posluju na tržištu Republike Srbije postali svakodnevnica.

Najviše koristi od razvoja agregatora pored samih proizvođača, potrošača i agregatora, trebalo bi da ima sam EES, kome bi agregatori pomagali u periodima visoke proizvodnje ili visoke potrošnje, tako što bi upravljanjem članovima svoje agregirane grupe pružali podršku stabilnom i efikasnom upravljanju EES. Stoga bi najveća podrška uvođenju ovog učesnika na tržištu EE upravo trebalo da budu ODS i OPS, kao potencijalno budući svakodnevni korisnici usluga agregatora.

Donošenje zakonske regulative koja se odnosi na agregatore predstavlja samo početak ka promovisanju prethodno navedenih pogodnosti za EES. Dalji razvoj regulative u ovoj oblasti trebalo bi da doprinese energetske efikasnijem korišćenju EE kroz propisivanje jasnih pravila koja će omogućiti da se minimizuju neefikasni oblici potrošnje kao i proizvodnje. Rešenja koja su prikazana u ovom radu, uključujući i regionalnu praksu, služe da se donosioci propisa upoznaju sa pojedinim aspektima tematike koja se odnosi na agregatore i da je koriste prilikom razmatranja sadržine budućih relevantnih akata. Takođe je rad namenjen i široj stručnoj javnosti koja ima interes da razume prirodu i značaj agregatora pre njegovog zaživljavanja u praksi.

LITERATURA

- [1] Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021)
- [2] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Službeni glasnik RS", br. 40/21)
- [3] Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca – proizvođača i snabdevača ("Službeni glasnik RS", br. 83/2021 od 27.8.2021. godine, 74/2022 od 01.07.2022.)
- [4] Dostupno na: <https://www.mre.gov.rs/lat/aktuelnosti/javni-pozivi/javni-poziv--za-dodelu-sredstava-za-finansiranje-programa-energetske-sanacije-porodicnih-kuca--solarni-paneli--koji-sprovode-jedinice-lokalne-samouprave-kao-i-gradske-opstine-jp-3-21>, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [5] Kuzman M., Grujić D., "Punionice električnih vozila na tržištu Republike Srbije", CIRED 2022, Kopaonik
- [6] 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).
- [7] HUPX Historical data, dostupno na: <https://hupx.hu/en/market-data/dam/historical-data>, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [8] Energetski podaci 2021, Elektro distribucija Srbije d.o.o. Beograd, dostupno na: https://elektrodistribucija.rs/ona/informacije/dokumenta/GI_ODS_2021.pdf, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [9] Odluka o utvrđivanju Metodologije za određivanje cena pristupa sistemu za distribuciju električne energije („Službeni glasnik RS“, broj 105/12)
- [10] SEEPEx tržišni podaci, dostupno na: <http://seepex-spot.rs/sr/market-data/day-ahead-auction>, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [11] International Renewable Energy Agency, Aggregators Innovation Landscape Brief, str. 12, dostupno na: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Innovation_Aggregators_2019.PDF, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [12] Pravila o radu distributivnog sistema, jul 2017. Godine, dostupno na: http://aers.rs/FILES/AktiAERS/AERSDajeSaglasnost/2017-07-19_Pravila%20o%20radu%20ED-ODS%20EPS%20distr.pdf, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [13] Pravila o radu prenosnog sistema, mart 2020. godine, dostupno na: <https://ems.rs/wp-content/uploads/2022/07/PRAVILA-O-RADU-PRENOSNOG-SISTEMA.pdf>, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [14] Pravila o radu tržišta električne energije, novembar 2022. godine, dostupno na: <https://ems.rs/wp-content/uploads/2022/07/PRAVILA-O-RADU-PRENOSNOG-SISTEMA.pdf>

- [content/uploads/2022/12/Pravila-o-radu-trzista-elektrcn-1.pdf](#), [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [15] Naval N., Yusta J., „Virtual power plant models and electricity markets - A review“, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 149, October 2021, 111393, dostupno na: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S136403212100678X?token=65B314150E74FF7E9307D6D02FEF118364DE7D599CDFE5979E2D60FC70A69285B5280C1FFEA6FF7A99A1E860F91F533F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230407152242>, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [16] Ma Z., Billanes J., Jørgensen B. N., „Aggregation Potentials for Buildings—Business Models of Demand Response and Virtual Power Plants“, Energies, October 2017, 10(10):1646; DOI: [10.3390/en10101646](https://doi.org/10.3390/en10101646)
- [17] Bahloul M., Breathnach L., Cotter J., Daoud M., Saif A., Khadem S., „Role of Aggregator in Coordinating Residential Virtual Power Plant in “StoreNet”: A Pilot Project Case Study“, IEEE Transactions On Sustainable Energy, Vol. 13, No. 4, October 2022, pp. 2148-215; DOI: [10.1109/TSTE.2022.3187217](https://doi.org/10.1109/TSTE.2022.3187217)
- [18] Vukovljak M., Janković M., „Novi učesnici na tržištu električne energije“, Cigre Srbija, Zlatibor, 2021.
- [19] Zajc M., Kolenc M., Suljanović N., „Virtual Power Plant Communication System Architecture“, Control, Communication, and Optimization of Smart Power Distribution Systems, 2019, pp. 231-250; DOI: [10.1016/B978-0-12-812154-2.00011-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812154-2.00011-0)
- [20] Izveštaj o radu Agencije za energetiku za 2020. godinu, dostupno na: <https://www.aers.rs/Files/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202020.pdf>, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [21] Kerscher S., Arboleya P. „The key role of aggregators in the energy transition under the latest European regulatory framework“, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 134, January 2022, 107361
- [22] Funkcionalni zahtevi i tehničke specifikacije AMI/MDM sistema, sveska 1, Tehničke specifikacije brojila električne energije i komunikacionih uređaja, verzija 4.0, Usvojeno na Stručnom savetu EPS Distribucije, Beograd, 07.02.2019. godine, dostupno na: https://elektrodistribucija.rs/interni_standardi/pravila/Specifikacija_verzija%204.0_Sveska_1_Usvojeno_na_TSS_EPSD_07022019_objaviti.pdf, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [23] Registar kupaca-proizvođača, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, dostupno na: http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/DOMACI_NSTVA/DOMACINSTVA.pdf, http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/STAMBE_NA_ZAJEDNICA/STAMBENA_ZAJEDNICA.pdf, http://edbnabavke.edb.rs/registar_kupaca/OSTALI_KP/OSTALI_KP.pdf, [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [24] Grujić D., Kuzman M., „Modeli korišćenja električne energije kupaca-proizvođača“, Energija, ekonomija, ekologija, 2022, god. XXIV, br. 1, str. 8-16.
- [25] Grujić D., Đurišić Ž., „Uslovi razvoja projekta solarne elektrane u sklopu TS „Beograd 20“, CIGRE Srbija, Zlatibor 2015.
- [26] Climate online baze podataka, dostupno na: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [27] Rajaković N., Tasić D., „Distributivne i industrijske mreže“, Akademsko misao, Beograd 2008.
- [28] Odluka o regulisanoj ceni električne energije za garantovano snabdevanje sa primenom od 01. januara 2023. godine, <https://www.aers.rs/FILES/Odluke/OCenama/2023-01-01%20odluka%20EPS%20struja.pdf> [pristupljeno 07.04.2023. godine]
- [29] Zakon o tržištu električne energije ("Narodne novine", br. 111/21)
- [30] Opći uvjeti za korišćenje mreže i opskrbu električnom energijom ("Narodne novine", br. 104/20).
- [31] Pravila o promjeni opskrbljivača i agregatora ("Narodne novine", br. 84/2022)

BIOGRAFIJE



Dunja Grujić je završila osnovne i master studije na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, gde je trenutno student doktorskih studija na modulu Elektroenergetske mreže i sistemi. Trenutno je zaposlena u Elektrodistribuciji Srbije na poziciji višeg analitičara za poslovne procese za podršku tržištu i smanjenje gubitaka. Aktivno učestvuje u radu radnih grupa Energetske zajednice, kao i na izradi zakonskih i podzakonskih akata iz oblasti energetike. Objavila je više naučnih radova na temu integracije obnovljivih izvora energije, kao i tržišta električne energije.



Miloš Kuzman je konsultant za pravo energetike sa značajnim iskustvom u oblasti pravne podrške istraživanja i proizvodnje nafte i gasa. Specijalizovan je u oblasti energetskog, komercijalnog, bankarskog i finansijskog prava a iskustva je između ostalog sticao i na master studijama na Institute for Law and Finance u Frankfurtu na Majni i Columbia Law School u Njujorku. Trenutno je na poziciji višeg savetnika za istraživanje i proizvodnju nafte i gasa u Naftnoj Industriji Srbije, student je doktorskih studija iz oblasti prava energetike i potpredsednik je Udruženja za pravo energetike Srbije.

UDC: 621.131.1:502.131.1(497.11)
620.9:339.13(497.11)

Dunja S. Grujić¹, Miloš M. Kuzman²

The Role of Aggregators in the Electricity Market Development



¹ Elektro distribucija Srbije d.o.o. Beograd, Belgrade, Republic of Serbia*

² Serbian Energy Law Association, Belgrade, Republic of Serbia

Category of article: Review article

Highlights

- Aggregators as a new market participant
- A significant factor of green transaction - aggregator
- Efficient optimization of electricity production and consumption
- Impact on the flexibility of the power system

Abstract

In recent years, there has been an accelerated transition of the distribution power system from predominantly passive to active, primarily due to a rise in the number of electricity producers from renewable sources connected to the distribution system. In addition, amendments to the Law on Energy determined new users of the distribution system, including prosumers and electricity storage operators, whose mass connection to the distribution system is expected in the coming period. Aggregator has been recognized as an important new market participant, providing a service for the merging of electricity production and consumption in order to further sell, purchase or auction in the electricity market.

In this work, possible business models of aggregators, existing legal regulations and preconditions needed for their functioning on the market of the Republic of Serbia, shall be analyzed. Also, good international practices in this area will be presented in the work. In addition, efficient ways of merging the production and consumption of electricity, including final customers and producers, by aggregators, will be discussed.

The impact of the aggregators on the operations of the distribution system operator will be discussed, with a number of challenges ahead. Some of these challenges are related to system management and changes in power flows due to the connection of a significant number of new system users. At the end of the paper, an example will be presented that illustrates the possibility of aggregator acting in order to increase the flexibility of the power system.

Keywords

**Aggregators, Managing Electricity Production and Consumption,
Energy Efficiency, Renewable Electricity Sources**

Note:

This article represents an expanded, improved and additionally peer-reviewed version of the paper "Models of the Functioning of Aggregators in the Electricity Market", awarded by EC-6 Electricity market and deregulation at the 13th CIRED Serbia Conference, Kopaonik, September 12-16, 2022

Received: April 7th, 2023

Reviewed: May 22nd, 2023

Modified: May 26th, 2023

Accepted: May 27th, 2023

*Corresponding author: Dunja S. Grujić

Phone: +381-64-897-46-59 E - mail: dunja.grujic@ods.rs