

Mogućnosti i izazovi za rad agregatora u Republici Srbiji

Dunja Grujić*, Nikola Tošić**, Jelena Stojković Terzić*, Jelisaveta Krstivojević*

*Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu

** Elektromreža Srbije AD

Rezime - Energetska tranzicija i ciljevi dekarbonizacije uslovlili su intenzivnu integraciju proizvodnih kapaciteta zasnovanih na obnovljivim izvorima energije u elektroenergetski sistem. U tom kontekstu, regulatorni okvir omogućava različite modele učešća obnovljivih izvora, uključujući proizvođače, kupce-proizvođače i aktivne kupce. Za razliku od tradicionalnih distributivnih sistema, u kojima je tok električne energije uglavnom bio od prenosnog sistema ka krajnjim potrošačima, povećano učešće distribuiranih izvora dovodi do značajnih promena tokova snage i načina upravljanja sistemom. Međutim, s obzirom na to da elektroenergetski sistem postoji radi pouzdanog snabdevanja krajnjih potrošača, neophodno je u svakom trenutku obezbediti stabilnost sistema i sigurnost snabdevanja. Zbog izražene varijabilnosti proizvodnje iz obnovljivih izvora, nameće se potreba za povećanjem fleksibilnosti sistema koji je prvobitno projektovan kao relativno krut. U tom cilju omogućeno je učešće skladišta električne energije, kao i različiti tržišni mehanizmi. Kako bi različiti tržišni učesnici mogli efikasno doprineti energetske tranziciji uz očuvanje sigurnosti snabdevanja, uveden je novi učesnik na tržištu - agregator. Agregatori vrše objedinjavanje proizvodnje, potrošnje i fleksibilnosti većeg broja učesnika na tržištu, između ostalog omogućavajući kupovinu i prodaju električne energije, pružanje pomoćnih usluga operatorima sistema, kao i smanjenje troškova balansiranja. U ovom radu biće analiziran regulatorni okvir i relevantni strateški dokumenti Republike Srbije koji se odnose na agregatore, razmatraće se uslovi i mogućnosti za njihov rad, biće identifikovani potencijalni izvori fleksibilnosti u elektroenergetskom sistemu Republike Srbije, kao i ključni izazovi koji stoje pred početkom rada prvih agregatora u Republici Srbiji.

Ključne reči - agregator, fleksibilnost sistema, obnovljivi izvori energije, pomoćne usluge, regulativa

I UVOD

Energetska tranzicija iz godine u godinu postaje sve neophodnija usled intenzivnog zagađenja životne sredine i klimatskih promena. Tranzicija, između ostalog, podrazumeva prelazak proizvodnje električne energije sa tradicionalnih fosilnih goriva na obnovljive izvore energije. U okolnostima tranzicije proizvodnja električne energije postaje varijabilna i teško predvidiva uz veliki broj distribuiranih proizvodnih resursa kako na prenosnom tako i na distributivnom elektroenergetskom sistemu. Navedeno, između ostalog, dovodi do otežanog planiranja rada i upravljanja sistemom, promenjenih tokova snaga, većeg opterećenja sistema, zagušenja, povećanja gubitaka u pojedinim delovima sistema i potrebom za značajnim

investicijama kako bi se priključili novi korisnici sistema.

Kako bi se navedeni izazovi delimično prevazišli, uz održanje sigurnosti snabdevanja, potrebno je intenzivno raditi na implementaciji naprednih mernih sistema, automatizaciji i digitalizaciji sistema i unapređenju fleksibilnosti sistema kroz investicije u sistem, skladištenje električne energije i različite tržišne mehanizme kao što su dinamičke tarife, upravljanje potrošnjom i agregacija.

U okviru ovog rada razmatra se uloga i značaj agregatora u savremenom elektroenergetskom sistemu Republike Srbije. Na početku rada dat je osvrt na položaj agregatora u strateškim dokumentima i važećem regulatornom okviru. Analiza obuhvata relevantne nacionalne strateške dokumente, uključujući Integrirani nacionalni energetski i klimatski plan (u daljem tekstu: INEKP) [1], Strategiju razvoja energetike [2], Plan razvoja prenosnog sistema [3], Plan razvoja distributivnog sistema [4] i Akcioni plan pravedne tranzicije [5], kao i ključne propise iz oblasti energetike, među kojima su Zakon o energetici [6], Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije [7], Pravila o radu tržišta [8] i Pravila o radu prenosnog sistema [9].

Poseban akcenat u analiziranim dokumentima stavljen je na potrebu povećanja fleksibilnosti elektroenergetskog sistema, što je direktno povezano sa razvojem novih tržišnih uloga i mehanizama, među kojima agregatori zauzimaju sve značajnije mesto. Iako u Republici Srbiji već postoji osnovni zakonski okvir koji omogućava obavljanje agregatorske delatnosti, uočeno je da pojedina ključna pitanja još uvek nisu adekvatno uređena. Pre svega, nedostatak jasno definisanog postupka za sticanje licence za agregatore predstavlja jedno od osnovnih ograničenja za njihovo praktično funkcionisanje i širu primenu na tržištu.

U nastavku rada razmatrane su mogućnosti i tehnički preduslovi za rad agregatora, kao i stepen spremnosti tržišta električne energije, operatora sistema i ostalih tržišnih učesnika za pojavu i razvoj prvih agregatora. Analiza je pokazala da, iako postoji odgovarajući regulatorni osnov, dalji razvoj tržišta, povećanje broja aktivnih učesnika i jačanje tržišnih mehanizama predstavljaju ključne preduslove za punu primenu tržišnih principa u oblasti agregacije. Posebno je naglašena potreba za intenzivnijom implementacijom naprednih mernih sistema, kao i za razvojem savremenih i pouzdanih komunikacionih sistema, kako između operatora sistema i agregatora, tako i između agregatora i članova agregatorskih grupa.

Pored regulatornih i tehničkih aspekata, analizirani su i izvori fleksibilnosti u elektroenergetskom sistemu Republike Srbije kao potencijalni članovi agregatorskih grupa. Utvrđeno je da u

Republici Srbiji postoje značajni fleksibilni resursi koji mogu biti uključeni u procese agregacije, uključujući proizvođače i krajnje kupce sa upravljivom potrošnjom. U narednom periodu očekuje se povećanje njihove fleksibilnosti, kao i pojava novih tipova fleksibilnih resursa, poput skladišta električne energije.

Na kraju rada dat je pregled ključnih izazova sa kojima se suočavaju kompanije zainteresovane za obavljanje agregatorske delatnosti u Republici Srbiji.

II STRATEŠKI OKVIR ENERGETSKE TRANZICIJE I ULOGA AGREGATORA U REPUBLICI SRBIJI

Više ključnih strateških dokumenata Republike Srbije [1-5] prepoznaje da će fleksibilnost sistema u narednom periodu predstavljati jedan od presudnih preduslova za pouzdanu i ekonomičnu integraciju varijabilnih obnovljivih izvora energije što je ključni preduslov za energetske tranzicije. Ova orijentacija je jasno izražena kroz INEKP [1], u kojem je agregator identifikovan kao jedan od ključnih aktera energetske tranzicije, ali i kroz Strategiju razvoja energetike Republike Srbije [2], kao i planove razvoja prenosnog i distributivnog sistema [3, 4], koji potvrđuju potrebu za razvojem tržišnih mehanizama i povećanjem fleksibilnosti sistema.

INEKP definiše povećanje fleksibilnosti sistema i unapređenje kvaliteta snabdevanja kao prioritetne ciljeve, koji se ostvaruju kroz razvoj pametnih mreža, agregaciju, upravljanje potrošnjom, skladištenje električne energije i distribuiranu proizvodnju. Poseban akcenat stavljen je na uvođenje tržišno zasnovanog formiranja cena električne energije, cenovnih signala u realnom vremenu, kao i na integraciju i spajanje tržišta dan-unapred i unutar-dnevnog tržišta [1]. U okviru INEKP predviđen je i razvoj regulatornog okvira za rad agregatora u periodu 2024–2030, uz niz pratećih reformskih i investicionih mera, uključujući ulaganja u digitalizaciju sistema i uvođenje naprednih mernih uređaja u ukupnom iznosu većem od 40 miliona € [1].

Investicione mere definisane u INEKP stvaraju ključne preduslove za praktičan početak rada agregatora, prvenstveno kroz digitalizaciju sistema i implementaciju naprednih mernih sistema koji omogućavaju aktivno upravljanje potrošnjom, fleksibilno tarifiranje i efikasniju integraciju varijabilnih obnovljivih izvora. Procenjuje se da upravljiva potrošnja u rezidencijalnom sektoru u Republici Srbiji iznosi oko 25% [2], što predstavlja značajan potencijal za balansiranje varijacija proizvodnje iz obnovljivih izvora. Uz dalji razvoj prenosnog i distributivnog sistema, kao i prateće mere u oblasti elektromobilnosti i skladištenja energije, ovi strateški dokumenti jasno ukazuju na to da agregatori imaju važnu ulogu u sprovođenju energetske tranzicije i očuvanju sigurnosti snabdevanja.

III REGULATORNI OKVIR ZA AGREGATORE U REPUBLICI SRBIJI

Regulatorni okvir Republike Srbije kojim se uređuje rad agregatora zasniva se na više zakonskih i podzakonskih akata iz energetskog sektora, pri čemu su relevantne odredbe raspoređene kroz različite propise. Ključni zakonski osnov čine Zakon o energetici [6], Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije [7] i Zakon o energetske efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije [10], dok su operativni aspekti uređeni podzakonskim aktima,

kao što su Pravila o radu tržišta [8] i Pravila o radu prenosnog sistema [9]. Ovakva struktura regulative ukazuje na to da je oblast agregiranja prepoznata, ali još uvek nije u potpunosti zaokružena.

Agregator je definisan kao pravno ili fizičko lice koje se bavi agregiranjem, odnosno objedinjavanjem potrošnje i/ili proizvodnje električne energije većeg broja korisnika sistema radi kupovine, prodaje ili učešća na tržištima električne energije [6,10]. Takođe, agregator je prepoznat i kao potencijalni korisnik podsticaja [10].

Agregiranje je definisano kao energetska delatnost za koju je neophodno posedovanje odgovarajuće licence [6]. Međutim, uslovi za izdavanje licence još uvek nisu definisani Pravilnikom o licenci za obavljanje energetske delatnosti i sertifikaciji [11], što u praksi onemogućava početak rada prvih agregatora.

U postojećem okviru moguće je organizovati zajedničko tržišno nastupanje više subjekata kroz koncept balansne odgovornosti, ali takav model nema formalno regulatorno priznanje agregatora kao posebnog učesnika na tržištu, a ovakav način nastupanja nije moguće realizovati učešćem na balansnom tržištu.

Na osnovu postojeće regulative [6-10], članovi agregatorske grupe mogu biti svi korisnici elektroenergetskog sistema, uključujući proizvođače električne energije, krajnje kupce, kupce-proizvođače, aktivne kupce, skladišta električne energije, punionice električnih vozila, kao i energetske zajednice građana i zajednice obnovljivih izvora energije.

Agregator i članovi agregatorske grupe istovremeno su i korisnici sistema i učesnici na tržištu električne energije, pri čemu su u obavezi da uredi pristup sistemu i balansnu odgovornost.

Agregator je finansijski odgovoran za odstupanja koja izazove u sistemu [6]. Balansnu odgovornost agregator može urediti tako što će samostalno postati balansno odgovorna strana zaključenjem ugovora sa operatorom prenosnog sistema i dostavljanjem instrumenta obezbeđenja plaćanja (čija vrednost zavisi od obima aktivnosti i strukture agregatorske grupe), ili prenosnom balansne odgovornosti na drugu balansno odgovornu stranu [6,8]. Pristup sistemu uređuje zaključenjem ugovora sa operatorom prenosnog ili distributivnog sistema [6] u zavisnosti od naponskog nivoa na koji su članovi agregatorske grupe priključeni. Međutim, tema pristupa sistema za agregatore nije prepoznata i detaljnije obrađena podzakonskim aktima [9,12].

Odnosi između agregatora i članova agregatorske grupe uređuju se ugovorom o agregiranju. Sadržina ugovora o agregiranju, kao i uslovi za njegovo zaključenje, će biti definisani izmenama i dopunama Uredbe o uslovima isporuke i snabdevanja električne energije [13] koje u trenutku pisanja ovog rada nisu usvojene.

Agregator može biti i snabdevač i balansno odgovorna strana za korisnika sistema koji je član agregatorske grupe, a može delovati i potpuno nezavisno od snabdevača i balansno odgovorne strane kao nezavisni agregator.

U skladu sa regulativom agregator ima mogućnost naplate naknade za prevremeni raskid ugovora o agregiranju, pod strogo definisanim uslovima. Agencija za energetiku Republike Srbije može pružati stručnu pomoć u slučaju spora između agregatora i člana agregatorske grupe [6].

Pravo na promenu agregatora i kolektivnu promenu agregatora je zagarantovano, ali podzakonska akta (Pravila o promeni snabdevača [14]) koja bi detaljno uredila ove postupke, kao i rok od 24 časa za promenu snabdevača i agregatora [6] još uvek nisu u potpunosti usaglašena sa važećim zakonskim rešenjima.

Pored navedenog, efikasan rad agregatora uslovljen je razvijenim mehanizmima razmene podataka između OPS, ODS, snabdevača, agregatora i korisnika sistema. Iako zakonski okvir [6-10,12-14] predviđa obavezu vođenja ažurnih baza podataka i nediskriminatornu i transparentnu razmenu podataka uz zaštitu komercijalno osetljivih i ličnih informacija, neophodna softverska i regulatorna rešenja još uvek nisu u potpunosti implementirana.

Shodno prethodno navedenom, za nesmetan početak rada agregatora u Republici Srbiji neophodno je doneti izmene i dopune ključnih podzakonskih akata kojima bi se specificirao rad agregatora [9,11-14], između ostalog u oblasti licenciranja, uslova zaključenja ugovora o agregiranju, promene snabdevača i agregatora, kao i pristupa sistemu za agregatore.

IV MOGUĆNOSTI ZA RAD AGREGATORA U REPUBLICI SRBIJI

Nakon razmatranja strateških ciljeva Republike Srbije i regulatornog okvira koji uređuje oblast agregiranja, u ovom poglavlju razmatrane su mogućnosti za rad agregatora na tržištu električne energije i ostvarivanja prihoda.

Kao tržišni učesnik, agregator ima pristup svim oblicima tržišta električne energije u Republici Srbiji, uključujući bilateralno, organizovano i balansno tržište, tržište prenosnih kapaciteta između zona trgovanja, kao i tržište pomoćnih usluga. Trgovanje električnom energijom moguće je u svim vremenskim okvirima tržišta, odnosno na terminskom, tržištu za dan unapred i unutar dnevnog tržištu [6]. Praktična primena zakonskog okvira omogućena je kroz Pravila o radu tržišta [8] i Pravila o radu prenosnog sistema [9], koja na operativnom nivou definišu tehničke i tržišne uslove učešća agregatora, uz očuvanje sigurnosti i pouzdanosti sistema.

Agregatori mogu slobodno i bez saglasnosti drugih učesnika učestvovati na svim tržištima električne energije, kako individualno, tako i kao objedinitelji drugih tržišnih učesnika. Zakonski okvir [6] posebno prepoznaje značaj agregiranja krajnjih kupaca i malih preduzeća, omogućavajući im zajednički nastup na tržištu kroz objedinjavanje proizvodnje iz distribuiranih izvora i upravljive potrošnje. Evropske direktive [15,16,17] dodatno naglašavaju ulogu agregatora u unapređenju energetske efikasnosti, upravljanju potrošnjom, skladištenju energije i premeštanju opterećenja van perioda vršnog opterećenja, kao i u razvoju novih modela snabdevanja, uključujući peer-to-peer (P2P) model [18].

Osnovni mehanizam delovanja agregatora predstavlja upravljanje potrošnjom, proizvodnjom i skladištenjem električne energije članova agregatorske grupe [19]. Upravljanje može biti eksplicitno, putem direktnih naloga za povećanje ili smanjenje potrošnje ili proizvodnje, ili implicitno, kroz cenovne signale i dinamičke tarife [20] koje utiču na ponašanje članova. Eksplicitno upravljanje može se sprovesti automatski, uz pomoć daljinski upravljanih uređaja, ili manuelno, kroz obaveštenja

korisnicima. U oba slučaja, članovi agregatorske grupe menjaju svoj inicijalno planirani način rada uz odgovarajuću finansijsku nadoknadu ili uštedu, pri čemu su svi uslovi definisani ugovorom o agregiranju. Postojeći primeri daljinskog upravljanja potrošnjom u Srbiji, poput upravljanja sistemima za grejanje u domaćinstvima od strane operatora distributivnog sistema [21], ukazuju na tehničku izvodljivost sličnih modela koje bi mogli primenjivati i agregatori.

U slučaju aktivacije upravljanja potrošnjom ili proizvodnjom, predviđeni su mehanizmi finansijskog poravnanja kako bi se izbegli negativni efekti rada agregatora po snabdevače i balansno odgovorne strane [6,8]. Finansijsko poravnanje zasniva se na osnovnoj liniji potrošnje¹ i sprovodi se u skladu sa vrstom ugovora koji krajnji kupac ima, pri čemu se obezbeđuje neutralnost komercijalnih odnosa i ograničava visina nadoknade isključivo na pokrivanje nastalih troškova [8]. Time se omogućava razvoj eksplicitne fleksibilnosti bez narušavanja tržišne ravnoteže.

Praktična upotreba upravljanja članovima agregatorske grupe se ogleda u mogućnosti smanjenja troškova debalansa balansno odgovornoj strani, kao i mogućnosti agregatora da pružaju usluge fleksibilnosti operatorima prenosnog i distributivnog sistema uz ostvarenje prihoda i ušteda kako za sebe, tako i za članove agregatorske grupe. Usluge fleksibilnosti uključuju frekventne i nefrekventne pomoćne usluge, redispečing i buduće usluge fleksibilnosti na distributivnom sistemu. Nabavka ovih usluga vrši se na tržišnim, transparentnim i nediskriminatornim principima, pri čemu agregatori, objedinjavanjem različitih resursa, mogu efikasnije odgovoriti na potrebe operatora sistema u odnosu na pojedinačne učesnike. Tako npr. u slučaju viška električne energije u sistemu agregatori mogu izdati nalog kupcima da povećaju potrošnju, proizvođačima da smanje proizvodnju, a skladištima da skladište energiju, i obrnuto u slučaju nedostatka energije u sistemu.

Iako je tržište pomoćnih usluga u Republici Srbiji formalno uspostavljeno na tržišnim osnovama početkom 2026. godine [8], njegov potpuni razvoj i funkcionalnost očekuju se tek nakon perioda prilagođavanja i povećanja broja učesnika. Razvoj tržišta fleksibilnosti na distributivnom nivou dodatno je uslovljen donošenjem izmena i dopuna Pravila o radu distributivnog sistema [12], bez kojih agregatori u ovom segmentu još uvek ne mogu ostvariti pun potencijal svog delovanja.

Pored navedenog, agregator može objediniti nabavku, odnosno prodaju električne energije za veći broj krajnjih kupaca, uključujući kupce-proizvođače, aktivne kupce i punionice električnih vozila, kao i proizvođače i/ili skladišta, čime se omogućava nastup na tržištu sa većim količinama električne energije radi ostvarivanja povoljnijih cena i veće konkurentnosti. Ovakav pristup je naročito značajan za krajnje kupce sa sopstvenom proizvodnjom koji višak električne energije isporučuju u elektroenergetski sistem. Agregator objedinjavanjem njihovih viškova omogućava

¹ Osnovna linija potrošnje - Osnovna linija za slučaj aktivacije resursa za pružanje usluge balansiranja predstavlja poslednji plan planskog preuzimanja odnosno injektiranja energije u/iz sistema koji je dostavio pružalac usluge balansiranja pre početka aktivacije, odnosno pre davanja naloga. Za administraciju podataka o osnovnoj liniji zadužen je OPS.

izlazak na tržište sa konkurentnim količinama i ostvarivanje znatno povoljnijih cena u odnosu na individualni nastup (npr. na organizovano tržište koje u Republici Srbiji administrira SEEPEX [22]). Pored toga, agregator ima važnu ulogu u kolektivnim šemama snabdevanja, poput energetskih zajednica [23] i P2P modela [18], gde optimizacijom kombinacije proizvođača i potrošača, kao i upravljanjem proizvodnjom, potrošnjom i skladištenjem, doprinosi dodatnim uštedama i prihodima članova agregatorske grupe. Takođe, agregator može efikasno upravljati radom punionica električnih vozila i ukupnom potrošnjom električne energije, prilagođavajući je cenovnim signalima sa tržišta tako da se potrošnja povećava u periodima nižih, a smanjuje u periodima viših cena električne energije.

U cilju povećanja fleksibilnosti sistema mogu se uvesti i dinamičke tarife za pristup sistemu, kao i napredni modeli obračuna pristupa sistemu [24]. U takvim okolnostima agregator bi takođe mogao da ima važnu ulogu u optimizaciji troškova članova agregatorske grupe.

V TEHNIČKI USLOVI ZA RAD AGREGATORA U REPUBLICI SRBIJI

Nakon sagledavanja strateških opredeljenja Republike Srbije, relevantnog regulatornog okvira u oblasti agregacije i mogućnosti za rad agregatora na tržištu električne energije, u ovom poglavlju razmatraju se tehnički uslovi za njihovo funkcionisanje. Iako su ciljevi u oblasti energetske tranzicije i unapređenja fleksibilnosti sistema jasno definisani, njihova realizacija u velikoj meri zavisi od tehničke spremnosti sistema, operatora sistema, kao i samih agregatora i članova njihovih agregatorskih grupa. Stabilan, pouzdan i dovoljno fleksibilan sistem, uz visok nivo digitalizacije, napredne merne sisteme i mogućnosti daljinskog nadzora i upravljanja u realnom vremenu, predstavlja osnovni tehnički preduslov za efikasno funkcionisanje agregatora i njihovo aktivno učešće na tržištu električne energije.

Razvoj tehničkih uslova za rad agregatora neraskidivo je povezan sa razvojem sistema, naročito u kontekstu očekivanog značajnog povećanja instalisanih kapaciteta proizvodnje iz varijabilnih obnovljivih izvora energije. Povećana varijabilnost proizvodnje dovodi do složenijeg planiranja, balansiranja i upravljanja sistemom, kao i do potrebe za dodatnim ulaganjima u mrežnu infrastrukturu i fleksibilne resurse. Operatori sistema planiraju razvoj sistema u dvogodišnjim ciklusima, pri čemu se pored klasičnih mrežnih ulaganja sve više razmatraju alternativni resursi, kao što su upravljanje potrošnjom, skladištenje energije i unapređenje energetske efikasnosti [3,4]. Rezultati ovih analiza koriste se za definisanje uslova priključenja novih proizvodnih objekata, uključujući i obaveze u pogledu obezbeđenja balansne rezerve. Tako su poslednje analize [3,25] pokazale da u Republici Srbiji ne postoji dovoljno balansne rezerve te je propisana obaveza svim proizvođačima iz varijabilnih obnovljivih izvora da instaliraju i skladište električne energije [7]. Ovakve mere u značajnom otežavaju sprovođenje tranzicije jer povećavaju trošak izgradnje proizvodnih objekata. Očekivano je da će u narednom periodu postojati potrebe za sve većom balansnom rezervom te će u tom svetlu agregator moći da da značajan doprinos u povećanju fleksibilnosti sistema uz olakšavanje integracije novih proizvodnih kapaciteta.

U ovom kontekstu važno je pomenuti iskustva iz drugih zemalja (npr. „Nemački paradoks“) koja pokazuju da dobro planiranje, precizne prognoze i efikasno korišćenje fleksibilnih resursa mogu značajno smanjiti potrebu za balansnom energijom čak i uz rast udela varijabilnih obnovljivih izvora energije [26], što dodatno naglašava važnost agregatora kao ujedinitelja i optimizatora fleksibilnih resursa.

Pored navedenog, jedan od ključnih tehničkih preduslova za rad agregatora jeste široka implementacija naprednih mernih sistema, koji omogućavaju merenje električne energije na 15-minutnom nivou, a za pružanje usluga balansiranja čak i na minutnom nivou. Ovakvo merenje neophodno je kako za praćenje realizacije naloga agregatora prema članovima agregatorske grupe, tako i za potrebe operatora sistema u okviru balansnog tržišta i tržišta fleksibilnosti. Iako su na prenosnom sistemu napredni merni sistemi u potpunosti implementirani, na distributivnom nivou njihova zastupljenost je i dalje ograničena, naročito kod krajnjih kupaca na niskom naponu [27]. Međutim, regulatorni okvir omogućava ugradnju naprednih brojlara na zahtev korisnika o sopstvenom trošku [6], čime se stvaraju tehnički uslovi da svi potencijalni članovi agregatorskih grupa budu adekvatno opremljeni.

Pored naprednih mernih sistema, neophodan je dalji razvoj sistema za upravljanje prenosnim i distributivnim sistemom, kako bi se u realnom vremenu pratili tokovi snaga, opterećenja i stanja napona i frekvencije, uključujući i niže naponske nivoe. Iako je prenosni sistem u velikoj meri već automatizovan i digitalizovan, na distributivnom nivou situacija je bitno drugačija, posebno zbog niskog procenta daljinski upravljanih transformatorskih stanica na niskom naponu [28]. Ovaj nedostatak predstavlja jednu od ključnih tehničkih prepreka za širi razvoj usluga fleksibilnosti i efikasno delovanje agregatora na lokalnom nivou.

Efikasno funkcionisanje agregatora zahteva i pouzdane sisteme za razmenu podataka i komunikaciju sa operatorima sistema. Centar upravljanja agregatora mora biti tehnički i organizaciono prilagođen zahtevima operatora prenosnog sistema, sa mogućnošću razmene podataka i signala u realnom vremenu, korišćenjem propisanih komunikacionih protokola, uz obezbeđenu visoku dostupnost i sajber bezbednost [8,9]. Sistem upravljanja mora omogućiti nadzor agregatorske grupe kao celine, ali i pojedinačnih resursa veće snage, čime se obezbeđuje transparentnost, pouzdanost i tačnost u pružanju balansnih i drugih pomoćnih usluga.

Pre početka učešća na tržištu pomoćnih usluga, agregatori i članovi njihovih agregatorskih grupa moraju proći pretkvalifikacioni postupak [8,9], kojim se potvrđuje ispunjenost tehničkih zahteva za pružanje konkretnih usluga balansiranja. Ovaj postupak, koji sprovodi operator prenosnog sistema u saradnji sa operatorom distributivnog sistema za objekte priključene na distributivni sistem, obuhvata niz faza, uključujući tehnička ispitivanja i verifikaciju mernih i komunikacionih sistema. Tek nakon uspešne pretkvalifikacije stižu se tehnički uslovi za učešće na tržištu pomoćnih usluga i balansnom tržištu.

Na kraju, za efikasan rad agregatora od ključnog su značaja i napredni modeli za predikciju i optimizaciju proizvodnje,

potrošnje i skladištenja električne energije članova agregatorske grupe. Precizne prognoze omogućavaju optimalno planiranje rada, smanjenje debalansa i efikasno korišćenje raspoloživih fleksibilnih resursa, kako na nivou agregatora, tako i na nivou sistema u celini. Razvoj ovakvih modela doprinosi povećanju sigurnosti i pouzdanosti sistema, kao i ostvarivanju dodatnih ekonomskih koristi za agregatore i članove njihovih agregatorskih grupa.

V POTENCIJALNI IZVORI FLEKSIBILNOSTI U REPUBLICI SRBIJI

U prethodnim poglavljima razmotreni su regulatorni, tehnički i tržišni aspekti rada agregatora u Republici Srbiji, nakon čega se prirodno nameće pitanje izvora fleksibilnosti u sistemu koji bi mogli da budu potencijalni članovi agregatorskih grupa.

Najnovijim izmenama propisa svim korisnicima sistema omogućeno je, a u određenoj meri i nametnuto, učešće u pružanju pomoćnih usluga operatorima sistema. Svaki korisnik sistema, bez obzira na snagu, raspolaže određenim stepenom fleksibilnosti i može biti uključen u agregatorsku grupu. Praksa u Evropi pokazuje da postoje agregatori koji objedinjavaju isključivo domaćinstva, ili punionice električnih vozila, ili proizvođače, ili industrijske potrošače, ali su najčešći modeli u kojima agregatori u okviru agregatorske grupe kombinuju različite vrste tržišnih učesnika, uključujući one koji proizvode, troše i skladište električnu energiju.

Značajan izvor fleksibilnosti u elektroenergetskom sistemu Republike Srbije predstavljaju proizvodni objekti. Fleksibilnost velikih hidroelektrana i termoelektrana priključenih na prenosni sistem već se koristi za pružanje pomoćnih usluga operatoru prenosnog sistema [29]. Na distributivnom nivou sve intenzivnije se priključuju objekti iz varijabilnih obnovljivih izvora, pre svega solarne i vetroelektrane. Njihova prostorna raspodela često ne prati potrošnju, što dovodi do povećanog opterećenja sistema, teško predvidivih tokova snaga, povećanih gubitaka i dodatnih troškova za operatora sistema. Ilustracije radi, u 2024. godini, iz distributivnog u prenosni sistem je isporučeno 43 GWh energije [27] kao posledica integracije varijabilnih obnovljivih izvora u područjima sa malim konzumom. U narednom periodu očekuje se značajan porast proizvodnih kapaciteta, naročito iz vetra i sunca, kao i izgradnja energetskih parkova i novih skladišta električne energije, što dodatno naglašava potrebu za fleksibilnošću. Za agregatore su naročito interesantni proizvođači iz obnovljivih izvora energije, pri čemu kombinovanje solarnih i vetroelektrana može doprineti međusobnom izravnavanju varijabilnosti proizvodnje, dok proizvođači kojima ističe status povlašćenog proizvođača po ranijim modelima povlašćenih cena predstavljaju dodatni potencijal za uključivanje u agregatorske grupe.

Pored proizvodnje, krajnji kupci predstavljaju jedan od najvećih, ali i najdispersovanijih izvora fleksibilnosti. Iako domaćinstva čine najveći deo ukupnog broja korisnika sistema i troše više od polovine električne energije [27], njihova individualna potrošnja je mala, pa upravljanje zahteva uključivanje velikog broja mernih mesta i razvoj odgovarajućih tehničkih i informacionih sistema, uz istovremeni uticaj na komfor korisnika². Nasuprot tome, mali broj

industrijskih krajnjih kupaca priključenih na srednji i visoki napon troši značajan deo električne energije, što upravljanje potrošnjom čini jednostavnijim i efikasnijim. Dodatni potencijal fleksibilnosti donose punionice električnih vozila, naročito kroz razvoj pametnog punjenja i prilagođavanje potrošnje cenovnim signalima sa tržišta. Prognoze pokazuju da će u narednim decenijama potrošnja električne energije za potrebe električnih vozila značajno rasti, čime se otvara dodatni prostor za delovanje agregatora [1].

U budućnosti se očekuje i uključivanje novih izvora fleksibilnosti, kao što su samostalna skladišta električne energije, aktivni kupci, energetske zajednice i nova reverzibilna hidroelektrana Bistrica [1], čime će se značajno povećati raspoloživi balansni i regulacioni kapaciteti sistema.

Pored tržišnih učesnika, i OPS i ODS mogu doprineti povećanju fleksibilnosti kroz npr. optimalnu rekonfiguraciju mreže ili upravljanje opterećenjem transformatora.

Na osnovu iznetog, može se zaključiti da već danas postoje značajni izvori fleksibilnosti koji mogu biti uključeni u agregatorske grupe, dok se u narednom periodu očekuje njihovo dalje širenje i diversifikacija. Razvoj tarifnih sistema, tržišta električne energije i cenovnih signala dodatno će podstaći interesovanje korisnika za učešće u agregatorskim modelima, uz istovremene koristi za stabilnost elektroenergetskog sistema i efikasnije sprovođenje energetske tranzicije.

V IZAZOVI ZA RAD AGREGATORA U REPUBLICI SRBIJI

Razvoj i početak rada agregatora u elektroenergetskom sistemu Republike Srbije praćen je nizom izazova koji se mogu klasifikovati na regulatorne, tehničke, ekonomske i društvene. Ovi izazovi su međusobno povezani i u velikoj meri uslovljavaju brzinu i obim implementacije agregatorskih modela, kao i njihovu efikasnost i održivost. U nastavku je data detaljna analiza najznačajnijih prepreka za rad agregatora.

Najkritičniji izazovi trenutno se odnose na regulatorni okvir. Iako je u zakonodavstvu prepoznata uloga agregatora, još uvek nisu donete ključne izmene i dopune podzakonskih akata koje bi omogućile njihovo faktičko delovanje. Pre svega, nepostojanje izmena Pravilnika o licenci za obavljanje energetske delatnosti i sertifikaciji [11] onemogućava licenciranje agregatora, a samim tim i njihovo postojanje. Dodatno, Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom [13] još uvek ne definiše uslove i sadržinu ugovora o agregiranju, koji predstavljaju osnovni pravni instrument odnosa između agregatora i članova agregatorske grupe. Takođe, nepostojanje izmena i dopuna pravila za promenu snabdevača i agregatora [14] dovodi do pravne neizvesnosti u pogledu mobilnosti članova agregatorskih grupa i zaštite njihovih prava. Ovi regulatorni nedostaci predstavljaju ključnu prepreku za početak rada agregatora i zahtevaju prioritarno delovanje nadležnih institucija [6].

Pored regulatornih, izraženi su i tehnički izazovi, naročito u kontekstu trenutnog nivoa fleksibilnosti sistema. Relativno nizak stepen integracije varijabilnih obnovljivih izvora energije, nerazvijeni modeli aktivnih kupaca i energetskih zajednica, kao i

² Npr. ukoliko bi se po ugovoru o agregiranju upravljalo sistemima za grejanje i hlađenje prostora članovi agregatorskih grupa ne bi imali mogućnost da ih koriste u periodima kada žele već kada je to pogodno

za agregatora. Naravno, za to bi dobijali finansijsku nadoknadu od strane agregatora.

ograničenja u pogledu dozvoljene snage proizvodnih objekata kupaca-proizvođača [7], dovode do toga da potreba za agregatorima još uvek nije dovoljno izražena. Međutim, sa neminovnim rastom kapaciteta iz varijabilnih obnovljivih izvora, uslovi za priključenje novih proizvodnih objekata postaju sve stroži, a upravljanje sistemom složenije. U tom kontekstu, agregatori mogu imati značajnu ulogu u obezbeđivanju dodatne balansne rezerve i povećanju fleksibilnosti sistema, ali je njihovo dejstvo trenutno ograničeno zbog nedovoljnog razvoja tržišta pomoćnih usluga, koje je regulatorno definisano, ali u praksi slabo funkcionalno.

Dodatni tehničko-ekonomski izazov predstavlja nedovoljna digitalizacija i automatizacija sistema, kao i nizak procenat primene naprednih mernih sistema. Bez pouzdanih sistema za nadzor i upravljanje u realnom vremenu, teško je identifikovati zagušenja u mreži i adekvatno angažovati fleksibilne resurse. Ograničeni prihodi operatora sistema, usled relativno niskih cena pristupa sistemu [30, 31], dodatno usporavaju neophodne investicije u modernizaciju sistema, povećanje kapaciteta za priključenje novih proizvodnih objekata iz varijabilnih obnovljivih izvora energije, kao i razvoj digitalnih platformi i komunikacionih sistema. Za efikasan rad agregatora neophodan je i razvoj naprednih sistema komunikacije između operatora sistema, agregatora i članova agregatorskih grupa, kao i modela za planiranje i optimizaciju rada kako pojedinačnih članova, tako i agregatorske grupe kao celine.

Srednjeprioritetni izazovi odnose se, između ostalog, na nedostatak transparentnih informacija o stanju elektroenergetskog sistema, poput mapa dostupnih kapaciteta za priključenje, opterećenja mreže i optimalnih lokacija za skladišta električne energije. Ovakve informacije bi značajno olakšale planiranje investicija i doprinele racionalnijem razvoju sistema. Takođe, neophodno je unapređenje energetske efikasnosti potencijalnih članova agregatorskih grupa i šira primena savremene, upravljive opreme, čime bi se povećala fleksibilnost i ostvarile dodatne uštede. Ekonomski podsticaji za ove aktivnosti su trenutno ograničeni, između ostalog zbog relativno niskih cena električne energije, posebno za domaćinstva [32], slabo razvijenog dinamičkog tarifiranja i ograničene primene dugoročnih ugovora o kupoprodaji električne energije (PPA).

Posebnu grupu izazova čine društveni aspekti, koji se često potcenjuju, ali imaju značajan uticaj na uspeh agregatorskih modela. Niska svest o značaju energetske tranzicije, nepoverenje prema novim tehnologijama i otpor prema promenama u načinu korišćenja električne energije mogu ograničiti spremnost korisnika da postanu članovi agregatorskih grupa. Članstvo u agregatorskoj grupi često podrazumeva prilagođavanje potrošnje, proizvodnje ili rada opreme signalima agregatora, što može uticati na komfor domaćinstava ili organizaciju rada u industrijskim postrojenjima. Zbog toga je neophodna kontinuirana edukacija svih učesnika na tržištu, kao i jasno i transparentno objašnjenje koristi koje agregiranje može doneti, kako pojedincima, tako i sistemu u celini.

Na kraju, mogu se identifikovati i izazovi nižeg prioriteta, poput neadekvatnih profila potrošnje koji se trenutno koriste u analizama, nedovoljno razvijenih modela za optimizaciju rada prenosnog i distributivnog sistema, visok pretkvalifikacioni prag

za pružanje usluga balansiranja kao i potencijalnih finansijskih rizika i ubrzanog habanja opreme usled čestih promena radnog režima članova agregatorskih grupa. Iako ovi izazovi nisu presudni za početak rada agregatora, njihovo rešavanje može dodatno unaprediti pouzdanost i efikasnost sistema.

Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da su izazovi za razvoj agregatora u Republici Srbiji višeslojni i međusobno uslovljeni. Iako trenutno postoje značajne prepreke, naročito u regulatornom i tehničkom domenu, očekivani rast obnovljivih izvora energije, razvoj tržišta i povećanje potrebe za fleksibilnošću elektroenergetskog sistema čine agregatore neizostavnim elementom budućeg razvoja sistema. Sistematsko rešavanje identifikovanih izazova stvorice uslove za njihovo uspešno funkcionisanje i pun doprinos energetske tranzicije.

VI ZAKLJUČAK

Razvoj agregatora u Republici Srbiji predstavlja prirodan i neizbežan korak u procesu energetske tranzicije, u kome elektroenergetski sistem postupno prelazi iz centralizovanog i pasivnog modela u decentralizovanu, fleksibilnu i digitalno upravljaju celinu. Agregatori se u tom kontekstu ne pojavljuju samo kao novi tržišni učesnici, već kao ključni mehanizam povezivanja proizvodnje, potrošnje i skladištenja električne energije, omogućavajući da se raspoloživi fleksibilni resursi sistema aktiviraju na koordinisan i ekonomski opravdan način.

Analiza regulatornog i strateškog okvira pokazuje da u Republici Srbiji već postoji osnov za uspostavljanje agregatorskog modela, ali i da su postojeći propisi i dalje nedovoljno precizni da bi omogućili njegovu punu i nesmetanu primenu u praksi. Izostanak jasnih pravila u vezi sa licenciranjem, ugovornim odnosima, balansnom odgovornošću i ulogom agregatora u pružanju pomoćnih usluga predstavlja jednu od ključnih prepreka za njihov razvoj. Istovremeno, tehnička ograničenja elektroenergetskog sistema, nedovoljna digitalizacija i nizak stepen primene naprednih mernih i upravljačkih sistema dodatno usporavaju integraciju fleksibilnosti na tržišni način.

Ipak, identifikovani izazovi ne umanjuju potencijal agregatora, već upravo ukazuju na smer u kome je neophodno dalje delovati. Postojanje značajnih fleksibilnih resursa, rastuća integracija obnovljivih izvora energije i očekivani razvoj skladišta električne energije stvaraju realnu osnovu za buduću primenu agregatorskog koncepta. U tom smislu, agregatori mogu postati jedna od ključnih karika u obezbeđivanju stabilnosti, pouzdanosti i efikasnosti elektroenergetskog sistema, istovremeno omogućavajući aktivnije učešće krajnjih korisnika na tržištu električne energije.

Na kraju, uspeh razvoja agregatora neće zavisiti isključivo od normativnih rešenja, već i od spremnosti sistema da prihvati promenu – od pasivnog ka aktivnom učesniku na tržištu, od krutog sistema ka fleksibilnom i od kratkoročnih rešenja ka dugoročno održivom razvoju. U tom procesu, agregatori imaju potencijal da postanu bitan element – ne kao cilj sami po sebi, već kao sredstvo kojim se elektroenergetski sistem postepeno, ali sigurno, prilagođava izazovima budućnosti.

ZAHVALNICA

Autori izražavaju zahvalnost Evropskoj fondaciji za klimu

(European Climate Foundation) na podršci u realizaciji ove studije i naučnog rada. Takođe, treća i četvrta autorka izražavaju zahvalnost Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije za njihovu finansijsku podršku (broj ugovora: 451-03-137/2025- 03/200103).

LITERATURA

- [1] Integrirani nacionalni energetski i klimatski plan Republike Srbije za period do 2030. godine sa vizijom do 2050. godine, https://www.mre.gov.rs/extfile/sr/1138/INEKP_pre%C4%8Di%C5%A1%C4%87en_tekst_1.8.24.pdf [pristupljeno 09.01.2026]
- [2] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2040. godine sa projekcijama do 2050. godine, <https://www.mre.gov.rs/extfile/sr/8472/STRATEGIJA%20RAZVOJA%20ENERGETIKE%20RS%20DO%202040%20SA%20PROJEKCIJAMA%20DO%202050%20USVOJENO%2027%2011%202024.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [3] Plan razvoja prenosnog sistema Republike Srbije za period od 2025. do 2034. godine, <https://ems.rs/wp-content/uploads/2025/12/Plan-razvoja-prenosnog-sistema-2025-2034.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [4] Plan razvoja distributivnog sistema Republike Srbije za period od 2023. do 2032. godine, <https://www.aers.rs/media/FILES/AktiAERS/AERSDajeSaglasnost/Plan%20razvoja%20distributivnog%20sistema%20za%20period%202023-2032.godine.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [5] Plan pravedne energetske tranzicije Republike Srbije do 2030. godine, <https://www.mre.gov.rs/extfile/sr/11676/PLAN%20PRAVEDNE%20TRANZICIJE%2022%2007%202025%20USVOJENO.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [6] Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon, 40/2021, 35/2023 - dr. zakon, 62/2023, 94/2024 i 109/2025 - dr. zakoni), https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_energetici.html [pristupljeno 09.01.2026]
- [7] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Sl. glasnik RS", br. 40/2021, 35/2023 i 94/2024 - dr. zakon), <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-koriscenju-obnovljivih-izvora-energije.html> [pristupljeno 09.01.2026]
- [8] Pravila o radu tržišta električne energije, <https://ems.rs/wp-content/uploads/2025/12/Pravila-o-rad-trzista-elektricne-energije.pdf> [pristupljeno: 09.01.2026]
- [9] Pravila o radu prenosnog sistema, <https://ems.rs/wp-content/uploads/2025/12/2025-12-25-Pravila-o-rad-prenosnog-sistema-FINALNO.pdf> [pristupljeno: 09.01.2026]
- [10] Zakon o energetske efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije https://www.parlament.gov.rs/upload/archive/files/lat/pdf/predlozi_zakona/2021/519-21%20-%20LAT.pdf [pristupljeno: 09.01.2026]
- [11] Pravilnik o licenci za obavljanje energetske delatnosti i sertifikaciji (Sl. glasnik RS br. 87/15, 44/18 - dr. zakon, 83/21), <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2015/87/3> [pristupljeno: 09.01.2026]
- [12] Pravila o radu distributivnog sistema, <https://www.aers.rs/pravila-o-rad-distributivnog-sistema> [pristupljeno: 09.01.2026]
- [13] Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom, https://www.paragraf.rs/propisi/uredba_o_uslovima_iskoruke_i_snabdevanja_elektricnom_energijom.html [pristupljeno: 09.01.2026]
- [14] Pravila o promeni snabdevača, http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/2017_02/t02_0315.htm [pristupljeno 09.01.2026]
- [15] 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, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/944/oj/eng> [pristupljeno 09.01.2026]
- [16] Directive (EU) 2016/943 of the European Parliament and of the Council of 8 June 2016 on the protection of undisclosed know-how and business information (trade secrets) against their unlawful acquisition, use and disclosure, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/943/oj/eng> [pristupljeno 09.01.2026]
- [17] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj/eng> [pristupljeno 09.01.2026]
- [18] Grujić, D., Kuzman, M. Analysis of the possibilities of P2P (peer-to-peer) supply in the Republic of Serbia, in Proc. 37. Savetovanje CIGRE Srbija, Sigurnost, stabilnost, pouzdanost i resilience elektroenergetskog sistema multisektorsko povezivanje u energetici i privredi – c5-07, Kopaonik, pp. 1784-1797, 26-30. maj 2025. <https://doi.org/10.46793/cigre37.c5.07>
- [19] Grujić, D., Kuzman, M. Uloga agregatora u razvoju tržišta električne energije, Elektropriroda, Vol. 1, No. 1, 2023.
- [20] <https://epijournal.eps.rs/radovi/Uloga%20agregatora%20u%20razvoju%20tr%20C5%BEi%C5%A1ta%20elektri%C4%8Dne%20energije.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [21] Grujić, D., Kuzman, M., Đurišić, Ž. Upotreba cenovnih signala u cilju ubrzanja energetske tranzicije, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 24, No. 4, pp. 11–18, 2024. <https://doi.org/10.46793/EEE24-4.11G>
- [22] Metodologija za određivanje cene pristupa sistemu za prenos električne energije, <https://aers.rs/media/FILES/Metodologije/2012-12-28%20Metodologija%20prenos%20EE%20Izmjena%20SG%2093-12%20123-12.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [23] SEEPEX, <https://seepex-spot.rs/> [pristupljeno 09.01.2026]
- [24] Kuzman, M., Grujić, D. Uloga zajednica obnovljivih izvora energije u energetske tranziciji, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 25, No. 1, pp. 40–50, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-1.40K>
- [25] Grujić, D., Kuzman, M., Đurišić, Ž. Unapređivanje načina obračuna pristupa distributivnom sistemu električne energije, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 25, No. 4, pp. 28–37, 2023, <https://doi.org/10.46793/EEE23-4.28G>
- [26] Energy technology and governance program: Electricity market initiative for Southeast Europe, Large-Scale RES Integration in Serbia: Impacts and Implications – Final Report, July 2022, https://usea.org/sites/default/files/RES%20Integration%20in%20Serbia%20and%20Recommendations%20for%20Action%20-%20USEA%20Final%20Report%20-%20July%202022_0.pdf [pristupljeno 09.01.2026]
- [27] Ocker, F., Ehrhart, K.-M. The "German Paradox" in the Balancing Power Markets, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 67, pp. 892–898, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.040>
- [28] AERS godišnji izveštaj 2024. godine, <https://www.aers.rs/media/FILES/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202024.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [29] Elektrodistribucija Srbije, <https://elektrodistribucija.rs/> [pristupljeno 09.01.2026]
- [30] EMS godišnji izveštaj za 2024. godinu, <https://ems.rs/wp-content/uploads/2025/06/GTI-za-2024.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [31] Cene pristupa distributivnom sistemu, <https://aers.rs/media/FILES/Odluke/OCenama/2025-10-01%20Cenovnik%20EDS.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [32] Cene pristupa prenosnom sistemu, <https://aers.rs/media/FILES/Odluke/OCenama/2025-10-01%20Cenovnik%20EMS.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]
- [33] Cene garantovano snabdevanje, <https://aers.rs/media/FILES/Odluke/OCenama/2025-10-01%20Cenovnik%20GS.pdf> [pristupljeno 09.01.2026]

AUTORI

Dunja Grujić - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, dunjagrujic@gmail.com, ORCID [0000-0001-9298-6249](https://orcid.org/0000-0001-9298-6249)
Nikola Tošić - Elektromreža Srbije AD, nikola.tosic@ems.rs, ORCID [0009-0005-4206-5288](https://orcid.org/0009-0005-4206-5288)
Jelena Stojković Terzić - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, jstojkovic@etf.rs, ORCID [0000-0002-6948-375](https://orcid.org/0000-0002-6948-375)
Jelisaveta Krstivojević - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, j.krstivojevic@etf.rs, ORCID [0000-0003-4906-6433](https://orcid.org/0000-0003-4906-6433)

Opportunities and Challenges for Aggregator Operations in the Republic of Serbia

Abstract – The energy transition and decarbonization targets have driven the intensive integration of renewable energy-based generation capacities into the electric power system. In this context, the regulatory framework enables various participation models for renewable energy sources, including producers, prosumers, and active consumers. Unlike traditional distribution systems, where the power flow was primarily from the transmission system to end consumers, the increased participation of distributed resources leads to significant changes in power flows and system management. However, since the electric power system exists to reliably supply end consumers, system stability and supply security must be ensured at all times. Due to the pronounced variability of renewable generation, there is a need to increase the flexibility of a system that was originally designed as relatively rigid. To this end, the participation of energy storage, as well as various market mechanisms, is enabled. In order for different market participants to efficiently contribute to the energy transition while maintaining supply security, a new market participant - the aggregator - has been introduced. Aggregators consolidate the generation, consumption, and flexibility of multiple market participants, enabling, among other things, electricity trading, provision of ancillary services to system operators, and reduction of balancing costs. This paper analyses the regulatory framework and relevant strategic documents of the Republic of Serbia concerning aggregators. It examines the conditions and opportunities for their operation, identifies potential sources of flexibility within Serbia's electric power system, and outlines the key challenges faced by the first aggregators entering the market in the Republic of Serbia.

Index Terms – Aggregator, System flexibility, Renewable energy sources, Ancillary services, Regulation