

Дуња С. Грујић¹, Милош М. Кузман²

Улога агрегатора у развоју тржишта електричне енергије

¹ Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд, Београд, Република Србија*² Удружење за право енергетике Србије, Београд, Република Србија<https://doi.org/10.18485/epij.2023.1.1.2>

Категорија рада: прегледни чланак

Кључне поруке

- Агрегатори као нови учесник на тржишту
- Значајан чинилац зелене транзиције – агрегатор
- Ефикасна оптимизација производње и потрошње електричне енергије
- Утицај на флексибилност електроенергетског система

Кратак садржај

Последњих година дошло је до убрзане транзиције дистрибутивног електроенергетског система из претежно пасивног у активан пре свега услед пораста броја произвођача електричне енергије из обновљивих извора прикључених на дистрибутивни систем. Поред тога, изменама и допунама Закона о енергетици дефинисани су нови корисници дистрибутивног система, међу којима и купци-произвођачи и складиштари чије се масовније прикључивање на дистрибутивни систем очекује у наредном периоду. Као битан нови учесник на тржишту препознат је и агрегатор који пружа услугу обједињавања производње и потрошње електричне енергије у циљу даље продаје, куповине или аукција на тржишту електричне енергије.

У овом раду биће анализирани могући модели пословања агрегатора, постојећа законска регулатива и предуслови који су потребни за њихово функционисање на тржишту Републике Србије. Такође, у раду ће бити представљене и добре међународне праксе у овој области. Поред тога разматраће се ефикасни начини обједињавања производње и потрошње електричне енергије, између осталог крајњих купаца и произвођача, од стране агрегатора.

Биће разматран и утицај агрегатора на пословање оператора дистрибутивног система пред којим стоје бројни изазови. Неки од ових изазова везани су и за управљање системом и промене токова снага услед прикључења значајног броја нових корисника система. На крају рада ће бити приказан конкретан пример који илуструје могућност деловања агрегатора у циљу повећања флексибилности електроенергетског система.

Кључне речи

Агрегатори, управљање производњом и потрошњом електричне енергије, енергетска ефикасност, обновљиви извори електричне енергије

Напомена:

Чланак представља проширену, унапређену и додатно рецензирану верзију рада „Модели функционисања агрегатора на тржишту електричне енергије“, награђеног у СТК-6 Тржиште електричне енергије и дерегулација на 13. Саветовању CIRED Србија, Копаоник, 12-16. септембра 2022.

Примљено: 7. април 2023. Рецензирано: 22. мај 2023.
Измењено: 26. мај 2023. Одобрено: 27. мај 2023.

*Кореспондирајући аутор: Дуња С. Грујић

Тел: +381-64-897-46-59 Имејл: dunja.grujic@ods.rs

1. УВОД

Независно од тога којом ће се брзином развијати иновативности у области енергетике, убрзавати енергетска транзиција или изналазити алтернативни начини коришћења енергената, чињеница је да се електрична енергија (у даљем тексту: ЕЕ) свакодневно производи и троши. У овом процесу имамо произвођаче са једне стране, и потрошаче ЕЕ са друге. И једни и други настоје да оптимизују производњу односно потрошњу ЕЕ на начин да се она ефикасније производи односно троши уз ниже маргиналне трошкове. Тамо где је то технички и регулаторно могуће, а економски исплативо, кључ је у њиховом удруживању зарад постизања заједничког циља и ту на сцену ступају агрегатори.

Традиционална подела да су са једне стране произвођачи и са друге стране потрошачи ЕЕ показала је недостатке у пракси, услед чињенице да се понуда и тражња ЕЕ на тржишту не само никада не могу идеално покlopити, већ и стога што у појединим периодима у току календарске године долази до значајних одступања између ЕЕ која се производи и оне која се троши у датом тренутку. Бројни су разлози за овакву неусклађеност као што су нпр. недостатак ЕЕ из хидроелектрана усред суша, повећана потрошња ЕЕ у зимским месецима, већа количина ЕЕ која у току ноћи улази у систем из ветроелектрана у периоду кад је потрошња смањена, итд. Агрегирање тежи да постигне оптимизацију наведених неусклађености и због тога оно може представљати значајан фактор стабилности и самог дистрибутивног електроенергетског система (у даљем тексту: ДЕЕС), па и преносног електроенергетског система (у даљем тексту: ПЕЕС). Агрегатори имају позитиван утицај и на повећање флексибилности ДЕЕС и ПЕЕС. Стога је у раду дат и пример који приказује могућности које агрегатору стоје на располагању за повећање тих флексибилности.

Битан предуслов за формирање и развој агрегатора и само агрегирање представља постојање одговарајуће законске регулативе у овој области. Како у Републици Србији наведена регулатива још увек није у потпуности заокружена, овај рад представља прилику да се укаже на постојеће законско решење, као и решења која би регулатива која би тек требало да буде донета могла да садржи, као и моделе пословања агрегатора укључујући и начине обједињавања производње и потрошње ЕЕ који би по мишљењу аутора представљали оптимално решење у оквиру постојећих тржишних услова. Додатно ће у овом раду бити представљено и једно регионално искуство у овој области.

Почетак рада првих агрегатора у Републици Србији представљаће изазов и за оператора ДЕЕС (у даљем тексту: ОДС). Како би се обезбедило оптимално управљање ДЕЕС, ОДС би требало, ослањајући се између осталог и на недостајућу регулативу у овој области, да у сваком тренутку буде у могућности да

контролише рад агрегатора услед техничких специфичности, као што је на пример промена токова снага услед приступа агрегатора ДЕЕС односно произвођача и потрошача чију производњу и потрошњу агрегира агрегатор. Стога ће овај рад посебну пажњу посветити и утицају агрегатора на пословање ОДС.

2. ИЗАЗОВИ КОЈИ СУ ПРЕД ОДС УСЛЕД ПРИКЉУЧЕЊА НОВИХ КОРИСНИКА У ДЕЕС

2.1 Нови корисници ДЕЕС

Загађење животне средине, убрзане климатске промене, као и ограничени ресурси фосилних горива довели су до повећања свести човечанства о потреби за производњом ЕЕ из обновљивих извора, штедњом електричне (као и свих других видова) енергије, као и повећањем енергетске ефикасности.

С обзиром на наведено, у Републици Србији, као и у другим земљама Европе и света интензивно се граде производни објекти за производњу ЕЕ из обновљивих извора, пре свега из биомасе, сунца и ветра. Поред тога, значајан број крајњих купаца се одлучује на изградњу сопствених производних објеката из обновљивих извора енергије које ће прикључити на своје унутрашње инсталације при чему ће произведену ЕЕ користити за сопствене потребе, а вишкове испоручивати у ДЕЕС, при чему стичу статус купца-произвођача [1,2,3]. Република Србија на различите начине подстиче употребу обновљивих извора енергије (као што су фид-ин тарифе и аукције [2] за произвођаче, док су за купце-произвођаче грађанима између осталог понуђене државне субвенције [4], као и модел обрачуна путем нето мерења, односно нето обрачуна [2,3].

Као значајан корисник ДЕЕС и учесник на тржишту препознат је и складиштар [1], који би у периодима када има вишак ЕЕ на располагању исту складиштио, како би се она користила када за то буде потребе. Могућност уградње складишта дата је и купцима-произвођачима [2,3].

Поред промена у понашању свих крајњих купаца ЕЕ, узрокованих променама животних навика, модернизације бројних процеса, као и услова на тржишту ЕЕ посебно треба имати у виду сектор транспорта. Овај сектор се налази у транзиционом периоду, услед потребе за очувањем животне средине, смањењем емисије издувних гасова, као и успоравањем климатских промена. Наведене околности утичу на све већи број електричних возила и возила на хибридни погон (у даљем тексту: е-возила) на путевима Републике Србије. Како би се њихов број у будућности повећао неопходно је развити потребну инфраструктуру, у смислу изградње довољног броја јавних пунионица чија је потрошња изузетно непредвидива. Поред наведеног, треба имати у виду и предност коришћења батерија за е-

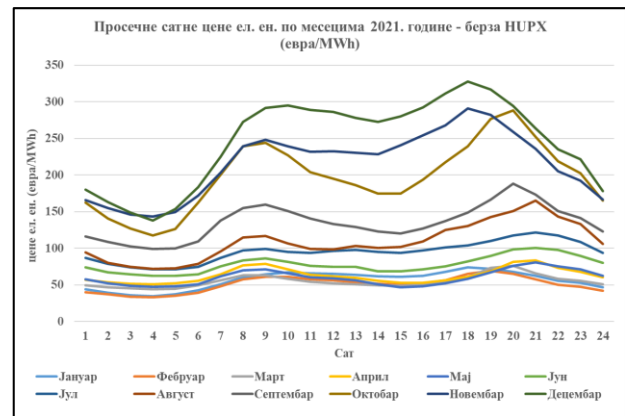
возила које могу представљати потенцијална покретна складишта ЕЕ [5].

С обзиром на све наведено ДЕЕС постаје динамичан, активан систем у ком су токови снага све мање предвидиви услед прикључења нових, и промене деловања постојећих, корисника ДЕЕС са различитим улогама у новонасталим тржишним условима. Услед претходно описаног, ОДС се суочава са изазовима у управљању ДЕЕС, регулацијом напона, повећаним техничким и нетехничким губицима, повећањем оптерећења ДЕЕС, смањењем капацитета за прикључење нових корисника ДЕЕС, загушењима у ДЕЕС, инјектирањем ЕЕ из ДЕЕС у ПЕЕС, као и потребама за значајним инвестицијама у ДЕЕС како би се омогућио стабилан, поуздан и сигуран рад ДЕЕС. Све наведено доводи до потребе веће флексибилности ДЕЕС која је предвиђена и у Директиви о заједничким правилима за унутрашње тржиште ЕЕ [6].

2.2 Флексибилност ДЕЕС

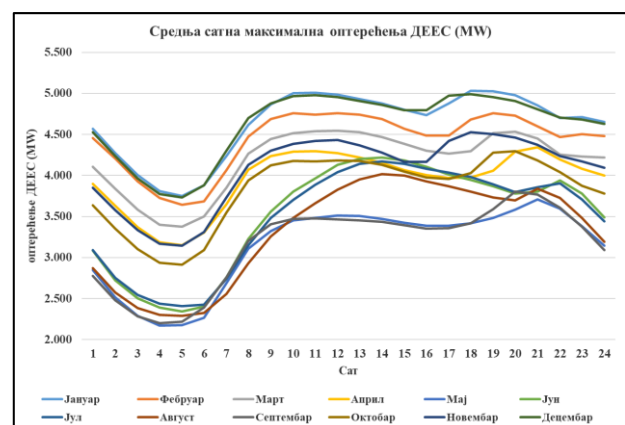
Већа флексибилност ДЕЕС може се постићи на различите начине. Пре свега, сам ОДС може вршити реконфигурацију ДЕЕС у циљу повећања флексибилности. Један од начина повећања флексибилности је промена извора напајања за поједине кориснике ДЕЕС услед прикључења новог производног објекта како би се произведена ЕЕ ефикасније користила и мање оптерећивао ДЕЕС. Такође, погодан избор тачке прикључења корисника ДЕЕС може бити додатни извор флексибилности, као што је нпр. прикључење производних објеката на локацијама са значајним оптерећењем, како би се избегло њихово прикључење на локацијама на којима је ДЕЕС иначе слабо оптерећен што може довести до нових проблема у управљању ДЕЕС.

Поред наведеног и корисници ДЕЕС могу повећати флексибилност ДЕЕС. Развојем тржишта ЕЕ корисници ДЕЕС могу мењати своје навике услед флукуације цене ЕЕ. Просечне сатне цене ЕЕ по месецима 2021. године са берзе HUPX¹ дате су на слици 1 [7]. Може се приметити да крива сатних цена прати криву сатног оптерећења ДЕЕС, која је дата на слици 2 [8], те да су у периодима већег оптерећења ДЕЕС и цене ЕЕ више и обрнуто. Уколико би снабдевачи продавали ЕЕ крајњим купцима по динамичким ценама које би пратиле описане трендове (различите цене по сатима, деловима дана или слично), корисници ДЕЕС, како би себи смањили трошкове за ЕЕ, природно би смањивали своју потрошњу у деловима дана у којима је ДЕЕС оптерећен (више цене) и своју потрошњу одлагали за периоде мањег оптерећења ДЕЕС (периоди нижих цена), а тиме би доприносили и флексибилности ДЕЕС.



Слика 1. Просечне сатне цене ЕЕ по месецима 2021. године - берза HUPX (евра/MWh) [7]

Како би се описани ефекат појачао и тарифе за приступ ДЕЕС у будућности могу постати динамичније. Редифинисањем тарифа кроз измене и допуне [9] крајњи купци (укључујући и пунионице за е-возила), купци-произвођачи, складиштари итд. били би мотивисани да ЕЕ из ДЕЕС не преузимају у периодима када је ДЕЕС веома оптерећен, већ у периодима мањег оптерећења. Тренутним концептом тарифа са дневном тарифом у трајању од 16 сати и ноћном у трајању од 8 сати не постиже се жељени ефекат у потпуности, те је предлог да се одреде бар четири различите тарифе које ће осликавати објективно стање у ДЕЕС. Најскупља тарифа би била у периоду од 17-21 ч, а најјефтинија у периоду од 00-08 ч. (видети слику 2) [5]. Такође, предлаже се моделовање посебних тарифа за произвођаче и складиштаре кроз измене и допуне [9] којима ће се стимулисати складиштари и произвођачи да управо у периодима дана када је ДЕЕС оптерећен испоручују ЕЕ у ДЕЕС, односно да у периодима мањег оптерећења испоручу смање или обуставе.



Слика 2. Средња сатна максимална оптерећења ДЕЕС по месецима 2021. године (MW) [8]

¹ За потребе овог рада, као пример, коришћене су цене са берзе HUPX. На слици 3 приказано је поређење просечних месечних цена у периоду од јануара 2020. до марта 2022.

године на берзама HUPX и SEEPEX. Може се приметити да су цене готово идентичне.

Описаним изменама корисници ДЕЕС би се подстакли да своју потрошњу и производњу самостално, изазвани само ценовним сигналимa, прилагоде стању у ДЕЕС чиме ће помагати пословању ОДС.

Поред наведеног, ОДС се подстиче да експлицитно набавља услугу флексибилности у транспарентним, недискриминаторним и тржишним поступцима набавке [6] у циљу подстицања пословања и развоја ОДС. С обзиром на наведено, ОДС може у будућности са корисницима ДЕЕС закључивати и посебне уговоре којима би се дефинисао однос корисника ДЕЕС и ОДС у смислу повећања флексибилности ДЕЕС. ОДС би корисницима, са којима има закључен уговор, издавао налоге чијом би реализацијом ОДС имао олакшано пословање, а корисник ДЕЕС одговарајућу финансијску надокнаду. Такође, ОДС у наредном периоду може корисницима ДЕЕС који желе да учествују у повећању флексибилности ДЕЕС давати различите повластице у смислу смањења трошкова прикључења на ДЕЕС, приоритетног приступа ДЕЕС и слично.

Корисници ДЕЕС, мотивисани првенствено финансијским уштедама и додатним приходима, али и очувањем животне средине, постају активни учесници на тржишту ЕЕ, те ће тако имати интереса да се укључе и у повећање флексибилности ДЕЕС на неки од описаних начина. Оправдано је очекивати да ће се у будућем периоду описани тренд наставити јер је дошло до наглог и значајног повећања цена ЕЕ на тржишту ЕЕ које немају тенденцију пада (видети слике 1 и 3). Међутим, због својих релативно малих капацитета корисници ДЕЕС често не могу самостално иступати на тржишту ЕЕ. Управо због тога препознат је агрегатор [1,6] као корисник ДЕЕС и учесник на тржишту.



Слика 3. Просечне месечне цене ЕЕ (евра/МWh);
јануар 2020 – март 2022;
берзе SEEPEX и HUPX [7, 10]

3. РЕГУЛАТИВА У ОБЛАСТИ АГРЕГАТОРА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Иако је појам агрегатора глобално већ распрострањен и константно се развија [11], закон о енергетици [1] својим изменама и допунама из априла 2021. по први пут у законодавство Републике Србије

уводи појам агрегатора. Тако се у члану 2 став 1 тачка 1а) Закона агрегатор одређује као правно или физичко лице које пружа услугу обједињавања потрошње и/или производње ЕЕ у циљу даље продаје, куповине или аукција на тржиштима ЕЕ, док се у тачки 1) истог става агрегирање одређује као обједињавање потрошње и/или производње ЕЕ ради куповине, продаје или аукција на тржиштима ЕЕ. Из наведених законских дефиниција произлази да агрегатор може агрегирати само потрошњу, или производњу ЕЕ, а може објединити и производњу и потрошњу. То заправо значи да агрегатор координира потрошњу односно производњу учесника на тржишту у складу са законом, при чему нпр. купцима-произвођачима услед њихове природе може координирати и производњу и потрошњу.

Закон препознаје агрегатора и као корисника система и учесника на тржишту ЕЕ, што им гарантује широк круг како права тако и обавеза које произлазе из [1], на првом месту право на приступ ДЕЕС, право на недискриминаторан третман, итд. Чланом 195. став 1. тачка 17 [1] предвиђена је дужност снабдевача да крајње купце који су закључили уговор са агрегатором не излаже неоснованим трошковима ни уговорним ограничењима. На овај начин је законодавац желео да гарантује да крајњим купцима ЕЕ неће бити наметнуте додатне обавезе у случају да се одреде за сарадњу са агрегатором у односу на оне које већ имају у складу са законом, чиме је индиректно обезбеђено слободно одлучивање крајњих купаца на тржишту ЕЕ да се њихова потрошња агрегира.

На нешто детаљнији начин права и обавезе агрегатора одређени су у члану 210б [1]. Тако је прописано да агрегатор наступа на тржишту ЕЕ у име и за рачун учесника на тржишту за које врше услугу обједињавања потрошње и/или производње, чиме се агрегатор ставља у функцију заступника сходно општим правилима облигационог права. То заправо значи да радње које преузме агрегатор на тржишту ЕЕ, у границама законских овлашћења, правне последице тако преузете радње непосредно погађају произвођача односно потрошача ЕЕ који има закључен уговор са агрегатором. На агрегатора би се стога сходно имао применити институт заступништва из важећег Закона о облигационим односима, укључујући и институт прекорачења границе овлашћења, уколико исти нису у супротности са природом агрегатора. Стога је потребно да се произвођачи и/или потрошачи ЕЕ који се одлуче за агрегирање своје производње односно потрошње детаљно упознају са правним последицама деловања агрегатора, посебно у погледу одговорности коју би евентуално могли да снесу услед радњи које је учинио сам агрегатор у њихово име и за њихов рачун.

Истим чланом [1] даље је прописано да је агрегатор дужан да: 1) поступа према учеснику на тржишту на недискриминаторан начин; 2) објави опште услове понуде за закључење уговора, односно да учесника на тржишту обавести на пригодан начин о понуђеним

условима; 3) бесплатно обезбеди све релевантне податке учеснику на тржишту најмање једном у току обрачуноског периода уколико учесник на тржишту то затражи; и 4) да на својој интернет страници, или на други прикладан начин, обавести учесника на тржишту о функцији агрегирања. Наведена правила су само начелно постављена и очекује се њихова даља разрада, првенствено кроз измене и допуне важећих Правила о раду оператора система [12, 13] и Правила о раду тржишта [14].

4. УЛОГА АГРЕГАТОРА НА ТРЖИШТУ ЕЕ

Сваки корисник система, па тако и агрегатор, дужан је да уреди приступ систему на који је прикључен, као и балансну одговорност. Сви корисници система самостално уређују приступ систему и балансну одговорност, изузев оних који са снабдевачем имају закључен уговор о потпуном снабдевању. У описаном случају снабдевач има обавезу регулисања приступа систему и балансне одговорности за места примопредаје предметних корисника система. Корисници система који су део агрегиране групе, поред уговора којима регулишу снабдевање, приступ систему и балансну одговорност, са агрегатором закључују засебан уговор о агрегирању. Такође, агрегатор као корисник система и учесник на тржишту дужан је регулише приступ систему и балансну одговорност. [1]

4.1 Однос ОДС и агрегатора

Основни циљ ОДС је да у сваком тренутку у ДЕЕС постоји довољно ЕЕ да задовољи потребе свих корисника ДЕЕС. Управо у реализацији овог циља у будућности кључну улогу може имати агрегатор. Као што је већ наведено, његова улога је да обједини потрошњу и производњу више учесника на тржишту са њиховим различитим функцијама (крајњи купци, произвођачи, складиштари, купци-произвођачи, итд.) како би се међусобно допуњавали и омогућавали веће финансијске уштеде агрегираним учесницима на тржишту (у даљем тексту: агрегирана група), профит агрегатору, снабдевачу и балансно одговорној страни (у даљем тексту: БОС), али омогућити и већу флексибилност ДЕЕС чиме се постиже пун ефекат агрегације. Агрегатор ће добијати финансијску надокнаду од стране ОДС, док ће чланови агрегиране групе за промене свог плана рада, узроковане деловањем агрегатора, добијати финансијску надокнаду од агрегатора (директну финансијску надокнаду, или различите повластице у смислу смањења рачуна за ЕЕ итд, у зависности од услова под којима је закључен уговор о агрегирању).

У циљу реализације налога ОДС од стране агрегатора у наставку ће бити дати примери деловања агрегатора на чланове агрегиране групе. За потребе овог рада анализираће се случај агрегиране групе у

којој су агрегирани крајњи купци (индустријски крајњи купци, јавне пунионице е-возила, домаћинства, крајњи купци који су власници е-возила итд.), произвођачи из обновљивих извора, купци-произвођачи (са сопственим складиштем и без њега) и складиштари.

У случају да је ДЕЕС преоптерећен ОДС ће агрегатору издати налог, у складу са закљученим уговором, да обезбеди количину X ЕЕ У ДЕЕС. При томе агрегатор, у складу са уговорима о агрегацији које има са члановима агрегиране групе, може издати налог:

- управљивим производним јединицама да повећају производњу ЕЕ за количину PRp ;
- крајњим купцима (између осталих и јавним пунионицама е-возила) да смање потрошњу за количину KKp , у односу на свој иницијални план, чиме ће се смањити количина потребне ЕЕ за предметне крајње купце;
- складиштима (уколико су напуњена) да преко планиране количине ЕЕ за испоруку у ДЕЕС испоруче додатну количину ЕЕ Sp , односно да смање преузимање из ДЕЕС за Ssp , у односу на план;
- купцима-произвођачима да повећају испоруку ЕЕ у ДЕЕС (уколико у предметном тренутку производни објекат производи ЕЕ, односно из батерије уколико је имају) за количину $KPIp$, односно смање преузимање из ДЕЕС (да смање потрошњу или да користе ЕЕ из сопствене батерије уколико је имају и уколико је напуњена) за количину $KPPp$.

Свим описаним мерама, деловањем различитих учесника на тржишту који су део агрегиране групе, путем агрегатора, повећава се укупна расположива ЕЕ у ДЕЕС, у складу са захтевом ОДС, за количину X :

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

Такође, постоје и обрнуте ситуације, у којима у ДЕЕС постоји више ЕЕ него што је то потребно у датом тренутку (нпр. у току ноћи). ОДС издаје налог агрегатору, у складу са закљученим уговором, да у ДЕЕС смањи укупну количину расположиве ЕЕ у систему за количину Y . При томе агрегатор, у складу са уговорима о агрегацији које има са члановима агрегиране групе, може издати налог:

- управљивим производним јединицама да смање производњу ЕЕ за количину PRs ;
- крајњим купцима (између осталих и јавним пунионицама е-возила) да повећају потрошњу ЕЕ за количину KKs у односу на њихов иницијални план, чиме ће се повећати потребна ЕЕ за предметне крајње купце;
- складиштима да смање испоруку ЕЕ у ДЕЕС за количину Ss у односу на план, односно да повећају преузимање из ДЕЕС за Sss у односу на планске количине;
- купцима-произвођачима да смање испоруку ЕЕ у ДЕЕС за количину $KPIs$ (уколико у предметном

тренутку производни објекат производи ЕЕ да повећају потрошњу произведене ЕЕ, односно да пуне своје батерије уколико је могуће), односно да повећају преузимање из ДЕЕС за количину $KPPs$ (да повећају потрошњу или да ЕЕ користе из ДЕЕС уместо из сопствене батерије уколико је напуњена).

Свим описаним мерама, деловањем различитих учесника на тржишту који су део агрегиране групе, путем агрегатора смањује се укупна расположива ЕЕ у ДЕЕС, у складу са захтевом ОДС, за количину Y :

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

Агрегатор одређује, првенствено на основу економских параметара и уговора о агрегацији које ће од набројаних ресурса да ангажује како би испунио налог ОДС. Дејство агрегатора еквивалентно је једној електрани која је произвела количину ЕЕ X у захтеваном тренутку у случају да је потребно повећати укупну расположиву ЕЕ у ДЕЕС, односно смањила своју производњу за количину ЕЕ Y и тиме за ту количину смањила укупну расположиву ЕЕ у ДЕЕС. С обзиром на изнето, у литератури се често може видети да се агрегатори посматрају као виртуелне електране [15, 16, 17].

4.2 Модели пословања агрегатора на тржишту ЕЕ

Снабдевач, који је уједно и БОС, или је пренео балансну одговорност на другу БОС, може имати и улогу агрегатора. Досадашња пракса европских земаља показала је да снабдевачи нерадо преузимају улогу агрегатора [18], јер тиме утичу на смањење продаје ЕЕ (нарочито у периодима високих цена) што је њихова основна делатност, чиме умањују сопствени профит.

Насупрот томе, агрегатор може пословати независно од снабдевача који је и БОС тзв. независни агрегатор [6]. Независни агрегатор може активирањем својих механизма изазвати додатне трошкове како снабдевачу (непродата набављена ЕЕ у неком сату) тако и БОС (дебаланс у посматраном сату). У таквим случајевима предвиђена је надокнада за непродату ЕЕ снабдевачу и трошкове дебаланса БОС од стране ученика на тржишту али само до реалне мере које је изазвало деловање агрегатора [6]. У [6] је дефинисано да начин прорачуна висине наведене надокнаде одобрава регулаторно тело.

Трећа могућност је да независни агрегатор буде и БОС, независно од снабдевача. Овакав концепт је за прво време реалнији, јер у случају да не постоје налози од ОДС агрегатор може управљати учесницима на тржишту које агрегира тако да допринесе смањењу сопствених трошкова дебаланса. Снабдевачи набављају ЕЕ коју ће продати крајњим купцима, купцима-произвођачима, складиштарима итд. које снабдевају у складу са њиховим планом потреба за ЕЕ. Такође, снабдевачи планирају и количину ЕЕ коју ће откупити од произвођача, купаца-произвођача,

складиштара итд. БОС сатне количине ЕЕ за своју балансну групу пријављују оператору ПЕЕС (у даљем тексту: ОПС) за дан унапред. Поређењем правих, реализованих сатних вредности и пријављене позиције за БОС, ОПС за сваку БОС обрачунава трошак дебаланса на сатном нивоу [14]. Реализација која се у посматраном сату разликује од пријављене позиције (нпр. кишовит дан уместо сунчаног те је производња соларних електрана значајно испод планиране, изненадан престанак рада великог индустријског крајњег купца услед хаварије те је његова потрошња 0 kWh уместо значајне која је планирана, или изненадно непланирано повећање потрошње нпр. грејање већег броја домаћинстава уређајима који раде на ЕЕ услед квара на централном грејању) изазваће значајне трошкове дебаланса за предметну БОС. Управо у таквим ситуацијама, када притом не постоје налози ОДС за агрегатора, агрегатор може имати кључну улогу у смањењу трошкова дебаланса БОС. У случају непланираног смањења потрошње он може смањити производњу ЕЕ управљивих електрана, повећати потрошњу осталих крајњих купаца, смањити испоруку ЕЕ из складишта итд. и обрнуто у случају непредвиђеног повећања потреба у посматраном сату за БОС. На описан начин агрегатор, који је истовремено и БОС, имаће приходе од обезбеђивања флексибилности ОДС, али и значајно смањење трошкова дебаланса своје балансне групе.

Дакле, агрегатор својим функционисањем може донети финансијску корист самом агрегатору, али и снабдевачу, БОС, као и члановима агрегиране групе. Поред тога, агрегатори имају значајан позитиван утицај на ОДС у смислу повећања флексибилности ДЕЕС (генералне и локалне) нпр. померањем потрошње из дела дана у ком је ДЕЕС преоптерећен у део дана у ком је оптерећење ДЕЕС мање, боље избалансираности целокупног ДЕЕС, неутралисања ефекта непредвидиве производње варијабилних извора ЕЕ, смањења губитака у ДЕЕС, интеграције нових производних капацитета из обновљивих извора без великих инвестиција у ДЕЕС, као и повећања флексибилности ПЕЕС и одлагање инвестиција у њега. Такође, деловањем агрегатора може се заменити управљање скупим производним капацитетима тако што ће се управљати потрошњом, ускладиштити или користити ускладиштена ЕЕ или активирати производне јединице чије је управљање јефтиније.

5. НАЧИНИ УПРАВЉАЊА ПРОИЗВОДЊОМ И ПОТРОШЊОМ У ОКВИРУ АГРЕГИРАНЕ ГРУПЕ

Агрегатори производњом и потрошњом могу управљати издавањем налога за повећање/смањење производње, односно потрошње учесницима на тржишту које агрегирају. Учесници на тржишту налог агрегатора могу реализовати у потпуности или у мањој или већој мери од задате. Други начин управљања је

аутоматски, где агрегатор даљински издаје налог аутоматски која физички смањује/повећава потрошњу, односно производњу. За овакав вид управљања потребан је изванредан степен техничке опремљености чланова агрегиране групе, при чему они који већ имају могућност аутоматског управљања уз релативно мала финансијска улагања могу реализовати захтеве агрегатора. За остале чланове агрегиране групе неопходно је урадити процену исплативости аутоматског управљања у односу на управљање путем класичног налога агрегатора. Други модел је значајно поузданији од првог, јер не зависи од самог члана агрегиране групе, већ му се потрошња, односно производња аутоматски смањује, односно повећава дејством агрегатора. У оба случаја агрегатор мора водити рачуна и о издатом налогу и о реализацији истог. У литератури се предлаже да и независни агрегатор буде балансно одговоран за свој дебаланс (разлика између издатог налога и реализације истог) [18].

У Републици Србији постоји могућност даљинског управљања котловима на ЕЕ, ТА пећима и проточним бојлерима код неколицине крајњих купаца из категорије широка потрошња. За наведену управљиву потрошњу дефинисана је посебна тарифа за приступ ДЕЕС [9]. Искуства ОДС су показала да овај концепт користи мали број крајњих купаца, са занемарљивим количинама ЕЕ, и да нема великог утицаја на флексибилност ДЕЕС. Међутим, описани модел управљања може бити иницијална идеја за даљи развој даљинског управљања потрошњом, јер управо системи за грејање и хлађење имају значајан потенцијал за повећање флексибилности ДЕЕС, као и велики индустријски потрошачи са издвојеном потрошњом којом се може непосредно управљати.

6. ПРЕДУСЛОВИ ЗА ФУНКЦИОНИСАЊЕ АГРЕГАТОРА

Предуслови за успешно функционисање агрегатора су пре свега прецизна прогноза производње и потрошње ЕЕ у оквиру агрегиране групе, као и праћење реализоване производње и потрошње у реалном времену. На прогнозу производње утиче мноштво параметара у зависности од врсте производног објекта (локација, температура, брзина ветра, ирадијација итд.). Прогноза потрошње је такође изузетно захтевна, у смислу различитих врста крајњих купаца, њихових навика и делатности. Поред тога, и потрошња и производња зависе од периода дана и године.

Напредни мерни системи, предвиђени у [1], неопходни су како би агрегатори у сваком тренутку могли да прате производњу и потрошњу агрегиране групе, као и одзив на налоге које су издали за промену потрошње, односно производње ЕЕ [19]. У 2020. години, у Републици Србији ОПС је на свим местима примопредаје имао мерне уређаје са могућностима

двосмерног мерења (од мреже и ка мрежи), чувања података, управљања тарифама, даљинског читавања од стране ОПС, као и од стране корисника путем апликације итд. [20]. На ДЕЕС ситуација је нешто другачија при чему је на 1,6% места примопредаје крајњих купаца уграђен дигитални мерни уређај, као и код 99% произвођача [20]. Због описане ситуације са мерењем ЕЕ ОДС је формирао предефинисане, заменске дијаграме потрошње [12] на основу којих прорачунава сатне потрошње појединачних крајњих купаца базирано на њиховој месечној потрошњи. Применом предефинисаних профила потрошње занемарују се специфичности појединачних крајњих купаца, и не може се стећи у потпуности реална слика њиховог деловања. У циљу лакшег и бољег пословања ОДС и агрегатора, интензивнијег развоја тржишта, боље реакције учесника на тржишту на ценовне сигнале, али и повећања флексибилности и смањења губитака у ДЕЕС, ОДС интензивно ради на развоју напредних мерних система.

Поред наведеног потребно је радити и на унапређењу управљања ДЕЕС, дигитализацији ОДС, системима за заштиту података и ефикаснију размену података са корисницима ДЕЕС и ОПС [21].

7. ПРИМЕР ПОТРЕБЕ ЗА ПОВЕЋАЊЕМ ФЛЕКСИБИЛНОСТИ ДЕЕС У ТРЕНУТНОЈ ПРАКСИ ОДС

Повећањем броја производних капацитета који су прикључени на ДЕЕС, ОДС се суочава са проблемом инјектирања ЕЕ у ПЕЕС. Описана појава се првенствено уочава у случају прикључења значајних производних капацитета у пределима са генерално малом потрошњом (нпр. девастирана подручја, планински ненасељени или слабо насељени предели). С обзиром на то да у описаном случају основни принцип да произведена ЕЕ мора бити потрошена није испуњен на нивоу ДЕЕС, ЕЕ одлази у ПЕЕС. У 2017. години прве количине ЕЕ су испоручене у ПЕЕС у износу од 3 GWh, да би већ у 2020. години било испоручено 12 GWh [20]. Тарифа за испоруку ЕЕ из ДЕЕС у ПЕЕС (на 110 kV напонском нивоу) није одређена [9], те ОДС испоручује предметну ЕЕ у ПЕЕС без надокнаде. ОПС описану ЕЕ посматра као производњу виртуелне електране коју даље испоручује својим корисницима система (између осталих и ОДС) и за њу обрачунава приступ ПЕЕС.

Поред наведеног финансијског губитка, предметна ЕЕ повећава губитке у ДЕЕС, па самим тим и трошкове за њих, а такође и додатно оптерећује ДЕЕС. С обзиром на то да се описана појава најчешће дешава у подручјима са слабо развијеном мрежом, реконфигурација мреже није могућа. Дефинисањем новог тарифног система, који је раније описан, као и избор погодне тачке за прикључење производних објеката, а нарочито деловањем агрегатора, описани проблем може бити успешно решен тако што ће се

потрошња у датим пределима ускладити са производњом, а производња прилагодити реалним потребама потрошача.

Наведени пример је само један од бројних изазова са којим се ОДС тренутно суочава и са којим ће се суочавати у будућности. Дакле, у будућности деловање агрегатора, као и налози које му ОДС издаје, могу бити општег карактера за целу агрегирану групу, али и локализовани на одређено географско подручје (тј. на део агрегиране групе) у ком долази до преоптерећења/подоптерећења.

8. ПРИМЕР РАДА АГРЕГАТОРА НА ТРЖИШТУ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ

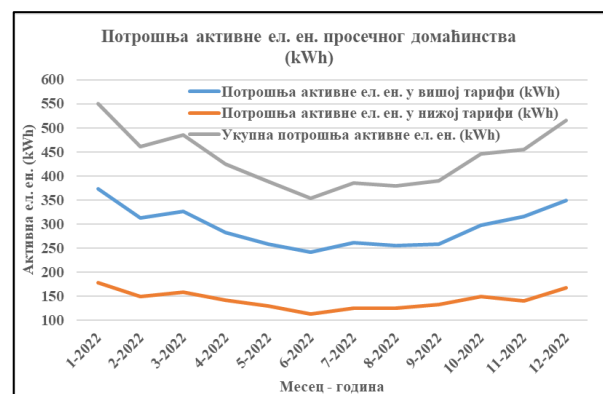
8.1 Опис података коришћених у прорачунима

У оквиру овог рада биће дат и практичан пример неких од могућих начина рада агрегатора, као и финансијских погодности за агрегатора и чланове агрегиране групе, а такође и погодности за ОДС у смислу веће флексибилности.

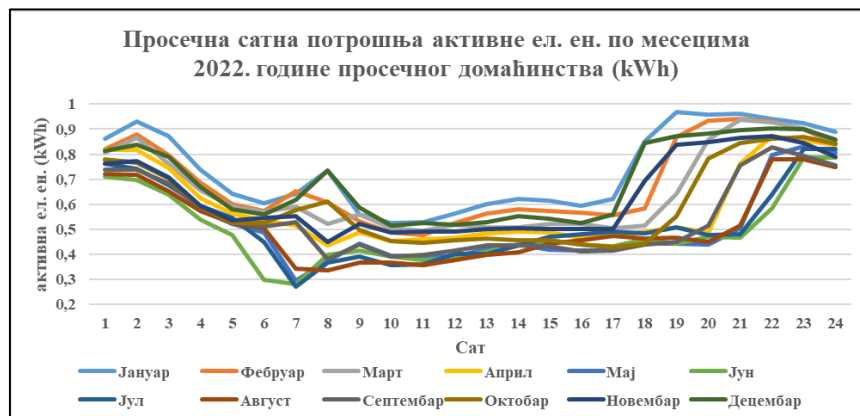
Посматрана су 233 домаћинства која се напајају из једне трансформаторске станице (у даљем тексту: ТС) при чему свако од њих има паметни мерни уређај са могућностима детектовања и чувања сатних података, као и даљинског читавања. За потребе овог рада коришћена је њихова потрошња ЕЕ на сатном, као и на месечном нивоу. Месечне количине ЕЕ ОДС је користио за обрачун приступа ДЕЕС домаћинствима која су узета као пример [1, 9] у току 2022. године. Поједини подаци о сатној потрошњи ЕЕ за нека од

мерних места су недостајала, што је очекивано с обзиром на врсту мерних уређаја и технологију прикупљања сатних података [22]. Недостајући сатни подаци су естимирани на основу месечне потрошње посматраног домаћинства и профила потрошње који су дефинисани Правилима о раду ДЕЕС [1, 12].

На основу расположивих мерених и естимираних сатних података о потрошњи ЕЕ свих посматраних домаћинстава одређена је сатна потрошња просечног домаћинства које се напаја из посматране дистрибутивне ТС (у даљем тексту: просечно домаћинство). Потрошња активне ЕЕ просечног домаћинства, по месецима 2022. године, и по тарифама – вишој и нижој [9] приказана је на слици 4. Просечна сатна потрошња активне ЕЕ по месецима 2022. године просечног домаћинства приказана је на слици 5.



Слика 4. Потрошња активне ЕЕ просечног домаћинства у току 2022. године (кВх)



Слика 5. Просечна сатна потрошња активне ЕЕ по месецима 2022. године просечног домаћинства (кВх)

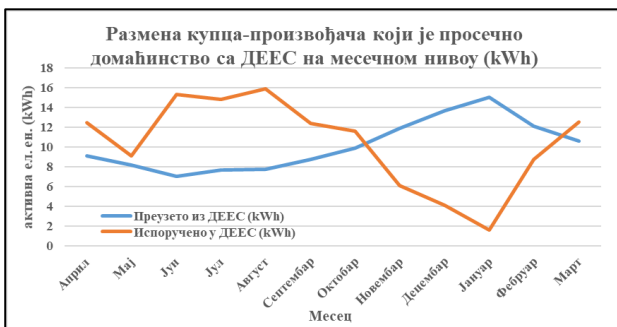
8.2 Могућности за повећање флексибилности ОДС на нивоу просечног домаћинства

Са слика 4 и 5 може се закључити да је у свим месецима потрошња активне ЕЕ ниска у периоду од 08 до 17 ч. што је и очекивано јер је реч о потрошњи домаћинстава у радно време. Након 17 ч. долази до наглог повећања потрошње које траје до 21 ч., 22 ч. након чега следи поновни пад потрошње који траје до

јутарњих часова. Управо и овај конкретан пример потврђује оправданост предлога за измену тарифног система описаног у поглављу 2.2. Такође, приказани дијаграм потрошње даје мноштво могућности за побољшање флексибилности ОДС на основу управљања потрошњом (померање потрошње из периода 17-21 ч. у период 00-08 ч. или у период 08-17 ч.).

Уколико би просечно домаћинство изградило сопствени објекат за производњу ЕЕ из обновљивих извора и прикључило га на своје унутрашње инсталације и тиме стекло статус купца-произвођача [1, 2, 3], могућности за управљање потрошњом би биле још разноврсније уз израженији повољан утицај на купца-произвођача, БОС, агрегатора и снабдевача (финансијске уштеде и профит), као и на ОДС (мање оптерећење ДЕЕС, мањи губици, олакшано управљање). На слици 6 приказана је размена ЕЕ купца-произвођача, који је просечно домаћинство, са ДЕЕС по месецима, док је на слици 7 приказана размена на нивоу просечног сата на годишњем нивоу. У прорачунима је коришћен производни објекат оптималне инсталисане снаге за задовољење потреба купца-произвођача који је просечно домаћинство² [23, 24].

За одређивање оптималне инсталисане снаге фотонапонске електране неопходно је познавати ресурсе соларне енергије на циљној микролокацији, географску ширину, карактеристике елемената система и амбијенталне услове [24, 25]. Оптимална инсталисана снага је одређена помоћу програмског пакета PVGIS³ и његових интегрисаних база података [26]. На основу прорачуна из програмског пакета PVGIS преузети су и подаци о сатној производњи оптималне соларне електране за просечно домаћинство.



Слика 6. Размена купца-произвођача, који је просечно домаћинство, са ДЕЕС (kWh)

На слици 6 може се приметити да је значајно већа испорука у ДЕЕС од преузимања из ДЕЕС у летњим месецима, док је у зимском периоду ситуација обрнута. Са слике 7, као што је и очекивано, значајно је већа испорука у ДЕЕС у периоду од 06-15 ч. од преузимања ЕЕ док је у осталим периодима дана ситуација обрнута. Ово наводи на закључак да је управљање потрошњом потпуно оправдано с циљем да се она премешта из дела

² За потребе овог рада претпостављено је да је производни објекат купца-произвођача соларна електрана јер је таква ситуација код свих купаца-произвођача прикључених на ДЕЕС до дана писања овог рада [23], што је и очекивано с обзиром на висину инвестиције и каснијих релативно малих потреба за одржавањем.

дана у ком соларна електрана не производи ЕЕ у део дана када она производи ЕЕ. Управо тако се постиже минимална размена ЕЕ са ДЕЕС што доноси све раније описане погодности и за самог купца-произвођача, његовог снабдевача, БОС али и ОДС.



Слика 7. Размена купца-произвођача, који је просечно домаћинство, са ДЕЕС у просечном сату на годишњем нивоу (kWh)

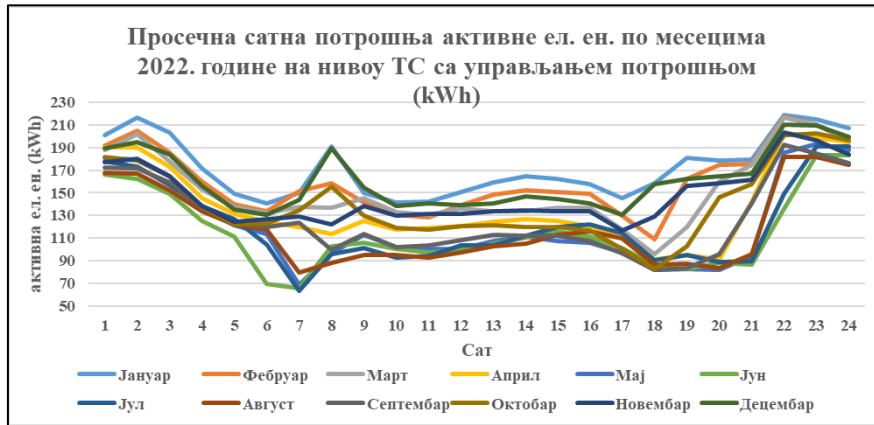
Поред свега наведеног уградња складишта, или коришћења батерије електричног возила као складишта ЕЕ [5] може заменити управљање потрошњом тако што би се ЕЕ складиштила у периодима када производни објекат производи ЕЕ и затим користила у периодима када производни објекат не производи ЕЕ. Најбољи резултати би се, наравно, добили комбинацијом управљања потрошњом и складиштења ЕЕ.

8.3 Могућности за повећање флексибилности ОДС путем агрегирања производње и потрошње ЕЕ

Уколико би сва посматрана домаћинства (њих 233) која се напајају из посматране ТС била чланови једне агрегиране групе, потенцијал за повећање флексибилности био би још значајнији. На слици 8 приказан је дијаграм потрошње свих 233 домаћинстава заједно уколико би свега 20% потрошње у периоду од 18-21 ч. било померено на период од 08-16 ч.

Анализом дијаграма са слике 8, и поређењем његовог облика са дијаграмом на слици 5, може се закључити да и описано минимално управљање потрошњом може допринети уштедама крајњих купаца у случају измене тарифног система и динамичких цена ЕЕ као и лакше планирање рада БОС. Самим тим може доћи и до смањења трошкова балансирања, односно повећања прихода за БОС и агрегаторе. Такође и ОДС може лакше управљати ДЕЕС (уравнотеженији дијаграм потрошње),

³ PVGIS је бесплатан *онлајн* програмски пакет. Може се користити за процену производње соларних електрана, за било коју локацију у Европи. За прорачуне користи базе података о сунчевом зрачењу, температури околине, брзини ветра и карактеристикама терена добијених на основу сателитских снимака, [26].

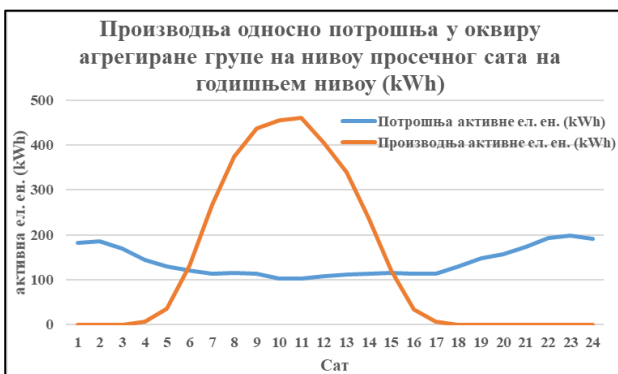


Слика 8. Просечна сатна потрошња активне ЕЕ по месецима 2022. године на нивоу ТС са управљањем потрошњом (кWh)

а доћи ће и до мањег оптерећења ДЕЕС у смислу смањења пикова, односно повећања минимума потрошње.

Уколико би нека од домаћинстава која су чланови посматране агрегиране групе стекли статус купца-произвођача или уградили складишта електричне енергије (или оба истовремено) позитивни ефекти рада предметног агрегатора би били видљивији, а његово пословање лакше и профитабилније.

Наведено би било још уочљивије уколико би у склопу агрегиране групе биле нпр. и соларне електране (једна или више њих) чија производња задовољава потребе крајњих купаца чланова агрегиране групе. На слици 9 приказан је дијаграм просечне сатне потрошње односно производње ЕЕ на годишњем нивоу у случају посматраних 233 домаћинстава и соларне електране оптималне инсталисане снаге. У прорачунима производње коришћен је програмски пакет PVGIS, [26]. На слици 9 приказана је производња односно потрошња у оквиру посматране агрегиране групе на нивоу просечног сата на годишњем нивоу.



Слика 9. Производња односно потрошња ЕЕ у оквиру агрегиране групе на нивоу просечног сата на годишњем нивоу (кWh)

Уколико би у оквиру агрегиране групе биле и соларне и ветроелектране и електране на биомасу, због природе њихове производње, позитиван утицај на

флексибилност ОДС, БОС, снабдеваче и агрегаторе би био још већи. Додатни потенцијал агрегатора може бити и складиште ЕЕ у склопу агрегиране групе. ЕЕ се може складиштити у периодима ниже цене ЕЕ и испоручивати из складишта у периодима више цене ЕЕ а такође може и радити у циљу смањења трошкова балансирања БОС, као и у циљу повећања флексибилности ОДС путем агрегације.

8.4 Утицај рада агрегатора на чланове агрегиране групе, друге ученике на тржишту и ОДС

Агрегатор може управљати члановима агрегиране групе на начин описан у поглављу 4. На тај начин, који је приказан на конкретном примеру у оквиру овог поглавља, агрегатор може остварити приход на тржишту помоћних услуга [6], као и смањење трошкова дебаланса БОС, јер се радом агрегатора производња односно потрошња агрегиране групе може лакше планирати или реализација прилагођавати плану. Чланови агрегиране групе могу имати финансијске уштеде, односно додатни приход, од надокнаде од стране агрегатора у случају његовог деловања, као и од прилагођавања преузимања ЕЕ из ДЕЕС у периодима нижих цена, односно испоруке ЕЕ у ДЕЕС у периодима виших цена ЕЕ у случају уговора са снабдевачем са динамичким ценама [6], односно потрошњом ЕЕ из сопственог производног објекта у случају купаца-произвођача. ОДС жељеним дејством агрегатора може повећати флексибилност, односно обезбедити више ЕЕ у ДЕЕС када је нема довољно или обезбедити већу потражњу за ЕЕ када је у ДЕЕС има више него што је потребно (пример дат у поглављу 7). Наведено олакшава управљање ДЕЕС, смањује или одлаже потребе за додатним инвестицијама у ДЕЕС и ПЕЕС, и доводи до смањења губитака у ДЕЕС и ПЕЕС [27].

Сви описани ефекти би били још израженији у случају агрегације потрошње крајњих купаца са већом потрошњом ЕЕ (нпр. индустрија) јер су веће могућности

за управљање потрошњом и експлоатацију капацитета складишта ЕЕ те би и утицај на флексибилност ОДС био значајнији, као и финансијски ефекти на крајње купце, снабдеваче, БОС и агрегаторе јер цена ЕЕ за крајње купце који нису домаћинства и мали купци није регулисана [1, 28] већ је тржишна (слика 3) тј. значајно је виша. Ефекти би наравно били значајни и уколико би чланови агрегиране групе била само домаћинства (као у датом примеру), произвођачи ЕЕ из обновљивих извора и складишта, нарочито имајући у виду да је њихов велики број прикључен на ДЕЕС. Илустрације ради, на крају 2021. године, на ДЕЕС било је прикључено укупно 3.307.538 мерних места типа домаћинство, њима је испоручено нешто више од половине укупне ЕЕ која је испоручена корисницима ДЕЕС [8].

Додатном повећању флексибилности ОДС могао би допринети агрегатор који агрегира производњу и потрошњу која је географски груписана нпр. на нивоу ТС. Међутим, иако пожељно, то није предуслов за функционисање агрегатора, те корисници ДЕЕС немају никаква ограничења приликом избора агрегатора.

Поред свега наведеног, агрегатори својим радом, који је описан у овом раду, доприносе и смањењу загађења животне средине и транзицији ка обновљивим изворима енергије.

9. РЕГИОНАЛНИ ПРИМЕР РЕГУЛАРНОГ ОКВИРА ЗА АГРЕГАТОРЕ

До дана писања овог рада државе чланице Европске уније су у већој или мањој мери преузеле одредбе Директиве о заједничким правилима за унутрашње тржиште ЕЕ [6] у своје законодавство, којом се на основни начин регулише положај агрегатора на тржишту ЕЕ Република Србија као држава кандидат за приступање Европској унији се налази у процесу усклађивања свог законодавства с „*acquis communautaire*“, те ће стога у будућности бити у обавези да преузме одредбе ове директиве у своје законодавство. Република Хрватска као држава чланица Европске уније је имплементирала ову директиву у своје законодавство. Она представља државу са сличном правном традицијом као и Република Србија и електроенергетски систем (у даљем тексту: ЕЕС) у ове две државе се деценијама развијао на сличан начин. Стога ће у сусрет детаљнијем регулисању агрегатора у Републици Србији овај рад преставити регулативу везану за агрегатора у Републици Хрватској.

Генерално се питањем агрегатора у Републици Хрватској бави Закон о тржишту ЕЕ (у даљем тексту: Закон о тржишту) [29] као и други прописи као што су Опћи увети за кориштење мреже и опскрбу ЕЕ [30], Правила о промени опскрбљивача и агрегатора [31] донета од стране Хрватске енергетске регулаторне агенције (у даљем тексту: ХЕРА), којима се уређују услови и поступак промене снабдевача и/или агрегатора у погледу снабдевања ЕЕ, откупа ЕЕ и агрегирања.

Агрегатор се у смислу Закона о тржишту одређује као учесник на тржишту који се бави агрегирањем, независни

агрегатор је агрегатор који није повезан са снабдевачем крајњих купца, односно није повезани субјект са снабдевачем крајњих купаца, док се под агрегирањем сматра делатност коју обавља физичка или правна особа која може комбиновати снаге и/или из мреже преузете електричне енергије више купаца, или оператора складишта енергије, или снаге и/или у мрежу предане електричне енергије више произвођача или активних купаца или оператора складишта енергије, ради суделовања на било којем тржишту електричне енергије. Даље је у закону предвиђено да агрегирање представља енергетску делатност [29].

У даљем тексту овај закон прописује правила за промену и правила о накнадама за промену снабдевача и агрегатора, којима је предвиђено да се ова промена спроведе у најкраћем могућем року без накнаде, осим у случају када корисник система добровољно раскине уговор с агрегатором којим је предвиђено обавезно трајање и фиксне цене. Посебним чланом регулисана су правила која се односе на уговор о агрегирању, у коме је предвиђено и правило да снабдевачи крајње купце с којима имају уговор о снабдевању не смеју подвргнути дискриминаторним условима, захтевима, поступцима и обавезним додатним накнадама, на основу тога што имају уговор о агрегирању [29].

Чланом 28 Закона о тржишту одређена су правила за управљање потрошњом путем агрегирања, којима је предвиђено да крајњи купац може самостално или путем агрегирања равноправно учествовати на свим тржиштима ЕЕ у складу с правилима која уређују поједина тржишта ЕЕ, а да агрегатор може бити учесник на свим тржиштима ЕЕ у складу с правилима која уређују поједина тржишта ЕЕ. Јасно је прописано да снабдевач не сме свом крајњем купцу који је закључио уговор с независним агрегатором наплатити неоправдане трошкове или уговорне казне односно наметнути друга неоправдана уговорна ограничења дискриминаторских, техничких, управљачких захтева или поступака, као и да крајњи купац који самостално или преко независног агрегатора учествује у управљању потрошњом плаћа накнаду свом снабдевачу који је директно погођен активирањем управљања потрошњом. Одређен је и карактер наведене накнаде, па је између осталог предвиђено да је накнада строго ограничена на покривање трошкова снабдевача купца који учествује у управљању потрошњом путем агрегирања, трошкова снабдевача купца који самостално учествује у управљању потрошњом или трошкова снабдевачеве БОС, а који су им узроковани активирањем управљања потрошњом.

Наведени систем правила у Републици Хрватској ствара јасне и транспарентне основе за развој агрегатора и повећања њиховог броја и функционалности, што ће допринети ојачавању помоћних система систему за снабдевање као и ДЕЕС у Републици Хрватској. Са друге стране, и поред тога што у Републици Србији још увек није донет сет подзаконских прописа који регулишу питања која се односе на агрегаторе, у стручним круговима је започето са разматрањем њиховог значаја и

улоге за ЕЕС, те би представљање прописа о агрегирању у Републици Хрватској требало да квалитативно допринесе овим размишљањима. Заокруживање потребне регулативе би требало да омогући решавање наведених изазова и да у коначници, између осталог, омогући ефикаснији рад ДЕЕС.

10. ЗАКЉУЧАК

У претходном временском периоду значајан број нових учесника на тржишту ЕЕ унет је у законодавство Републике Србије. Неки од њих су већ постојали у пракси и обављали своју функцију као нпр. пунионице е-возила, док би неки други као што је агрегатор тек требало да заживе. Предуслов за то је заокруживање регулаторне целине како би сви учесници у процесу могли да имају извесност о процедурама и стандардима који су потребни како би агрегатори који послују на тржишту Републике Србије постали свакодневица.

Највише користи од развоја агрегатора поред самих произвођача, потрошача и агрегатора, требало би да има сам ЕЕС, коме би агрегатори помагали у периодима високе производње или високе потрошње, тако што би управљањем члановима своје агрегиране групе пружали подршку стабилном и ефикасном управљању ЕЕС. Стога би највећа подршка увођењу овог учесника на тржишту ЕЕ управо требало да буду ОДС и ОПС, као потенцијално будући свакодневни корисници услуга агрегатора.

Доношење законске регулативе која се односи на агрегаторе представља само почетак ка промовисању претходно наведених погодности за ЕЕС. Даљи развој регулативе у овој области требало би да допринесе енергетски ефикаснијем коришћењу ЕЕ кроз прописивање јасних правила која ће омогућити да се минимизују неефикасни облици потрошње као и производње. Решења која су приказана у овом раду, укључујући и регионалну праксу, служе да се доносиоци прописа упознају са појединим аспектима тематике која се односи на агрегаторе и да је користе приликом разматрања садржине будућих релевантних аката. Такође је рад намењен и широј стручној јавности која има интерес да разуме природу и значај агрегатора пре његовог заживљавања у пракси.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о енергетици ("Сл. гласник РС", бр. 145/2014, 95/2018 - др. закон и 40/2021)
- [2] Закон о коришћењу обновљивих извора енергије ("Службени гласник РС", бр. 40/21)
- [3] Уредба о критеријумима, условима и начину обрачуна потраживања и обавеза између купца – произвођача и снабдевача ("Службени гласник РС", бр. 83/2021 од 27.8.2021. године, 74/2022 од 01.07.2022.)

- [4] Доступно на: <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-kaio-i-gradske-opstine-jp-3-21>, [приступљено 07.04.2023. године]
- [5] Кузман М., Грујић Д., "Пунионице електричних возила на тржишту Републике Србије", ЦИРЕД 2022, Копаоник
- [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, доступно на: <https://hupx.hu/en/market-data/dam/historical-data>, [приступљено 07.04.2023. године]
- [8] Енергетски подаци 2021, Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд, доступно на: https://elektrodistribucija.rs/otnama/informacije/dokumenta/GI_ODS_2021.pdf, [приступљено 07.04.2023. године]
- [9] Одлука о утврђивању Методологије за одређивање цена приступа систему за дистрибуцију електричне енергије („Службени гласник РС“, број 105/12)
- [10] SEEPEx тржишни подаци, доступно на: <http://seepex-spot.rs/sr/market-data/day-ahead-auction>, [приступљено 07.04.2023. године]
- [11] International Renewable Energy Agency, Aggregators Innovation Landscape Brief, стр. 12, доступно на: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Innovation_Aggregators_2019.PDF, [приступљено 07.04.2023. године]
- [12] Правила о раду дистрибутивног система, јул 2017. године, доступно на: http://aers.rs/FILES/AktiAERS/AERSDajeSaglasnos/2017-07-19_Pravila%20o%20radu%20ED-ODS%20EPS%20distr.pdf, [приступљено 07.04.2023. године]
- [13] Правила о раду преносног система, март 2020. године, доступно на: <https://ems.rs/wp-content/uploads/2022/07/PRAVILA-O-RADU-PRENOSNOG-SISTEMA.pdf>, [приступљено 07.04.2023. године]
- [14] Правила о раду тржишта електричне енергије, новембар 2022. године, доступно на: <https://ems.rs/wp-content/uploads/2022/12/Pravila-o-radu-trzista-elektricn-1.pdf>, [приступљено 07.04.2023. године]
- [15] Naval N., Yusta J., „Virtual power plant models and electricity markets - A review“, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 149, October 2021, 111393, доступно на: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S136403212100678X?token=65B314150E74FF7E9307D6D02F>

- [EF118364DE7D599CDFE5979E2D60FC70A69285B5280C1FFEA6FF7A99A1E860F91F533F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230407152242](https://doi.org/10.1109/TSSTE.2022.3187217), [приступљено 07.04.2023. године]
- [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/TSSTE.2022.3187217](https://doi.org/10.1109/TSSTE.2022.3187217)
- [18] Вуковљак М., Јанковић М., „Нови учесници на тржишту електричне енергије“, *CIGRE Србија, Златибор*, 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] Извештај о раду Агенције за енергетику за 2020. годину, доступно на: <https://www.aers.rs/Files/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202020.pdf>, [приступљено 07.04.2023. године]
- [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] Функционални захтеви и техничке спецификације АМI/МDМ система, свеска 1, Техничке спецификације бројила електричне енергије и комуникационих уређаја, верзија 4.0, Усвојено на Стручном савету ЕПС Дистрибуције, Београд, 07.02.2019. године, доступно на: https://elektrodistribucija.rs/interni_standardi/pravila/Specifikacija_verzija%204.0_Sveska_1_Usvojeno_na_TSS_EPSD_07022019_objaviti.pdf, [приступљено 07.04.2023. године]
- [23] Регистар купаца-произвођача, Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд, доступно на 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, [приступљено 07.04.2023. године]
- [24] Грујић Д., Кузман М., “Модели коришћења електричне енергије купаца-произвођача”, *Енергија, економија, екологија*, 2022, год. XXIV, бр. 1, стр. 8-16.
- [25] Грујић Д., Ђуришић Ж., „Услови развоја пројекта соларне електране у склопу ТС „Београд 20“, *CIGRE Србија, Златибор* 2015.
- [26] Climate online базе података, доступно на: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ [приступљено 07.04.2023. године]
- [27] Рајаковић Н., Тасић Д., „Дистрибутивне и индустријске мреже“, *Академска мисао, Београд* 2008.
- [28] Одлука о регулисаној цени електричне енергије за гарантовано снабдевање са применом од 01. јануара 2023. године, <https://www.aers.rs/FILES/Odluke/OCenama/2023-01-01%20odluka%20EPS%20struja.pdf> [приступљено 07.04.2023. године]
- [29] Закон о тржишту електричне енергије ("Narodne novine", br. 111/21)
- [30] Опći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom ("Narodne novine", br. 104/20).
- [31] Pravila o promjeni opskrbljivača i agregatora ("Narodne novine", br. 84/2022)

БИОГРАФИЈЕ

Дуња Грујић је завршила основне и мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, где је тренутно студент докторских студија на модулу Електроенергетске мреже и системи. Тренутно је запослена у Електродистрибуцији Србије на позицији вишег

аналитичара за пословне процесе за подршку тржишту и смањење губитака. Активно учествује у раду радних група Енергетске заједнице, као и на изради законских и подзаконских аката из области енергетике. Објавила је више научних радова на тему интеграције обновљивих извора енергије, као и тржишта електричне енергије.



Милош Кузман је консултант за право енергетике са значајним искуством у области правне подршке истраживања и производње нафте и гаса. Специјализован је у области енергетског, комерцијалног, банкарског и финансијског права а искуства је између осталог стицао и

на мастер студијама на Institute for Law and Finance у Франкфурту на Мајни и Columbia Law School у Њујорку. Тренутно је на позицији вишег саветника за истраживање и производњу нафте и гаса у Нафтној Индустији Србије, студент је докторских студија из области права енергетике и потпредседник је Удружења за право енергетике Србије.

Dunja S. Grujić¹, Miloš M. Kuzman²

The Role of Aggregators in the Electricity Market Development

¹ Elektrodistribucija 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, 2023Reviewed: May 22nd, 2023Modified: May 26th, 2023Accepted: May 27th, 2023

*Corresponding author: Dunja S. Grujić

Phone: +381-64-897-46-59

E - mail: dunja.grujic@ods.rs