

Upotreba cenovnih signala u cilju ubrzanja energetske tranzicije

Dunja Grujić*, Miloš Kuzman**, Željko Đurišić***

* Elektro distribucija Srbije, Republika Srbija

** Udruženje za pravo energetike Srbije, Republika Srbija

*** Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Republika Srbija

Rezime - Energetska tranzicija sa fosilnih na obnovljive izvore energije se značajno ubrzala u prethodnih nekoliko godina usled dramatičnih posledica zagađenja životne sredine, klimatskih promena i sve nižeg nivoa rezervi fosilnih goriva. U okviru ovog rada izneti su neki od izazova energetske tranzicije sa kojima se suočava operator distributivnog sistema, među kojima su i: otežano upravljanje distributivnim elektroenergetskim sistemom, povećanje gubitaka električne energije, kao i potreba za dodatnim investicijama u mrežu kako bi se omogućilo priključenje novih korisnika sistema. Jedna od mogućnosti za olakšanje poslovanja operatora distributivnog sistema u uslovima energetske tranzicije je upravljanje potrošnjom i proizvodnjom električne energije. Analizirana je mogućnost upotrebe dinamičkih cena električne energije i promene načina određivanja cena pristupa distributivnom elektroenergetskom sistemu s ciljem upravljanja potrošnjom i proizvodnjom cenovnim signalima. Pre svega prikazani su trenutni cenovni modeli snabdevača i operatora distributivnog sistema u Crnoj Gori i Republici Srbiji, a potom su izneti predlozi novih cenovnih modela i njihov uticaj kako na operatora distributivnog sistema i snabdevače, tako i na korisnike sistema.

Ključne reči - energetska tranzicija, operator distributivnog sistema, cenovni signali, upravljanje potrošnjom i proizvodnjom električne energije

I UVOD

U sled sve izraženijih posledica zagađenja životne sredine i globalnog zagrevanja očigledna je neophodnost energetske tranzicije sa fosilnih goriva na obnovljive izvore energije. Kako bi se energetska tranzicija uspešno sprovedla potrebno je promeniti tradicionalne uloge operatora prenosnog i distributivnog elektroenergetskog sistema, modernizovati i automatizovati sistem i podsticati rad učesnika na tržištu električne energije koji doprinose tranziciji.

Prethodnih godina u centru pažnje su u kontekstu energetske tranzicije bili operatori prenosnih sistema, i fokus je bio na razvoju prenosne mreže i njenih kapaciteta. Dodatno je zaključeno da se tek uz učešće svakog pojedinca energetska tranzicija može brzo i održivije sprovesti npr. kroz koncepte kupca-proizvođača, unapređenje energetske efikasnosti ili štednju električne energije. S obzirom na navedeno, distributivni elektroenergetski sistem se našao u žiži interesovanja evropske naučne i stručne javnosti, kao i nosilaca regulatornih aktivnosti.

Definisani su novi korisnici sistema među kojima su proizvođači električne energije, kupci-proizvođači, skladištari, agregatori,

kao i različiti vidovi udruživanja kao što su npr. zajednice obnovljivih izvora energije. Sve navedeno dovelo je do toga da distributivni elektroenergetski sistem od jednog pasivnog postane veoma aktivan sistem sa sve teže predvidivim tokovima snaga, što između ostalog otežava upravljanje sistemom, zaštitu sistema, ugrožava sigurnost snabdevanja, povećava opterećenje elemenata sistema, kao i gubitke, i iziskuje nove značajne investicije u sistem kako bi se omogućilo priključenje novih korisnika sistema. Naročito štetne posledice se javljaju u uslovima značajnog povećanja inflacije i cena električne energije na tržištu što bitno povećava troškove operatora distributivnog sistema pri čemu treba imati u vidu da je distribucija električne energije regulisana delatnost.

U okviru ovog rada dati su predlozi za smanjenje pomenutih negativnih posledica a na korist svih korisnika sistema i ubrzanje energetske tranzicije. U naučnim krugovima analizira se mogućnost upotrebe dinamičkih tarifa za pristup distributivnom sistemu i dinamičkih cena električne energije, a u okviru ovog rada biće dati predlozi rešenja za upotrebu dinamičkih tarifa u Republici Srbiji i Crnoj Gori.

II PRISTUP DISTRIBUTIVNOM SISTEMU ELEKTRIČNE ENERGJE

U Republici Srbiji Izmenama i dopunama Zakona o energetici [1] i Zakonom o korišćenju obnovljivih izvora [2] krajnji kupci, proizvođači električne energije, kupci-proizvođači, skladištari, snabdevači, agregatori i drugi operatori sistema definisani su kao korisnici sistema i učesnici na tržištu. Svaki korisnik sistema ima obavezu uređenja pristupa sistemu, a operator sistema je dužan da korisnicima omogući pristup sistemu po regulisanim cenama po principima javnosti i nediskriminacije, [1]. Cene pristupa distributivnom sistemu [3] su regulisane [1] i određuju se na osnovu Metodologije za određivanje cena pristupa sistemu za distribuciju električne energije [4] koju donosi Agencija za energetiku Republike Srbije.

U Crnoj Gori korisnici sistema su definisani Zakonom o energetici [5] kao fizička ili pravna lica koja isporučuju u sistem ili iz njega preuzimaju električnu energiju. Cene za pristup sistemu [6] su takođe regulisane a donose se u skladu sa Metodologijom za utvrđivanje regulatorno dozvoljenog prihoda i cijena za korišćenje distributivnog sistema električne energije [7] koju donosi Regulatorna agencija za energetiku i regulisane komunalne delatnosti.

II-1 Maksimalno odobreni prihod operatora distributivnog sistema

Maksimalno odobreni prihod operatora sistema po osnovu

obavljanja delatnosti distribucije električne energije i upravljanja distributivnim sistemom, u Republici Srbiji, određuje se, između ostalog, na osnovu operativnih troškova (npr. troškova materijala, zarada, usluga korišćenja sistema za prenos električne energije, nabavke električne energije za sopstvenu potrošnju), troškova amortizacije i troškova za naknadu gubitaka [4].

Maksimalno odobreni prihod operatora distributivnog sistema u Crnoj Gori određuje na sličan način kao u Republici Srbiji, a u cilju ograničenja dozvoljenog prihoda operatora, stvaranja preduslova za poboljšanje kvaliteta rada operatora sistema i njegove efikasnosti [7].

II-2 Kategorije korisnika sistema

U Republici Srbiji definisane su sledeće kategorije korisnika sistema: "Potrošnja na srednjem naponu", "Potrošnja na niskom naponu", "Široka potrošnja" sa grupama "domaćinstva", "ostala komercijalna potrošnja" i "javna i zajednička potrošnja", "Javno osvetljenje" sa grupama "javno osvetljenje" i "svetleće reklame" [4]. Svaki korisnik sistema za svako mesto primopredaje ima odobrenu snagu koja je zapravo maksimalna aktivna snaga na mestu priključenja koja je određena u odobrenju za priključenje, elektroenergetskoj saglasnosti, uslovima za projektovanje i priključenje ili drugim aktom kojim je odobreno priključenje objekta korisnika sistema [8].

U Crnoj Gori prema naponu na mestu predaje električne energije i priključnoj snazi, kupci se dele na kupce kod kojih se snaga meri (kupci priključeni na 35 kV, 10 kV i 0,4 kV naponskom nivou sa odobrenom priključnom snagom većom od 34,5 kW) i kupce kod kojih se snaga ne meri (kupci na 0,4 kV naponskom nivou sa odobrenom priključnom snagom 34,5 kW i manjom) [7].

II-3 Alokacija maksimalno odobrenog prihoda

Maksimalno odobren prihod operatora distributivnog sistema i u Republici Srbiji i u Crnoj Gori alocira se na tarife za pristup sistemu korisnicima sistema [4, 7]. Cene pristupa sistemu za distribuciju električne energije, između ostalog, obezbeđuju pokrivanje opravdanih troškova poslovanja i investicija u obavljanju delatnosti distribucije električne energije i upravljanja distributivnim sistemom kojima se obezbeđuje kratkoročna i dugoročna sigurnost snabdevanja, odnosno održivi razvoj sistema, podsticanje ekonomske i energetske efikasnosti i nediskriminacija [4].

Obračun naknade za pristup distributivnom sistemu u Republici Srbiji vrši se za krajnje kupce, kupce-proizvođače i operatore susednih distributivnih sistema za celokupnu električnu energiju koju preuzmu iz distributivnog sistema. Proizvođači, skladištari i ostali korisnici sistema nemaju obavezu plaćanja pristupa distributivnom sistemu [4].

Obračun naknade za pristup distributivnom sistemu u Crnoj Gori vrši se za sve korisnike sistema za električnu energiju preuzetu iz distributivnog sistema (npr. krajnji kupci), odnosno isporučenu u distributivni sistem (npr. proizvođači), odnosno neto električnu energiju (za kupce-proizvođače) [7].

U Republici Srbiji za kategorije korisnika "potrošnja na srednjem naponu" i "Potrošnja na niskom naponu" meri se maksimalna snaga, aktivna i reaktivna električna energija, a obračunava

odobrena snaga, prekomerna snaga (ukoliko je angažovana snaga viša od odobrene), preuzeta aktivna električna energija, preuzeta reaktivna električna energija i to dozvoljena i prekomerna (ukoliko je faktor snage manji od 0,95). Za kategoriju "Široka potrošnja" obračunava se odobrena snaga i aktivna električna energija, a kategoriji "javno osvetljenje" samo aktivna električna energija. S obzirom na navedeno u Republici Srbiji maksimalno odobren prihod alocira se na tarife za snagu (odobrenu i prekomernu), aktivnu električnu energiju (viša i niža tarifa), reaktivnu električnu energiju (dozvoljena i prekomerna) [4].

Regulatorno dozvoljeni prihod operatora u Crnoj Gori obezbeđuje se naplaćivanjem usluge korišćenja sistema od kupaca po cenama kojima se nadoknađuju troškovi za angažovanje kapaciteta i cenama kojima se nadoknađuju troškovi opravdanih gubitaka pri čemu su obe naknade vezane za utrošak električne energije uz obračun fiksnog troška za angažovanje kapaciteta po mernom mestu, kao i od proizvođača za angažovani distributivni kapacitet i trošak opravdanih gubitaka [7].

I u Republici Srbiji i u Crnoj Gori bez obzira na dužinu distributivnog puta, korisnici sistema koji pripadaju istoj kategoriji, plaćaju korišćenje sistema po istim cenama po kilovatu (kW), kilovatčasu (kWh), kilovarčas (kvarh) [4, 7].

III CENOVNI SISTEM ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU

III-1 Tarifni sistem

Trenutni koncept tarifnog sistema za pristup distributivnom sistemu i cena snabdevača zasniva se uglavnom na količini preuzete, odnosno isporučene električne energije. Pored navedenog, postoje i fiksni troškovi pristupa sistemu za angažovanje kapaciteta po mernom mestu u Crnoj Gori [7] i trošak za odobrenu i prekomernu snagu po kW snage u Republici Srbiji [4], ali je njihovo učešće značajno manje od troškova koji zavise od električne energije.

Korisnici sistema i u Republici Srbiji i u Crnoj Gori mogu imati dvotarifni obračun (viša i niža tarifa) ili jednotarifni obračun [4, 7]. Često se kod komercijalnih snabdevača mogu i u slučaju dvotarifnog obračuna uočiti cene koje su identične za višu i nižu tarifu. U Republici Srbiji doba primene niže tarife za aktivnu energiju u distributivnom sistemu, ili pojedinim delovima sistema, se određuje radi obezbeđivanja uravnoteženog rada sistema i sprečavanja preopterećenja uređaja i opreme, a počinje između 22h i 24h i traje neprekidno osam časova svakog dana [4]. U Crnoj Gori doba primene niže tarife za aktivnu energiju u distributivnom sistemu traje od 23h do 07h narednog dana u periodu kada se koristi zimsko računanje vremena, a od 00h do 08h u periodu kada se koristi letnje računanje vremena. Za korisnike koji imaju nova multifunkcionalna brojala niža tarifa je uvek od 23h do 7h narednog dana. Takođe, korisnici, kod kojih je tako podešen merni uređaj, nižu tarifu koriste i nedeljom [7].

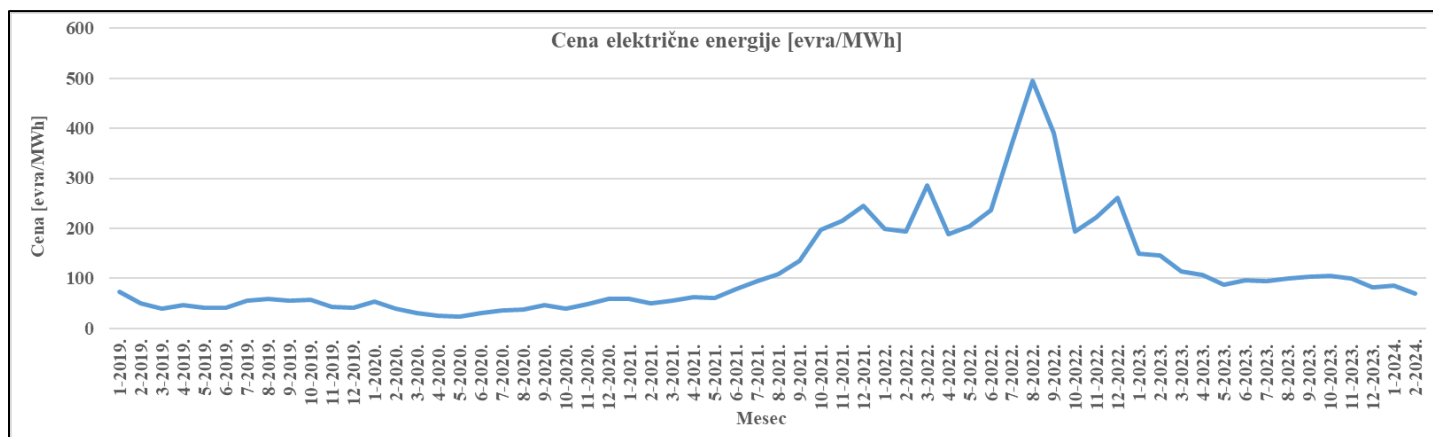
III-2 Cene snabdevača za električnu energiju

U Republici Srbiji i Crnoj Gori snabdevači samostalno određuju cene električne energije, izuzev garantovanog snabdevača kome se [1] u skladu sa Metodologijom za određivanje cena javnog snabdevanja [9] određuju cene [10] na koje saglasnost daje Agencija za energetiku. Pravo na garantovano snabdevanje imaju

domaćinstva i mali kupci (oni koji imaju manje od 50 zaposlenih, ukupan godišnji prihod u iznosu do 10 miliona evra u dinarskoj protivvrednosti, čiji su svi objekti priključeni na distributivni sistem električne energije napona nižeg od 1 kV i čija je potrošnja električne energije u prethodnoj kalendarskoj godini do 30.000 kWh) [1]. U Crnoj Gori definisani su tarifni modeli (osnovni, zeleni, plavi i crveni) za kupce u slučaju CEDIS [11]. Oba modela, i u Crnoj Gori i u Republici Srbiji, podstiču štednju električne energije, tj. za nižu potrošnju imaju niže cene i popuste. U Republici Srbiji postoji i rezervni snabdevač za kog uslove i način obrazovanja i promene cene propisuje Vlada Republike Srbije [1],

dok u Crnoj Gori postoji i snabdevač poslednjeg izbora [5].

Svi snabdevači, izuzev prethodno navedenih, samostalno određuju cenu električne energije, uglavnom na bazi prilika na tržištu. Na slici 1 prikazan je trend kretanja cena električne energije na berzi HUPX [12] u periodu od januara 2019. do februara 2024. godine. Može se primetiti da je u 2020. godini, kada je usled pandemije korona virusa privreda privremeno funkcionisala u smanjenom kapacitetu, cena električne energije bila niska. Nakon toga, usled ukrajinske krize, cena električne energije je naglo skočila i stabilizovala se tek pred kraj 2023. godine ali na značajno višim vrednostima u odnosu na 2019. i 2020. godinu.



Slika 1. Prosečne cene električne energije na berzi HUPX od januara 2019. do februar 2024. godine [12]

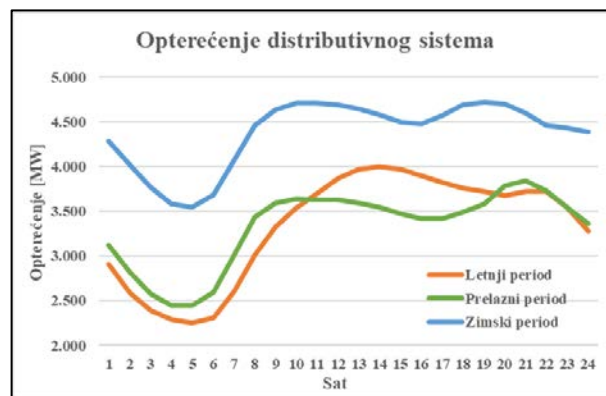
IV IZAZOVI PRED DISTRIBUTIVNIM SISTEMOM U SVETLU ENERGETSKE TRANZICIJE

Zbog ograničenog kapaciteta prenosnog sistema, nedovoljno balansne rezervne i visine investicija za velike proizvodne kapacitete, kako je već navedeno, distributivni sistem je postao značajan nosilac energetske tranzicije. Sve veći broj proizvođača i kupaca-proizvođača sa proizvodnim objektima iz obnovljivih izvora energije, čija je proizvodnja uglavnom varijabilna (sunce, vetar), priključuje se na distributivni sistem. Takođe, očekuje se priključenje prvih skladišta, početak rada prvih agregatora, kao i drugih korisnika sistema. Navedeno donosi brojne izazove operatorima distributivnih sistema pre svega u upravljanju sistemom, održavanju napona, sigurnosti snabdevanja, potrebama za dodatnim balansnom rezervom i investicijama kako bi se omogućila sigurnost snabdevanja i integracija novih korisnika sistema u elektroenergetski sistem.

Kako bi se video uticaj do sada priključenih korisnika sistema i mogućnosti za integraciju novih u elektroenergetski sistem, izvršena je analiza opterećenja distributivnog sistema i cena električne energije po periodima za 2022. godinu. Na slici 2 prikazano je srednje satno opterećenje distributivnog sistema Republike Srbije [13]. Na slici 3 prikazane su prosečne satne cene električne energije u 2022. godini sa berze HUPX [12]. Meseci su grupisani po periodima godine i to prelazni (april, maj, septembar, oktobar), zimski (novembar, decembar, januar, februar, mart) i letnji (jun, jul, avgust) [14].

Sa slike 2 može se zaključiti da je u zimskom periodu opterećenje elektrodistributivnog sistema Republike Srbije veće nego u prelaznom i letnjem periodu što je dominantno posledica

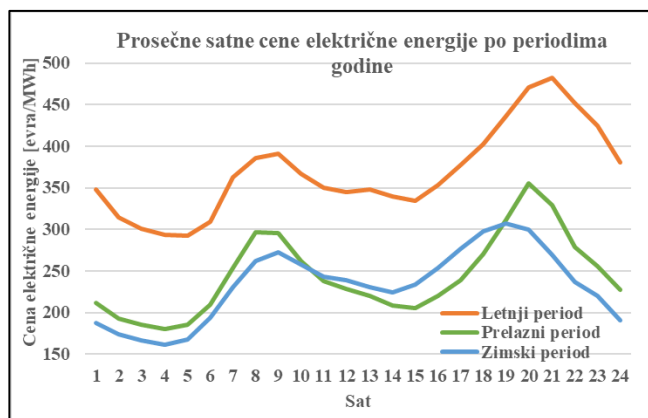
većih potreba za električnom energijom za zagrevanje prostora. U letnjem i prelaznom periodu opterećenje je značajno niže, s tim što je u letnjem periodu izraženo značajno veće opterećenje u popodnevним satima što je uglavnom posledica korišćenja električne energije za hlađenje prostora. U svim periodima godine opterećenje u nižoj tarifi (noćnom periodu) je značajno niže od opterećenja u višoj tarifi.



Slika 2. Srednje satno opterećenje distributivnog sistema Republike Srbije [13]

Poređenjem slika 2 i 3 može se primetiti da u prelaznom i zimskom periodu cena električne energije prati opterećenje sistema – što je više opterećenje sistema, tj. veća potražnja, cena električne energije je viša i obrnuto. Međutim u letnjem periodu, u popodnevним satima, cena električne energije je gotovo jednaka cenama u toku noći, iako je sistem značajno više opterećen u odnosu na noćni period, kako je ranije objašnjeno analizom slike 2.

Navedeno je posledica integracije značajnih kapaciteta solarnih elektrana što dovodi do velike ponude električne energije iz solarnih elektrana u predmetnim satima, te iako je i potražnja značajna, cena električne energije ostaje na relativno niskom nivou. Daljom integracijom solarnih elektrana opisani efekat će samo biti izraženiji. Ista pojava dešava se u toku noći u sistemima sa značajnim integrisanim kapacitetima iz vetroelektrana, tj. u periodima kada je sistem slabo opterećen, a vetroelektrane imaju odličan potencijal za proizvodnju. Čak su u dosadašnjoj evropskoj praksi na berzama zabeležene i negativne cene električne energije, kao i injektiranje električne energije iz distributivnog u prenosni sistem, u periodima nižeg opterećenja sistema i velike penetracije električne energije proizvedene iz solarnih elektrana u toku dana, odnosno vetroelektrana u toku noći.



Slika 3. Prosečne satne cene električne energije u 2022. godini sa berze HUPX [12]

U Republici Srbiji injektiranje u prenosni sistem prvi put je zabeleženo 2017. godine u iznosu od 3 GWh, a već 2022. godine dostiglo je 21 GWh [15]. Važno je napomenuti da operator distributivnog sistema nema tarifu za pristup sistemu za injektiranu električnu energiju. Takođe, ona često pravi i dodatne tehničke gubitke u mreži. Do iste pojave dolazi i ukoliko proizvodni objekat nije priključen u blizini odgovarajuće potrošnje, te je neophodno birati optimalne tačke za priključenje proizvodnih objekata i posvećeno se baviti planiranjem mreže.

Pored navedenog, koncept obračuna za kupce-proizvođače i u Republici Srbiji i u Crnoj Gori doprinosi ranije pomenutim problemima jer podstiče proizvodnju solarnih elektrana kupaca-proizvođača u letnjem periodu. Kupci-proizvođači imaju mogućnost akumuliranja viška u toku letnjeg perioda, uglavnom u višoj tarifi. Obračunski višak električne energije uglavnom koriste u zimskom periodu kada njihova solarna elektrana proizvodi značajno manje električne energije. Naravno, električna energija u zimskom periodu će se fizički preuzimati iz distributivnog sistema i to u višoj tarifi, pri čemu se dodatno opterećuje sistem u višoj tarifi, kada je inače već jako opterećen [2, 5, 16, 17].

Daljom integracijom proizvodnih objekata iz obnovljivih izvora energije bez izmena u radu korisnika sistema i načina priključenja samo će dovesti do pojačavanja opisanih problema, zagušenja u sistemu i smanjenja kapaciteta za priključenje novih korisnika sistema. Naročito negativno može uticati na lokalizovane tačke u sistemu, te se problem preopterećenja,

zagušenja i regulacije napona mora posmatrati lokalno. S obzirom na sve navedeno stručna javnost se već duže vreme bavi istraživanjima u ovoj oblasti. U ovom rada biće razmotrena upotreba dinamičkih tarifa kao sredstva za ubrzanje energetske tranzicije i prevazilaženje opisanih problema.

V KONCEPT DINAMIČKIH TARIFA

Prema trenutno važećem tarifnom sistemu koji je opisan u poglavlju 3 postoje samo dve tarife – viša i niža, pri čemu pojedini korisnici sistema imaju i samo jednu tarifu. U Republici Srbiji niža tarifa je četiri puta jeftinija od više tarife, a u Crnoj Gori dva puta. [4, 7] Naravno, korisnici sistema su motivisani da koriste električnu energiju u nižoj tarifi, ali je ona na snazi u toku noći te je stoga teško značajnu potrošnju pomeriti iz više u nižu tarifu.

U konceptu dinamičkih tarifa, cene pristupa sistemu i cene električne energije bi se menjale u skladu sa prilikama u mreži, tj. ukoliko bi sistem bio preopterećen cene bi bile veoma visoke, dok bi ukoliko je sistem slabo opterećen, ili ima viška električne energije u mreži, bile niske. Korisnici sistema bi prirodno, na osnovu cenovnih signala, pomerili svoju potrošnju iz perioda viših cena u periode nižih cena. Dakle, dinamičkom promenom tarifa opterećenje se može pomeriti iz perioda maksimalnog opterećenja u periode manjeg opterećenja mreže ili u periode kada postoji višak električne energije u mreži npr. kada obnovljivi izvori proizvode električnu energiju. Suštinski efekat koji treba da podstakne dinamičko tarifiranje je usklađivanje vremenskih dijagrama potrošnje i lokalne proizvodnje u distributivnim sistemima sa visokim stepenom integracije varijabilnih OIE. Pomeranje opterećenja može doprineti većoj predvidljivosti rada sistema i tokova snaga u smislu da će npr. u periodima proizvodnje elektrana biti potrošnje koja će biti pomerena iz perioda vršnog opterećenja u period proizvodnje iz elektrane. Na taj način sistem bi biti rasterećen a proizvodnja iz varijabilnih izvora bi bila potrošena, uskladištena ili evakuisana na drugi način.

U okviru ovog rada razmatraće se mogućnosti za uvođenje dinamičkih tarifa za pristup sistemu koje bi pozitivno uticale na rad operatora distributivnog sistema u smislu rasterećenja sistema, lakšeg upravljanja sistemom, regulacije napona i frekvencije, povećanja balansne rezerve i omogućavanje integracije u sistem novih korisnika sistema bez dodatnih značajnih investicija i tako promenile njegovu ulogu od kočnice energetske tranzicije do njenog pokretača. Takođe, biće razmotrene i mogućnosti dinamičkih cena električne energije koju snabdevači prodaju korisnicima sistema kako bi se pozitivni efekti na operatora sistema pojačali, ali i kako bi snabdevači imali niže troškove nabavke električne energije koju bi prodavali i doprineli smanjenju troškova debalansa balansno odgovornim stranama. Takođe, biće razmotreno i korišćenje dinamičkih tarifa u različitim formama udruživanja kao što su npr. agregatorske grupe i zajednice obnovljivih izvora energije.

V-1 Preduslovi za uvođenje dinamičkih tarifa

Kako bi koncept dinamičkih tarifa mogao biti uveden neophodno je da korisnici sistema tehnički budu u mogućnosti da prate promenu tarifa i njihovo trajanje, kao i da operator sistema ima uvid u preuzetu i isporučenu električnu energiju dinamički, u različitim delovima dana. Navedeno se može postići isključivo

ugradnjom naprednih mernih uređaja [18, 19] sa mogućnošću daljinskog očitavanja i merenja petnaestominutnih intervala korisnicima sistema koji imaju dinamički obračun. U Republici Srbiji manje od 5% ukupnog broja mernih uređaja ispunjava ove kriterijume [15]. U 2023. i 2024. godini operator distributivnog sistema pokrenuo je opsežnu zamenu klasičnih mernih uređaja naprednim, a njihova ugradnja se mora nastaviti i u narednim godinama. U Crnoj Gori kod gotovo svih korisnika sistema ugrađeni su napredni merni uređaji.

Pored navedenog, potrebni su i napredni sistemi za obradu prikupljenih podataka. Ukoliko se zadrži trenutni model obračunskog perioda, koji je po pravilu kalendarski mesec [4, 7], operator distributivnog sistema bi snabdevačima na mesečnom nivou dostavljao petnaestominutne, ili satne podatke na osnovu kojih bi snabdevači izdavali račune krajnjim kupcima. Iste podatke bi dostavljao i operatoru prenosnog sistema za potrebe balansnog tržišta i proračuna debalansa balansno odgovornih strana. Takođe, na osnovu datih podataka obračunavao bi i pristup distributivnom sistemu [1, 5].

Za primenu dinamičkih tarifa potreban je i razvoj sistema komunikacije između građana, privrede, snabdevača i drugih korisnika sistema i operatora sistema u smislu protoka informacija o promeni i vremenu trajanja tarifa jer se informacije moraju prenositi ispravno i blagovremeno. Takođe, neophodno je i razvijati i sistem za daljinsko upravljanje potrošnjom i proizvodnjom.

Kako bi se dinamičke tarife primenile potrebno je izmeniti regulativu u smislu obračuna pristupa distributivnom sistemu, razmene informacija operatora sistema i drugih učesnika na tržištu, kao i omogućavanja svim korisnicima sistema da učestvuju u različitim šemama dinamičkih tarifa. Pored navedenog, potrebno je edukovati korisnike sistema šta im mogu doneti dinamičke tarife i upravljanje potrošnjom i proizvodnjom, kao i kako prihvatanje pomenutih koncepata doprinosi radu sistema i energetske tranziciji.

V-2 Izazovi u primeni dinamičkih tarifa

Pored prethodno opisanih tehničkih preduslova, očekivani su i brojni izazovi u prihvatanju dinamičkih tarifa, pre svega jer delimično utiču na komfor života i poslovanje preduzeća. Korisnici sistema uglavnom koriste električnu energiju u periodima kada im je potrebna, bez obzira na njenu cenu. Ukoliko korišćenje uređaja treba prilagoditi ceni električne energije, a ne sopstvenim potrebama, može se očekivati da će korisnici sistema imati otpor prema promeni. Jednostavno, korisnici će se često odlučiti da imaju i više troškove u cilju zadržavanja sopstvenog komfora. Međutim, neminovnost energetske tranzicije to ne dozvoljava.

Očekuje se da na dinamičke tarife reaguju uglavnom industrijski potrošači koji imaju značajne troškove za električnu energiju tako što će reorganizovati svoje poslovanje. Može se očekivati i odgovarajuća reakcija domaćinstava sa naprednim uređajima visoke energetske efikasnosti koji se mogu programirati i kojima se može eventualno i daljinski upravljati, kao i finansijski najugroženijih korisnika sistema koji će štedeti i koristiti električnu energiju u periodima kada je ona povoljnija kako bi imali dodatne finansijske uštede.

Dinamičke tarife će imati svoj pun smisao u slučaju viših cena

električne energije koje smo imali priliku da vidimo u prethodnom periodu (videti sliku 1), kao i u situaciji povećanog učešća varijabilnih izvora gde je jako teško upravljati sistemom i vršiti balansiranje te će i cene pristupa biti značajno više.

Pored navedenog, istraživanja su pokazala da su podsticaji za korišćenje dinamičkih tarifa obično nedovoljni da bi se korisnici sistema stimulisali jer građani obično ne postižu uštede koje su očekivali i nakon toga dolazi do demotivacije. Takođe, često korisnici sistema nemaju dovoljno velike resurse upravljive potrošnje da bi mogli da ostvare značajnije uštede, a takođe neretko svesno ne žele da se odreknu svog komfora [20]. Sve navedeno se može prevazići drastično višim cenama u periodima značajnog opterećenja sistema.

VI MOGUĆNOSTI UPOTREBE DINAMIČKIH TARIFA

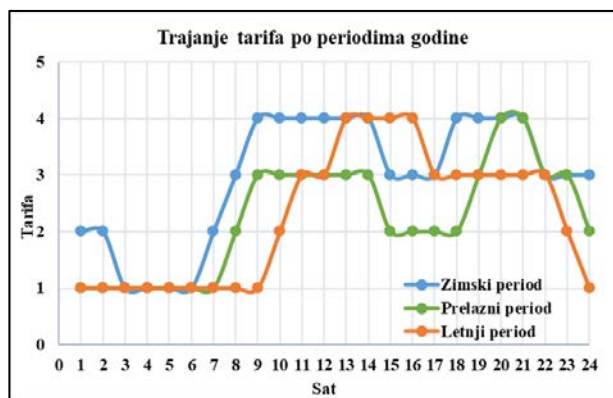
VI-1 Predlog postepenog uvođenja dinamičkih tarifa

U različitim konceptima dinamičkih tarifa cena pristupa sistemu i cena električne energije može biti unapred ugovorena, menjati se u određenim periodima (npr. sezonski, mesečno), ili se menjati na satnom nivou u skladu sa trenutnim stanjem u mreži. Kako bi industrija i građani imali vremena da se prilagode novom konceptu, promene svoje navike ili reorganizuju potrošnju, potrebno je izvesno vreme i pristup informacijama. U tom smislu najbolje je početi sa postepenim promenama. S obzirom na to da napredni merni uređaji imaju registre za četiri različite tarife [17], može se za početak analizirati rad sistema sa četiri fiksne tarife umesto dosadašnje dve, čija bi suština bila smanjenje vršnog opterećenja sistema.

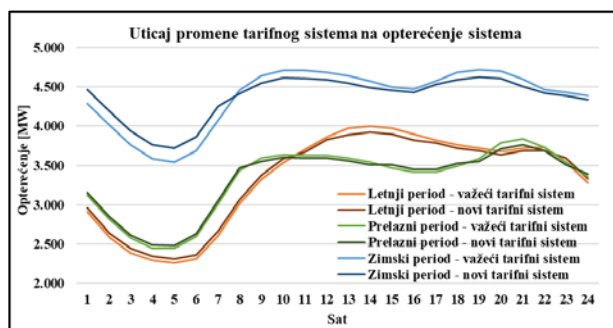
Na osnovu analize podataka prikazanih na slikama 2 i 3 [12, 13] mogu se prepoznati periodi različitog opterećenja. Za svaki period godine određen je sat sa najvećim opterećenjem, a potom i svi sati sa opterećenjem većim od 97% maksimalnog (u kojima bi se primenjivala najskuplja četvrta tarifa), između 91% i 97% (treća tarifa), između 85% i 91% (druga tarifa) i manjim od 85% (najjeftinija prva tarifa). Na slici 4 prikazan je raspored tarifa u danu po periodima godine.

Na slici 5 prikazan je uticaj promene tarifnog sistema na opterećenje sistema u Republici Srbiji po periodima godine. Pretpostavljeno je da će 2% opterećenja iz najskuplje, četvrte tarife, i 1% opterećenja iz treće tarife biti pomereno u prvu, odnosno drugu tarifu, ravnomerno po vremenima trajanja tarifa. Može se primetiti da će opterećenje sistema biti značajno niže u periodima vršnog opterećenja što je povoljno za elemente sistema, predikciju opterećenja i tokova snaga, smanjenje gubitaka, kao i poslovanja operatora, a takođe pruža mogućnost za integraciju novih korisnika sistema uz manje investicije od ranije planiranih. Takođe, opterećenje se povećava u periodima koji su najmanje opterećeni (npr. noćni period) što je takođe povoljno za sistem i lakšu integraciju novih korisnika sistema (npr. vetroelektrana čija proizvedena električna energija u toku noći može biti potrošena bliže tački proizvodnje). Navedeni efekti su najizraženiji u zimskom periodu, jer je tada opterećenje najveće, dok u prelaznom periodu gotovo da nema efekata jer su periodi u kojima važi treća i četvrta tarifa jako kratki, i dijagram opterećenja je prilično ujednačen što je posledica optimalnih temperatura te obično nema ni grejanja ni hlađenja prostora. Što je veća razlika u ceni najskuplje i najjeftinije tarife

pretpostavljeni procenti na osnovu kojih je formirana slika 5 će biti viši, odnosno efekti dinamičkih tarifa će biti značajniji.



Slika 4. Raspored tarifa u danu, po periodima godine [13]



Slika 5. Uticaj promene tarifnog sistema na opterećenje sistema

Kako bi se postigli pomenuti optimalni rezultati, potrebno je da četvrti tarifa bude značajno skuplja od trenutno važeće cene za višu tarifu (npr. dvostruko), da treća tarifa bude jednaka cenama trenutno važeće više tarife, druga da bude jednaka cenama trenutno važeće niže tarife, a cena prve, najjeftinije tarife, da bude jednaka polovini trenutno važeće cene za nižu tarifu. Opisanim bi se korisnici sistema podstakli da se potrudu i reorganizuju svoju potrošnju.

Ukoliko primena opisane četiri tarife da očekivane rezultate, vreme primena tarifa je potrebno periodično menjati u skladu sa prilikama u sistemu npr. ukoliko značajan broj korisnika pomeri svoju potrošnju iz tarife četiri u tarifu tri, postoji mogućnost da sistem u tarifi tri bude više opterećen nego u tarifi četiri i tada je neophodno promeniti period trajanja posebnih tarifa kako bi se zadržao njihov smisao. Takođe, to je jasan znak da bi bilo celishodno, nakon ovog prvog koraka, razmišljati o uvođenju pravih dinamičkih tarifa koje bi se menjale npr. na satnom nivou i odražavale pravo stanje u sistemu. Takođe, i snabdevači ukoliko cene električne energije određuju po principu ponude i potražnje, mogu davati nešto povoljnije, odnosno više cene krajnjim kupcima u različitim periodima.

VI-2 Upotreba dinamičkih tarifa

Problem zagušenja, preopterećenja distributivnog sistema, nedostatka električne energije, evakuacije viška električne energije i upravljanja naponom su izazovi lokalnog karaktera. Dobar primer je isporuka električne energije iz distributivnog u prenosni sistem koja je opisana u poglavlju 4. Potrebno je razviti mehanizme po kojima će se dati problemi rešavati lokalno.

Prenos problema na globalno rešavanje može biti kontraproduktivno i stvoriti slične ili drugačije probleme na nekom drugom (udaljenom) delu mreže.

U opisanom slučaju mogu se uvesti različite dinamičke tarife u ograničenoj regiji kojima bi se rešavao lokalni problem u mreži. Neophodno je pratiti stepen integracije obnovljivih izvora energije i u tačkama velike lokalne proizvodnje nuditi niže tarife za korišćenje sistema u periodima proizvodnje električne energije. Navedeno će dovesti lokalno i do smanjenja gubitaka jer će se proizvedena električna energija trošiti blizu mesta proizvodnje u periodu proizvodnje, tj. električna energija će preći kraći put od proizvođača do potrošača i samim tim napraviti manje gubitke.

Pored navedenog, uvođenjem tarife za pristup distributivnom sistemu proizvođačima i skladištima za električnu energiju isporučenu u distributivni sistem (G komponenta) značajan deo izazova će biti prevaziđen. Tako će, u periodima velikog opterećenja mreže, za potrošače važiti visoka tarifa, a niska za proizvođače i skladišta za isporuku električne energije u mrežu (što će motivisati veću isporuku električne energije u mrežu, i manje preuzimanje), i obrnuto u periodima malog opterećenja. Takođe, tarife za pristup sistemu je potrebno rekonstruisati kako bi dominantno bile vezane za električnu energiju jer se će samo na taj način dinamičke tarife dobiti svoj pun smisao.

U kombinaciji sa upotrebom dinamičkih tarifa, korisnici sistema mogu davati i pomoćne usluge pri čemu će za određenu nadoknadu menjati svoj unapred dati plan rada. Na ovaj način eksplicitno, zaključenjem ugovora o pružanju pomoćnih usluga, mogu učestvovati u povećanju fleksibilnosti sistema. Kombinovanjem implicitnih metoda (reakcije na cenovne signale dinamičkih tarifa) i eksplicitnih (pružanjem pomoćnih usluga) distributivni sistem će biti fleksibilniji, a korisnici sistema imati dodatne finansijske uštede, odnosno prihode, na mali uštrb svoje dodatne organizacije i komfora.

Dinamičke tarife svoj puni smisao mogu dobiti razvojem skladišta električne energije jer povećanjem balansne rezerve i kapacitetima za čuvanje električne energije u periodima kada postoji višak (niska cena) i njenom upotrebom u periodima kada u sistemu nema dovoljno električne energije (viša cena) mogu značajno doprineti ubrzanju energetske tranzicije i rešiti delom probleme sa kojima se susreće operator distributivnog sistema.

Pored toga, potrebno je motivisati kupce-proizvođače da postanu što nezavisniji od elektroenergetskog sistema kroz modele podsticaja potrošnje električne energije u periodima kada njihova solarna elektrana proizvodi električnu energiju [22]. Takođe, potrebno je podsticati rad agregatora [21] i različite vidove udruživanja kao što su zajednice obnovljivih izvora energije [23] jer se na taj način efekti svega prethodno iznetog mogu dodatno pojačati. Npr. agregatori pružanjem pomoćnih usluga mogu vršiti upravljanje potrošnjom i proizvodnjom za potrebe upravljanja sistemom. Takođe, ukoliko ne postoje eksplicitni zahtevi operatora, oni mogu delovati npr. i u cilju smanjenja debalansa kako bi sebi i članovima grupe doneli smanjenje troškova, odnosno povećanje prihoda. Agregatori će reakciju korisnika sistema, članova agregatorske grupe, uglavnom finansijski nagraditi kroz odloženo plaćanje računa i smanjenjem visine računa, što dodatno može podstaći uvođenje dinamičkih tarifa

[21]. Upravo zbog navedenog neophodno je dalje razvijati tržište pomoćnih usluga i rad novih korisnika sistema [24].

VI-3 Postojeći modeli upravljanja potrošnjom

Koncept dinamičkih tarifa može se zasnivati na savesnosti korisnika tj. oslanjati se na njihovu reakciju na cenovne signale kako je ranije opisano. Međutim, mogu se uvesti i sistemi za daljinsko upravljanje potrošnjom npr. sistemima za hlađenje, odnosno grejanje prostorija i vode, punjačima za baterije električnih vozila i skladištima električne energije. Predmetni potrošači bi imali napajanje u periodima kada to prilike u sistemu dozvoljavaju, a ne bi imali napajanje kada je sistem preopterećen ili kada ima nedostatak električne energije. Za ovakav režim napajanja imali bi povlašćenu cenu pristupa sistemu.

U Republici Srbiji već postoji izdvojena tarifa za daljinski upravljano potrošnju sa zasebnim merenjem. [4] Trenutni model obuhvata sistem za daljinsko upravljanje kotlovima za grejanje prostorija, TA peći i protočnih bojlera. Isporučena aktivna energija se meri preko posebnog mernog uređaja. Električna energija se isporučuje u trajanju od deset časova dnevno, od čega osam časova neprekidno, u vremenu koje određuje operator sistema, u skladu sa mogućnostima sistema za distribuciju električne energije. [4]

Opisani sistem je razvijen kao pilot projekat, a koji je potrebno ponovo oživeti kako bi se njegove mane i prednosti testirale. Naravno poželjno je proširiti njegove mogućnosti i funkcionalnosti. Ovaj već razvijeni sistem može se koristiti za upravljanje ne samo za sisteme za grejanje prostora i vode, već npr. i za hlađenje, punjenje skladišta i punjenje baterija električnih vozila. Takođe, mogu se umesto trenutno jedne tarife koristiti bar dve koje bi oslikavale približnije opterećenje sistema i eventualno druge lokalne probleme.

Opisano predstavlja idealnu platformu za testiranje dinamičkih tarifa na manjem broju korisnika koji se odluče da učestvuju u programu. Ovo naročito može biti korisno u rešavanju npr. lokalnog zagušenja - daljinski se može pustiti napajanje npr. sistemima za hlađenje prostora kako bi se energija proizvedena u solarnim elektranama iskoristila, ili uključivati programabilne mašine, puniti baterije električnih vozila ili grejati voda u akumulacionim bojlerima po povoljnim cenama (koje teže nuli) jer to doprinosi stabilnom radu sistema i smanjuje gubitke.

VII ZAKLJUČAK

Dvadeset i prvi vek doneo je neminovnost energetske tranzicije. S obzirom na savremeni, potrošački način života potrebno je uložiti velike napore kako bi se ona uspešno sproveda. U skladu sa navedenim, bez svesti svakog pojedinca o neophodnosti energetske tranzicije, i njegovim aktivnim učešćem, spram finansijskih i tehnoloških mogućnosti, taj cilj nije moguće ostvariti.

Priključenje proizvodnih objekata za proizvodnju električne energije (kroz koncepte proizvođača i kupaca-proizvođača) doprinosi energetskej tranziciji ali donosi brojne, ranije opisane, izazove operatorima distributivnog sistema. U prevazilaženju tih izazova značajnu ulogu mogu imati dinamičke tarife, razvoj tržišta pomoćnih usluga, motivisanje novih korisnika sistema, npr. agregatora i skladišta, na aktivno učešće na tržištu električne energije, povećanje energetske efikasnosti, kao i štednja električne energije.

Kako bi došlo do uvođenja koncepta dinamičkih tarifa u Crnoj Gori i Republici Srbiji, pre svega je neophodno unaprediti regulatorno-pravni okvir, razviti sisteme informisanja, merenja, prikupljanja i razmene podataka i modernizovati mrežu i mernu infrastrukturu. Takođe, potrebno je unaprediti tarifne sisteme za obračun pristupa distributivnom sistemu uvođenjem višetarifnog sistema i G komponente, kao i staviti težište na tarife za aktivnu električnu energiju.

Potrebno je u svakom trenutku analizirati mrežu, vršiti studiozno planiranje rada sistema i priključenja novih korisnika sistema kako bi oni doprinosili radu operatora distributivnog sistema, a ne podsticati nastanak novih izazova.

Takođe, potrebno je pokretati pilot projekte gde bi se testirali programi dinamičkih tarifa i pomoćnih usluga u cilju sagledavanja pozitivnih i negativnih aspekata po operatora sistema i korisnike sistema. Modele je potrebno prilagoditi tako da korisnici sistema ostvaruju značajne uštede, odnosno prihode kako bi bili motivisani da učestvuju u programima, uz optimalne efekte na distributivni sistem u smislu smanjenja gubitaka, olakšanja upravljanja, sprečavanja zagušenja i mogućnosti za integraciju novih korisnika sistema bez velikih investicija u sistem.

LITERATURA/REFERENCES

- [1] Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021) https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_energetici.html [pristupljeno 26.03.2024]
- [2] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Službeni glasnik RS", br. 40/21 i 35/2023) <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-korisicnju-obnovljivih-izvora-energije.html> [pristupljeno 26.03.2024]
- [3] Cena pristupa sistemu za distribuciju električne energije, https://www.aers.rs/FILES/Odluke/OCenama/2021-10-01_ED%20Cenovnik%20-%20distribucija.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [4] Metodologija za određivanje cena pristupa sistemu za distribuciju električne energije („Službeni glasnik RS“, broj 105/12), <http://aers.rs/FILES/Metodologije/2012-10-31%20Metodologija%20distribucija%20EE%20SG%20105-12.pdf> [pristupljeno 13.03.2024]
- [5] Zakon o energetici ("Službeni list Crne Gore", br. 005/16 od 20.01.2016, 051/17 od 03.08.2017, 082/20 od 06.08.2020) <https://www.katalogpropisa.me/propisi-crne-gore/zakon-o-energetici-3/> [pristupljeno 13.03.2024]
- [6] Odluka o utvrđivanju regulatorno dozvoljenog prihoda i cijena za korišćenje distributivnog sistema električne energije za 2024. i 2025. godinu, https://regagen.co.me/wp-content/uploads/2023/11/2023.11.28_CEDIS_Odluka-RDP-i-cijene-za-2024.-i-2025-1.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [7] Metodologija za utvrđivanje regulatorno dozvoljenog prihoda i cijena za korišćenje distributivnog sistema električne energije ("Službeni list Crne Gore", broj 71/2022 od 08.07.2022. godine), https://regagen.co.me/wp-content/uploads/2021/12/20220705_Metodologija-CEDIS.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [8] Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom ("Sl. glasnik RS", br. 84/2023) https://www.paragraf.rs/propisi/uredba_o_uslovima_iskoruke_i_snabdevanja_elektricnom_energijom.html [pristupljeno 13.03.2024]
- [9] Metodologija za određivanje cene električne energije za javno snabdevanje. http://aers.rs/FILES/Metodologije/2014-08-08_Metodologija%20javno%20snabdevanje%20EE%20SG%2084-14.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [10] Cena električne energije za garantovano snabdevanje, https://www.aers.rs/FILES/Odluke/OCenama/20230926_Odluka%20o%20regulisanosti%20ceni.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [11] Cene snabdevanja za domaćinstva u Crnoj Gori, https://www.epcg.com/sites/admin.epcg.com/files/multimedia/main_pages/f

- [iles/2021/10/cijene_za_snabdijevanje_krajnjih_kupaca_elektricne_energije_prikljucenih_na_distributivni_sistem_2.pdf](#) [pristupljeno 13.03.2024]
- [12] Historical data HUPX, <https://hupx.hu/en/market-data/dam/historical-data> [pristupljeno 13.03.2024]
- [13] Godišnji izveštaj Elektro distribucije Srbije za 2022. godinu, https://elektrodistribucija.rs/o-nama/informacije/dokumenta/GI_2022.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [14] Pravila o radu distributivnog sistema, https://www.aers.rs/FILES/AktiAERS/AERSDajeSaglasnost/2017-07-19_Pravila%20o%20radu%20ED-ODS%20EPS%20distr.pdf [pristupljeno 13.03.2024]
- [15] Godišnji izveštaj Agenciju za energetiku Republike Srbije za 2022. godinu, <https://www.aers.rs/Files/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202022.pdf> [pristupljeno 13.03.2024]
- [16] Grujić, D., Kuzman, M. Modeli korišćenja električne energije kupaca-proizvođača, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 24, No. 1, pp 8-16, 2022. <https://doi.org/10.46793/EEE22-1.08G>
- [17] Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca – proizvođača i snabdevača ("Službeni glasnik RS", br. 83/2021 od 27.8.2021. godine) <https://www.propisi.net/uredbu-o-kriterijumima-uslovima-i-nacinu-obracuna-potrazivanja-i-obaveza-izmedju-kupca-proizvodjaca-i-snabdevaca/> [pristupljeno 15.03.2024]
- [18] Funkcionalni zahtevi i tehničke specifikacije AMI/MDM sistema, sveska 1, Tehničke specifikacije brojila električne energije i komunikacionih uređaja, verzija 4.0, https://elektrodistribucija.rs/interni_standardi/pravila/Specifikacija_verzija%204.0_Sveska_1_Usvojeno_na_TSS_EPSD_07022019_objaviti.pdf [pristupljeno 15.03.2024]
- [19] Nova multifunkcionalna brojila, <https://cedis.me/nova-multifunkcionalna-brojila/> [pristupljeno 15.03.2024]
- [20] Dynamic network tariffs - an opportunity for the energy transition, November, 2023, CIREN, <http://www.cired.net/cired-working-groups/dynamic-network-tariffs-wg-2020-2> [pristupljeno 13.03.2024]
- [21] Grujić, D., Kuzman, M. Uloga agregatora u razvoju tržišta električne energije, *Electric Power Industry Journal*, Vol. 1, No. 1, Article 2, pp. 15-29, 2023. <https://doi.org/10.18485/epij.2023.1.1.2>
- [22] Grujić, D., Kuzman, M., Đurišić, Ž. Novi model obračuna električne energije kupaca-proizvođača, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 25, No. 2, pp. 57-67, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-2.57G>
- [23] Kuzman, M., Grujić, D. Uloga zajednica obnovljivih izvora energije u energetske tranziciji, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 25, No. 1, pp 64-69, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE21-4.64R>
- [24] 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/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944> [pristupljeno 15.03.2024]

AUTORI/AUTHORS

Dunja Grujić – Elektro distribucija Srbije d.o.o. Beograd, dunja.grujic@ods.rs, ORCID [0000-0001-9298-6249](https://orcid.org/0000-0001-9298-6249)
Miloš Kuzman – Udruženje za pravo energetike Srbije, milos.kuzman@upes.rs, ORCID [0000-0002-9769-9713](https://orcid.org/0000-0002-9769-9713)
dr Željko Đurišić - vanredni profesor, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, djurisic@etf.rs, ORCID [0000-0003-2048-0606](https://orcid.org/0000-0003-2048-0606)

The Use of Price Signals to Accelerate the Energy Transition

Abstract – Energy transition from fossil to renewable energy sources has accelerated significantly in the past few years due to the dramatic consequences of environmental pollution, climate change and the decreasing level of fossil fuel reserves. This paper presents certain energy transition challenges faced by the distribution system operator, some of which are: difficult management of the distribution power system, increase in energy losses, as well as the need for additional investments in the distribution network in order to enable the connection of new system users. One of the possibilities for facilitating the operation of the distribution system operator in the conditions of energy transition is management of electricity consumption and production. The possibility of using dynamic electricity prices and changing the way of determining prices of access to the distribution power system with the aim of managing consumption and production with price signals was analysed in this paper. The current price models of suppliers and operators of the distribution system in Montenegro and the Republic of Serbia are shown here. In addition to this, the paper also presents proposals of new price models and their impact on operators of the distribution system, suppliers, and system users.

Index Terms – Energy transition, Distribution system operator, Price signals, Management of electricity consumption and production