

Lahorko Wagmann
Hrvatska energetska regulatorna agencija
lwagmann@hera.hr

Mladen Žunec
Hrvatska energetska regulatorna agencija
mzunec@hera.hr

Srđan Žutobradić
Hrvatska energetska regulatorna agencija
szutobra@hera.hr

Sandra Hutter
Hrvatska energetska regulatorna agencija
shutter@hera.hr

REGULATORNI POGLEDI NA PRIJEDLOGE PAKETA ČISTE ENERGIJE ZA SVAKOG EUROPLJANINA U POGLEDU MALOPRODAJNOG TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE I DISTRIBUCIJSKE DJELATNOSTI

SAŽETAK

Europska komisija je 30. studenoga 2016. godine predstavila prijedlog paketa Čista energija za sve Europljane kojim se strategija Energetske unije stavlja u zakonodavni okvir. Sa stanovišta operatora distribucijskog sustava najvažniji propisi prijedloga paketa Čiste energije su Prijedlog Direktive o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije i Prijedlog Uredbe o unutarnjem tržištu električne energije. U članku su analizirane zadnje dostupne inačice navedenih dokumenata i njihov utjecaj na sektor električne energije u Hrvatskoj, a posebno na maloprodajno tržište električne energije i djelatnost distribucije električne energije. Također su prezentirani stavovi EU regulatora o prijedlogu paketa Čiste energije.

Ključne riječi: paket Čista energija, fleksibilnost, spremnici energije, agregator, lokalne energetske zajednice, napredno mjerenje

REGULATORY VIEWS ON THE PROPOSALS OF CLEAN ENERGY PACKAGE FOR ALL EUROPEANS WITH RESPECT OF RETAIL ELECTRICITY MARKET AND THE ACTIVITY OF ELECTRICITY DISTRIBUTION

SUMMARY

On November 30 2016 the European Commission has presented the proposal of Clean Energy Package for all Europeans through which the Energy union strategy is being introducing into the legislative framework. From the standpoint of distribution system operator the most important legislations from the proposal of Clean Energy Package are Proposal for a Directive on common rules for the internal market in electricity, and Proposal for a Regulation on the internal market for electricity. In the paper the last available versions of abovementioned documents are analysed, as well as their influence on the electricity sector in Croatia, especially the influence on the retail market and on the activity of electricity distribution. Also the positions of EU regulators on the proposal of Clean Energy Package are presented.

Key words: Clean Energy Package, flexibility, energy storage facility, agregator, local energy community, smart metering system

1. UVOD

Europska komisija (dalje: EC) je 30. studenoga 2016. godine predstavila prijedlog paketa Čista energija za sve Europljane (engl. Clean Energy Package for all Europeans, dalje: CEP) kojim se strategija Energetske unije (dalje: EU) stavlja u zakonodavni okvir. Paket obuhvaća izmjene i dopune propisa iz područja energetske učinkovitosti, obnovljivih izvora, modela tržišta električne energije, sigurnosti opskrbe električnom energijom te upravljanja Energetskom unijom.

Sa stanovišta operatora distribucijskog sustava (dalje: ODS) najvažniji propisi CEP-a su Prijedlog Direktive o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije, [1] i Prijedlog Uredbe o unutarnjem tržištu električne energije, [2]. Budući da je postupak donošenja navedenih propisa još u tijeku, u ovom radu analizirane su zadnje dostupne inačice dokumenata ([1] i [2]) iz prosinca 2017. godine.

Najvažnije teme koje su predmet navedenih propisa u pogledu ODS-a su: pojava novih sudionika na tržištu električne energije kao što su aktivni krajnji kupci i agregatori, lokalne energetske zajednice, pomoćne usluge i korištenje fleksibilnosti, spremnici energije, integracija elektromobilnosti u distribucijskoj mreži, funkcionalnosti naprednog mjerenja, upravljanje podacima, harmonizacija tarifnih metodologija na razini EU-a te uspostava EU tijela za suradnju operatora distribucijskog sustava EU DSO.

EC prijedlozima navedenih propisa prvenstveno namjerava krajnjim kupcima omogućiti sudjelovanje u energetskej tranziciji upravljanjem vlastitom potrošnjom električne energije uz korištenje prednosti novih tehnologija kao što su napredno mjerenje i napredne mreže. U tom smislu, definiraju se aktivni krajnji kupci koji na tržištu električne energije mogu nastupati samostalno ili putem agregatora te mogu sudjelovati u odzivu potrošnje. Kao pomoć aktivnim krajnjim kupcima u nastupanju na veleprodajnom tržištu električne energije definirana je funkcija agregacije koja objedinjava opterećenje i proizvedenu električnu energiju više krajnjih kupaca u svrhu prodaje, nabave ili dražbe na bilo kojem tržištu električne energije. Agregator kao sudionik na tržištu električne energije obavlja funkciju agregacije.

Krajnjim kupcima i proizvođačima omogućuje se udruživanje u lokalne energetske zajednice u svrhu ostvarivanja ekonomske ili energetske koristi.

Zbog postupnog premještanja težišta proizvodnje električne energije s prijenosne na distribucijsku mrežu pojavom distribuiranih izvora električne energije, a posebno proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (dalje: OIEiK), prijedlozima propisa nastoji se organizirati tržište električne energije na fleksibilniji način. Pritom ODS-u treba omogućiti i poticati ga na korištenje usluga korisnika mreže, npr. odziva potrošnje, fleksibilnost i usluga spremnike energije.

U prijedlozima propisa predviđa se u suradnja ODS-a i operatora prijenosnog sustava (dalje: OPS) u korištenju pomoćnih usluga koje mogu pružati i korisnici na distribucijskoj mreži. U tom smislu, države članice EU trebaju prilagoditi nacionalne podzakonske akte, kao što su mrežna pravila i pravila organiziranja tržišta električne energije.

Predviđena je i obveza osiguravanja regulatornog okvira za priključenje javnih i privatnih punionica električnih vozila na distribucijsku mrežu te pravila i uloga ODS-a u pogledu posjedovanja, razvoja i upravljanja punionicama električnih vozila.

Prijedlozi propisa u pogledu funkcionalnosti naprednog mjerenja ističu potrebu interoperabilnosti, a predviđeno je i propisivanje pravila za pristup podacima krajnjeg kupca.

Regulatorni okvir je potrebno prilagoditi kako bi se putem tarifnih metodologija ODS poticao na korištenje fleksibilnosti i povećanje učinkovitosti u distribucijskoj mreži.

U pogledu suradnje na EU razini predviđeno je da se najkasnije do 31. prosinca 2022. osnuje EU DSO kao ekspertno tijelo unutar kojeg će operatori distribucijskih sustava u EU surađivati u zajedničkom europskom interesu.

2. Aktivni krajnji kupac, neovisni agregator

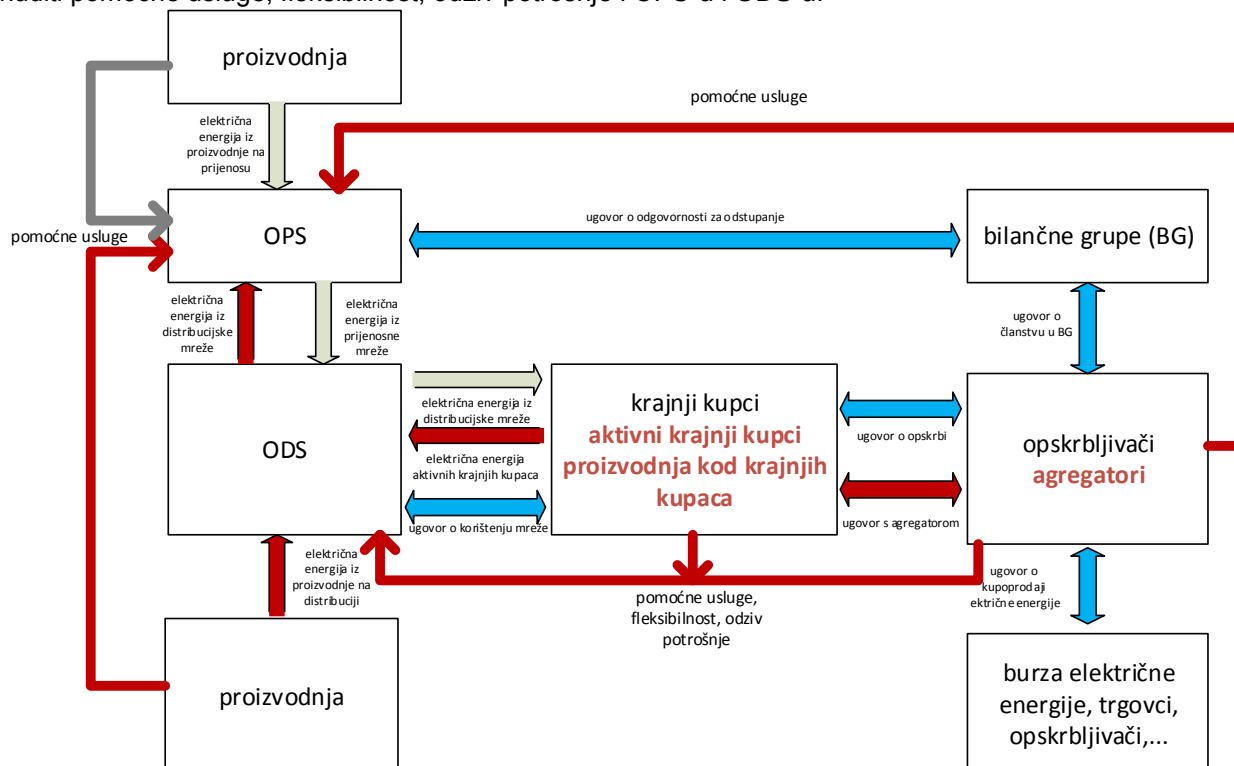
Na tržištu električne energije pojavljuju se novi tržišni sudionici, aktivni krajnji kupac i neovisni agregator.

CEP u prijedlogu [1] definira aktivnog krajnjeg kupca kao pojedinog krajnjeg kupca ili skupinu krajnjih kupaca koji troše, spremaju ili prodaju vlastitu proizvedenu električnu energiju. Aktivni krajnji kupci mogu na tržištu nastupati samostalno ili putem agregatora.

Neovisni agregator je sudionik na tržištu električne energije koji obavlja funkciju agregacije neovisno o opskrbljivaču električne energije krajnjeg kupca s kojim je agregator sklopio ugovor.

Agregacija je funkcija pravne ili fizičke osobe na tržištu električne energije koja objedinjava opterećenje i proizvedenu električnu energiju više (aktivnih) krajnjih kupaca u svrhu prodaje, nabave ili dražbe na bilo kojem tržištu električne energije. Agregacija omogućuje maksimalizaciju potencijala fleksibilnosti korisnika mreže.

Na slici 1. prikazan je model tržišta električne energije s aktivnim krajnjim kupcima i agregatorima. Aktivni krajnji kupci mogu samostalno na tržištu nuditi usluge koje proizlaze iz fleksibilnosti. Postoji i mogućnost da aktivni krajnji kupac, uz ugovor o opskrbi električnom energijom sa svojim opskrbljivačem, ima i ugovor s neovisnim agregatorom putem kojega će na tržištu nuditi fleksibilnosti. Agregatori mogu nuditi pomoćne usluge, fleksibilnost, odziv potrošnje i OPS-u i ODS-u.



Slika 1. Model tržišta električne energije s novim sudionicima, [15]

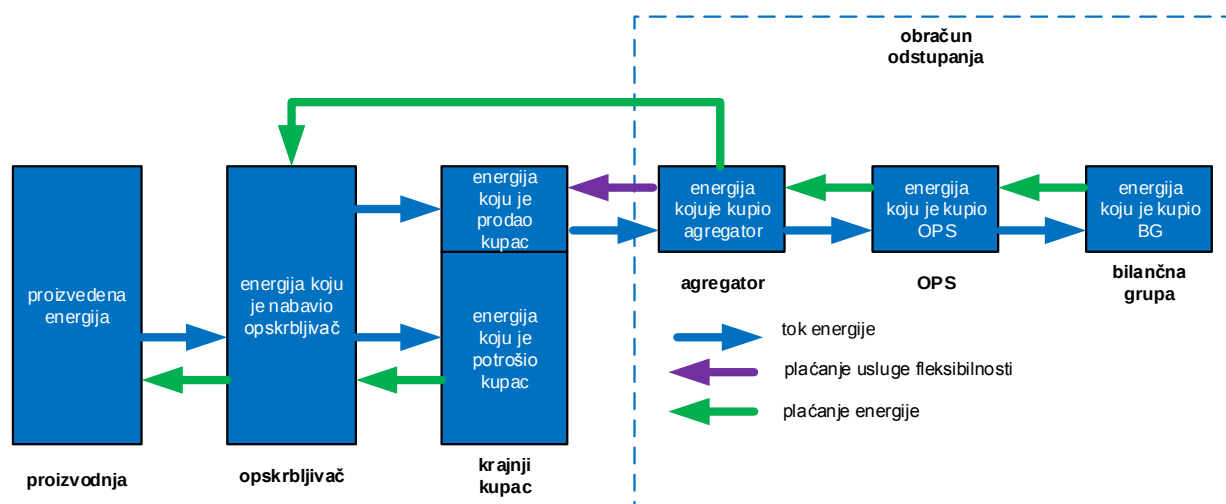
CEP u [1] predviđa kako aktivni krajnji kupac treba sudjelovati u financiranju troškova elektroenergetskog sustava i mreže u mjeri u kojoj ih i uzrokuje. Pritom mu se posebno mjeri energija koju je predao i energija koju je preuzeo iz mreže. Aktivni krajnji kupac odgovoran je i za odstupanje i sudjeluje u obračunu odstupanja (uz iznimku elektrane snage manje od 250 kW).

U okviru CEP-a u [1] je predviđeno kako krajnji kupci mogu sklapati ugovore s neovisnim agregatorima i bez pristanka opskrbljivača. U svrhu poticanja fleksibilnosti, krajnjem kupcu se na njegov zahtjev trebaju dostavljati svi relevantni podaci o odzivu potrošnje i podaci o električnoj energiji preuzetoj iz mreže i električnoj energiji predanoj u mrežu najmanje jednom u obračunskom razdoblju. Opskrbljivači krajnjim kupcima, koje opskrbljuju i koji namjeravaju sklopiti ugovore s nezavisnim agregatorima, ne smiju

nametati ugovorna ograničenja ili penale. Predviđeno je i da regulatori u suradnji s ODS-om i OPS-om te tržišnim sudionicima i krajnjim kupcima odrede tehničke značajke agregirane potrošnje koja će sudjelovati u odzivu potrošnje.

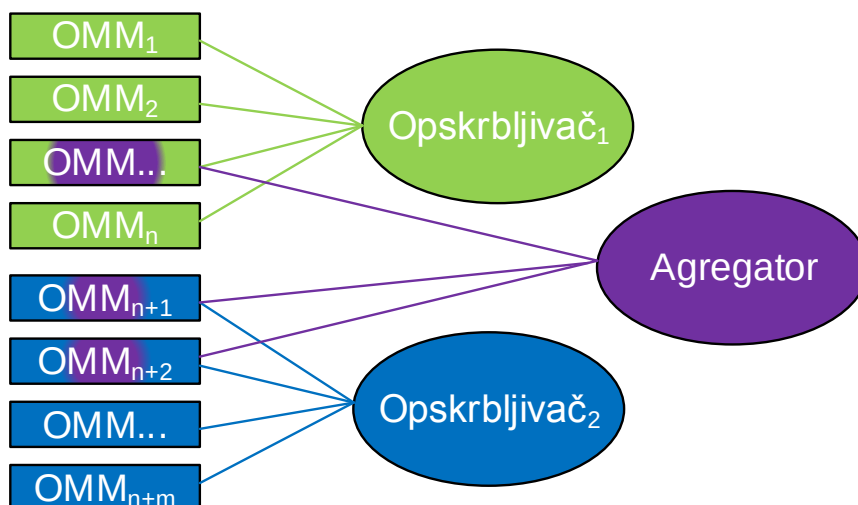
Uvođenje agregatora kao novog tržišnog sudionika usložnjava postupak obračuna odstupanja. Pritom su općenito mogući modeli da je uloga agregatora i opskrbljivača jedinstvena, da agregator i opskrbljivač bilateralno sravnjuju i naplaćuju troškove odstupanja, da agregator bude odgovoran za odstupanje i da agregator ne bude odgovoran za odstupanje.

U CEP-u je u [1] predviđeno je da su tržišni sudionici koji obavljaju funkciju agregacije odgovorni za odstupanje. Osim toga, neovisnom agregatoru se može propisati obveza nadoknade troškova bilančnim grupama ili opskrbljivačima kojima je, ugovaranjem fleksibilnosti s aktivnim krajnjim kupcima koje opskrbljuju opskrbljivači iz tih bilančnih grupa, uzrokovao odstupanje, slika 2. Pritom takva kompenzacija ne smije biti prepreka provođenju fleksibilnosti putem neovisnog agregatora. Ako nije predviđeno da agregator nadoknađuje troškove bilančnim grupama, moguće je i uređenje tržišta na način da krajnji kupac prije sklapanja ugovora s agregatorom, treba dobiti pristanak svog opskrbljivača.



Slika 2. Tokovi energije i naplata kod pružanja usluge odziva potrošnje, [15]

Agregacija kao nova funkcija na tržištu električne energije usložnjava postupak izračuna ostvarenja i obračuna odstupanja bilančnim grupama. Obračunsko mjerno mjesto (OMM) pojedinog krajnjeg kupca sada može biti pridijeljeno dvjema bilančnim grupama, u ovisnosti o bilančnoj pripadnosti opskrbljivača koji opskrbljuje krajnjeg kupca i agregatora s kojim je krajnji kupac sklopio ugovor o odzivu potrošnje, slika 3.



Slika 3. Jedno OMM pridijeljeno dvjema tržišnim sudionicima, [15]

3. SPREMNICI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Usluge spremnika električne energije (dalje: SEE) u elektroenergetskom sustavu podrazumijevaju konverziju određene količine električne energije u vid energije koji se može pohraniti u SEE i koja se kasnije pretvorbom u električnu energiju opet može vratiti u elektroenergetski sustav.

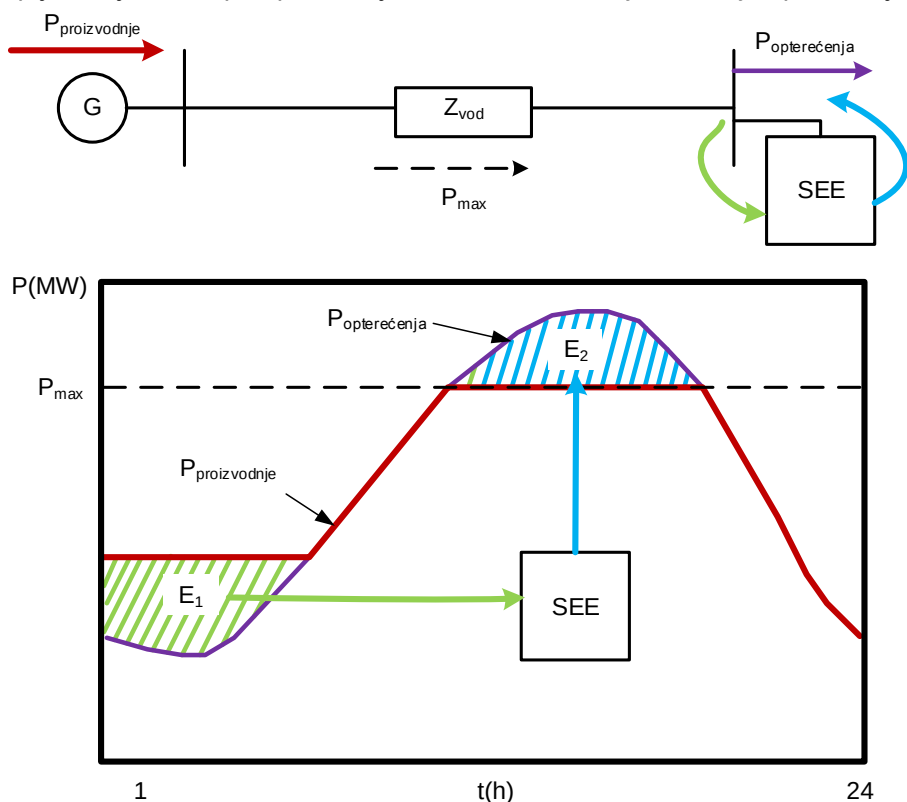
SEE-i su sve prisutniji u distribucijskim mrežama. U [11] se navodi kako su u distribucijskim mrežama instalirane baterije od 2 kW do 6 MW kapaciteta od 800 Wh do 28 MWh.

Korištenjem SEE-a moguće je poboljšati učinkovitost pogona distribucijske mreže i odgoditi potrebu za kapitalnim investicijama u mrežu. SEE-i se priključuju na distribucijsku mrežu putem pretvarača koji mogu osiguravati radnu i jalovu energiju vrlo brzog odziva. Zbog toga su SEE-i jedan od ključnih komponenata za korištenje fleksibilnosti i omogućavanje veće integracije OIEIK u elektroenergetski sustav.

SEE se u distribucijskoj mreži primjerice mogu koristiti za sljedeće svrhe:

- regulaciju frekvencije u mikro-mreži koja radi u izoliranom pogonu od distribucijske mreže,
- omogućavanje veće integracije OIEIK u mrežu pružanjem pomoćnih usluga operatoru prijenosnog sustava,
- otklanjanje zagušenja/ograničenja (strujnih i naponskih) u distribucijskoj mreži uzrokovanih distribuiranom proizvodnjom, optimalnim lociranjem i strategijom punjenja i pražnjenja,
- izravnavanje krivulje opterećenja i poboljšanje koeficijenta iskorištenja distribucijske infrastrukture te
- otklanjanje potrebe za kapitalnim investicijama u distribucijsku mrežu preuzimanjem i vraćanjem električne energije koja bi preopteretila termički kapacitet voda.

Na slici 4. prikazana je koncepcija korištenja SEE-a koji preuzima višak proizvedene električne energije tijekom nižeg opterećenja voda i koji spremljenu energiju vraća u mrežu tijekom vršnog opterećenja, sprječavajući tako preopterećenje mreže, izravnavanjem krivulje opterećenja.



Slika 4. Koncepcija rada SEE za izravnavanje krivulje opterećenja, [11]

Korištenje SEE-a naročito dolazi do izražaja u slučajevima viška proizvedene električne energije iz OIEK, pogotovo noću iz vjetroelektrana, kada je potreba za električnom energijom i veleprodajna cijena električne energije niska (povremeno jednaka nuli). Na taj način povećava se i društvena korist od proizvedene energije iz OIEK koja se može pohranjivati i kasnije koristiti, umjesto da se prodaje u bescjenje, pritom još stvarajući poteškoće elektroenergetskom sustavu. SEE tako donosi nove mogućnosti na tržište električne energije i predstavlja tehnologiju kojom je moguće ublažiti posljedice nestalne proizvodnje električne energije iz OIEK na elektroenergetsku mrežu i koja omogućuje povećanje faktora opterećenja elektroenergetske mreže i čitavog sustava.

SEE-i mogu biti ugrađeni centralno, u vidu većih jedinica na mreži prijenosa ili mogu biti disperzirani u distribucijskoj mreži srednjeg ili niskog napona, u blizini distribuirane proizvodnje, OIEK-a i potrošača na krajevima izvoda. SEE-ove može nadzirati ODS putem DMS-a (engl. Distribution Management System) u svrhu regulacije i koordinacije napona, upravljanja potrošnjom te lokalnog uravnoteženja potrošnje i proizvodnje. SEE instaliran u susretnoj transformatorskoj stanici 110/x kV može pružati pomoćne usluge OPS-u. SEE-ovi mogu biti ugrađeni i u postrojenjima i instalacijama korisnika mreže kao podrška vlastitoj proizvodnji, kao pričuvno napajanje te mogu sudjelovati u odzivu potrošnje i fleksibilnosti.

CEP u prijedlogu [1] propisuje kako ODS-u neće biti dopušteno posjedovanje, razvoj, i upravljanje spremnicima električne energije. Navedeno se, uz regulatorno odobrenje, neće odnositi na spremnike energije koji su sastavni dijelovi distribucijske mreže, uz zadovoljenje propisanih uvjeta.

Prvi uvjet je da su spremnici energije kao sastavni dijelovi distribucijske mreže neophodni ODS-u za održavanje sigurnog i pouzdanog pogona distribucijske mreže i da se ne koriste za kupnju i prodaju električne energije na veleprodajnom tržištu električne energije i na tržištu električne energije uravnoteženja.

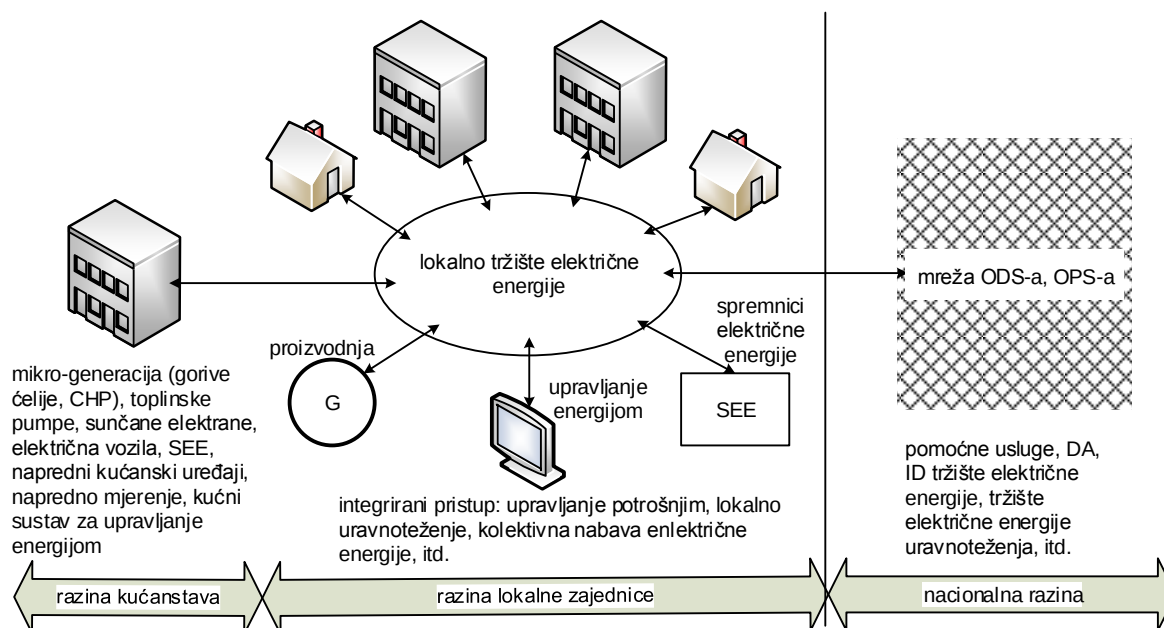
Drugi uvjet je da se natječajem na razini zemlje članice utvrdi kako nema zainteresirane strane za posjedovanje, razvoj, i upravljanje spremnicima električne energije. Pritom bi se najmanje svakih pet godina trebala provoditi rasprava sa zainteresiranom javnošću kako bi se utvrdilo zanimanje tržišnih sudionika za ulaganje u SEE. U slučaju da se nakon provedenog javnog savjetovanja odustane od rješenja da ODS posjeduje, razvija ili upravlja SEE-ima, potrebno mu je nadoknaditi preostalu vrijednost investicije u infrastrukturu.

4. LOKALNA ENERGETSKA ZAJEDNICA

Lokalna energetska zajednica (dalje: LEZ) zamišljena je kao vid osnaživanja uloge aktivnih krajnjih kupaca kojima se omogućuje udruživanje u svrhu ostvarivanja ekonomske ili energetske koristi.

Neki od vidova LEZ-ova mogu biti lokalni servisi za krajnje kupce, poput savjetovanja o energetske učinkovitosti i kolektivne promjene opskrbljivača, lokalna proizvodnja električne energije u svrhu samoopskrbe, mikro-mreža (engl. *micro-grid*) koja sadrži distribuiranu proizvodnju i krajnje kupce i koja se može smatrati jednim korisnikom mreže u pogledu tržišta i priključenja na mrežu i koja može funkcionirati autonomno od distribucijske mreže, virtualne elektrane (engl. *Virtual Power Plants*, VPP) kod kojih se proizvodnja, spremnici energije i potrošnja više aktivnih krajnjih kupaca može agregirati i njima jedinstveno upravljati, itd.

Na slici 5. prikazana je jedna od mogućih koncepcija LEZ-a čiji članovi mogu biti od blokova kućanstava pa sve do lokalne zajednice. Na razini lokalne zajednice moguć je integrirani pristup upravljanja potrošnjom, lokalno uravnoteženje potrošnje i proizvodnje, kolektivna nabava električne energije, itd.



Slika 5. Funkcije i koncepcija LEZ-a

CEP-om je u [1] LEZ definiran kao pravna osoba čiji se članovi udružuju i sudjeluju na dobrovoljnoj i otvorenoj osnovi. Članovi LEZ-a mogu biti krajnji kupci i lokalne zajednice. Djelatnosti LEZ-a mogu biti proizvodnja električne energije, distribucija električne energije, agregacija, pružanje usluga spremnika energije, itd. Krajnji kupci mogu se dobrovoljno uključivati ili izlaziti iz LEZ-a bez gubitka prava na priključak na mrežu kojom upravlja LEZ. Također je predviđeno da članovi LEZ-a zadržavaju sva prava i dužnosti kao i ostali aktivni krajnji kupci i korisnici mreže, što uključuje i mogućnost promjene opskrbljivača, a što usložnjava postupke razmjene podataka između LEZ-a i ODS-a.

Prijedlog uvođenja LEZ-a izazvao je dosta dvojbi. Naime, iako je tržište električne energije zasnovano na odvajanju reguliranih (mrežnih) i nereguliranih (opskrba, trgovina) djelatnosti, LEZ-u bi se dopustile se obje vrste aktivnosti. LEZ koji ne bi imao mrežu, djelovao bi kao agregator proizvodnje, krajnjih kupaca, aktivnih krajnjih kupaca, itd. Međutim, LEZ-u bi bilo dopušteno i posjedovanje i vođenje vlastite distribucijske mreže ili ugovaranje usluge vođenja distribucijske mreže s ODS-om te pristup maloprodajnom i veleprodajnom tržištu električne energije.

Zemljama članicama se prepušta mogućnost da se LEZ smatra ODS-om u režimu kao i operator zatvorenog distribucijskog sustava sa svim obvezama ODS-a.

Nove koncepcije kao što su LEZ, energetske zajednice obnovljivih izvora i zatvoreni distribucijski sustavi dodatno usložnjavaju ionako složeno tržište električne energije. Kako bi se izbjegle nedoumice u njihovoj primjeni, bit će potrebna dosljedna i jasna provedba u nacionalnom zakonodavnom okviru. Pritom treba zadovoljiti načelo ravnopravnog pristupa mreži, što znači da korisnici i članovi LEZ-a trebaju snositi iste troškove korištenja mreže i elektroenergetskog sustava kao i ostali korisnici distribucijske mreže izvan LEZ-a.

Nadalje, masovnija pojava LEZ-ova može dovesti i do pitanja ravnopravnosti razdiobe tereta naknade za korištenje mreže između korisnika mreže koji su unutar LEZ-a i ostalih. Naime, dok će si članovi LEZ-a smanjiti troškove za korištenje distribucijske mreže pokrivanjem vlastite potrošnje proizvodnjom unutar LEZ-a, ostatak korisnika distribucijske mreže snosit će povećane troškove financiranja rada distribucijske mreže.

Osim navedenog, posebna pitanja su regulatorni nadzor, postupak priključenja na mrežu LEZ-a, naknade za korištenje mreže LEZ-a, osiguravanja kvalitete opskrbe električnom energijom unutar mreže LEZ-a te postupci pravne zaštite korisnika LEZ-a u slučajevima kada LEZ prestane postojati, itd.

Također, pri uvođenju LEZ-a u nacionalno zakonodavstvo trebalo bi izbjeći redundanciju i natjecanje između LEZ-a i DSO-a, imajući u vidu monopolsku prirodu distribucijske djelatnosti i besmisao postojanja više distribucijskih mreža na istom području.

CEER u [12] u pogledu LEZ-ova smatra kako je neophodno sačuvati prava krajnjih kupaca članova LEZ-a. LEZ-ovi trebaju upravljati mrežama samo u slučajevima kada to nema negativan utjecaj na krajnje kupce. Pritom nacionalne regulatorne agencije trebaju imati nadležnost u određivanju i nadzoru ispunjavanja uvjeta pod kojima LEZ-ovi mogu posjedovati i upravljati mrežom.

5. POMOĆNE USLUGE U DISTRIBUCIJSKOM SUSTAVU I KOORDINACIJA OPERATORA SUSTAVA

Pomoćne usluge elektroenergetskom sustavu mogu se podijeliti na pomoćne usluge koje služe za održavanje i regulaciju frekvencije u sustavu, pomoćne usluge koje služe za održavanje i regulaciju napona mreže, pomoćne usluge koje se odnose na ponovnu uspostavu pogona sustava kao što su pokretanje proizvodne jedinice bez vanjskog napajanja (crni start) i raspoloživost proizvodne jedinice za otočni pogon te ostale pomoćne usluge poput upravljanja zagušenjima/ograničenima (engl. Constraints Management) u distribucijskoj mreži, kao što su termička operativnost voda i padovi napona korištenjem fleksibilnosti.

Pomoćne usluge za održavanje frekvencije odnose se na sposobnost proizvodnog postrojenja ili krajnjeg kupca na promjenu predane ili preuzete radne snage u svrhu održavanje frekvencije u sustavu u zadanim granicama odstupanja od 50Hz.

Postoje tri razine pomoćnih usluga za održavanje i regulaciju frekvencije. Primarna regulacija stabilizira frekvenciju sustava nakon poremećaja u vremenu od nekoliko sekundi, ali ne vraća frekvenciju sustava i snagu razmjene na referentne vrijednosti. Za primarnu regulaciju koriste se rezerve snage za održavanje frekvencije (engl. Frequency Containment Reserves, dalje: FCR) koje se mogu aktivirati unutar 30 sekundi. Sekundarna regulacija je centralizirana funkcija čija uloga je uravnoteženje regulacijskog područja ili regulacijskog bloka, održavanje i regulacija frekvencije sustava na zadanoj razini od 50 Hz te održavanje snage razmjene susjednih regulacijskih područja u okvirima programa razmjene tako osiguravajući da puna rezerva primarne regulacije bude oslobođena za ponovnu aktivaciju. Za sekundarnu regulaciju koriste se rezerve za ponovnu uspostavu frekvencije (engl. Frequency Restoration Reserves, dalje: FRR) čije vrijeme aktivacije je obično od 30 sekundi do 15 minuta. FRR se obično aktiviraju automatski (aFRR) ili ručno (mFRR). Tercijarna regulacija je bilo koja promjena (automatska ili ručna) radne točke proizvodne jedinice kako bi se oslobodile rezerve za sekundarnu regulaciju. Za tercijarnu regulaciju koriste se zamjenske rezerve (engl. Replacement Reserves, dalje: RR) čije vrijeme aktivacije je obično od nekoliko minuta do nekoliko sati.

Također, postoje i tri razine pomoćnih usluga za održavanje i regulaciju napona u ovisnosti o vremenu, mjestu i opsegu aktivacije, [8]. Primarna regulacija napona je automatska funkcija koja se aktivira na mjestu predaje/preuzimanje električne energije korisnika mreže u vremenskom okviru od nekoliko milisekundi od registracije odstupanja napona od postavljene radne točke. Primarna regulacija napona traje do jedne minute. Sekundarna regulacija napona održava napon u zadanim čvorovima mreže koordinacijom više izvora jalove snage u razmatranom dijelu mreže. Kada je napon u promatranim čvorovima izvan zadanog opsega, dispečer promjenom radne točke regulatora popravljajući naponski profil. Sekundarna regulacija napona traje od jedne do nekoliko minuta. Tercijarna regulacija napona djeluje na razini čitavog sustava u vremenskom razdoblju od 10 do 30 minuta. Svrha tercijarne regulacije napona je optimalizacija vođenja mreže minimiziranjem gubitaka, održavajući zahtijevani iznos napona.

U [5] se navodi kako, za sada, ODS u pravilu ne nabavlja pomoćne usluge (nisu definirane/standardizirane), a OPS obično ne nabavlja pomoćne usluge od korisnika priključenih na distribucijsku mrežu. Međutim, u skoroj budućnosti korisnici priključeni na distribucijsku mrežu pružat će pomoćne usluge, kako ODS-u tako i OPS-u. Zbog povećane integracije OIEIK dolazi i do povećanih potreba za postojećim pomoćnim uslugama (npr. pomoćne usluge za održavanje i regulaciju frekvencije u sustavu te energija za uravnoteženje EES). Također, javljaju se neke nove vrste pomoćnih usluga, npr. sintetička/umjetna inercija za održavanje frekvencije, brza predaja jalove energije u mrežu – potpora naponu mreže; otočni pogon – ponovna uspostava napajanja. U pogledu upravljanja pružanjem pomoćnih usluga, u [5] se navodi nužnost koordinacije platformi za pružanje pomoćnih usluga ODS-u i OPS-u korisnika priključenih na mrežu ODS-a. Primjerice, pomoćne usluge za FCR, FRR i RR ili za otklanjanje zagušenja u prijenosnoj mreži mogu dovesti do prekoračenja ograničenja termičke opteretivosti komponenata distribucijske mreže ili loših naponskih okolnosti u distribucijskoj mreži. U tom smislu, OPS ne bi trebao izravno aktivirati pomoćne usluge korisnika priključenih na distribucijsku mrežu. Također, u slučaju da OPS i ODS ugovore pružanje pomoćne usluge od istog korisnika, u slučaju

aktivacije pomoćne usluge od strane ODS-a, OPS bi trebao imati informaciju da je kapacitet tog korisnika neraspoloživ za pružanje pomoćne usluge OPS-u.

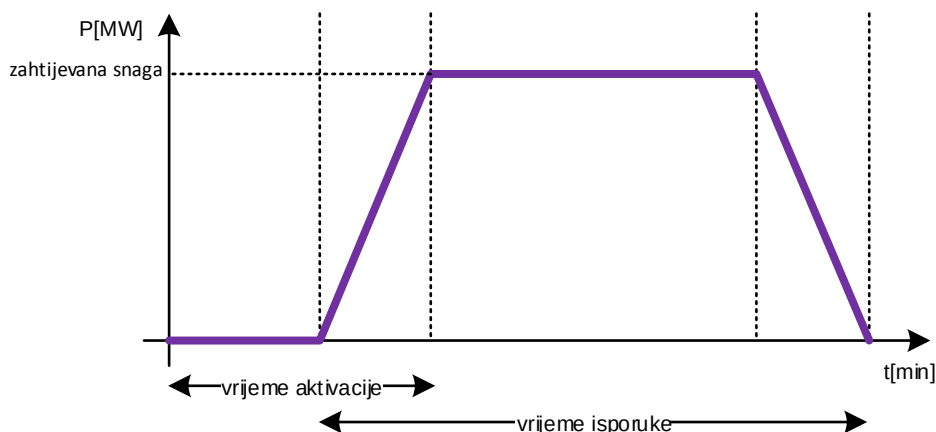
CEP u [1] predviđa kako ODS u suradnji s OPS-om donosi pravila o pomoćnim uslugama u distribucijskom sustavu. Pritom, uvjeti i tarife za pružanje pomoćnih usluga trebaju biti nediskriminirajući, razvidni i troškovno učinkoviti. U pravilu, ODS treba nabavljati nefrekvencijske pomoćne usluge distribucijskom sustavu na tržišni način, osim ako regulator ne procijeni da tržišni način nabave nije troškovno učinkovit, odnosno ako bi uzrokovao veće troškove. Nefrekvencijske pomoćne usluge u distribucijskom sustavu koje se navode u [1] su usluge spremnika energije te regulacija napona i jalove snage. Obveza nabave nefrekvencijskih pomoćnih usluga na tržišni način ne odnosi se na uređaje za pružanje pomoćnih usluga koji su sastavni dijelovi distribucijske mreže. Pomoćne usluge trebale bi se nabavljati uz sudjelovanje svih kvalificiranih korisnika mreže, uključujući i OIEiK, korisnike koji pružaju odziv potrošnje, spremnike energije i agregatore. Pritom, regulator i ODS trebaju, u suradnji s OPS-om i ostalim tržišnim sudionicima, odrediti tehničke uvjete za sudjelovanje na tržištu pomoćnih usluga, uvažavajući tehničke zahtjeve koje uvjetuju potrebe za pomoćnim uslugama i sposobnosti pružanja pomoćnih usluga svih tržišnih sudionika. ODS i OPS također trebaju surađivati u pogledu osiguravanja aktivnog sudjelovanja korisnika mreže na maloprodajnom, veleprodajnom tržištu te na tržištu električne energije uravnoteženja.

Isporuka električne energije uravnoteženja iz izvora smještenih u distribucijskoj mreži usuglašava se između ODS-a i OPS-a na način propisan u [3] gdje je predviđeno da OPS i ODS surađuju u pogledu pogona elektrana i odzivu potrošnje te koordiniranom pristupu distribuiranoj proizvodnji, spremnicima energije i odzivu potrošnje koji mogu poslužiti potrebama oba operatora. Također se propisuje suradnja OPS-a i ODS-a kako bi se korisnicima mreže u distribucijskom sustavu omogućilo pružanje pomoćnih usluga rezerve djelatne snage. Propisuju se pretkvalifikacijski postupci, uvjeti razmjene informacija i uvjeti pružanja usluga za pružatelje usluge rezerve snage FCR, FRR i RR. Najvažnije informacije koje se razmjenjuju su razina napona i mjesta priključenja jedinica, vrsta rezervi, maksimalni kapacitet rezerve i maksimalna brzina promjene djelatne snage. Pritom treba navesti da su propisi [1] i [2] prijedlozi, dok je propis [3] stupio na snagu u rujnu 2017. Navedeno znači da ODS i OPS trebaju pretkvalifikacijske postupke za pružatelje usluge rezerve snage pripremiti i objaviti najkasnije 12 mjeseci nakon stupanja na snagu propisa [3], tj. do rujna 2018. godine.

U Hrvatskoj su u Mrežnim pravilima prijenosnog sustava („Narodne novine“, broj 67/17) definirane sljedeće pomoćne usluge operatoru prijenosnog sustava: rezerva snage za automatsku sekundarnu regulaciju frekvencije i snagu razmjene, rezerva snage za tercijarnu regulaciju za uravnoteženje elektroenergetskog sustava, rezerva snage za tercijarnu regulaciju za sigurnost elektroenergetskog sustava, regulacija napona i jalove snage proizvodnjom ili potrošnjom jalove energije, kompenzacijski rad za potrebe regulacije napona i jalove snage, raspoloživost pokretanja proizvodne jedinice bez vanjskog napajanja, pokretanje proizvodne jedinice bez vanjskog napajanja, raspoloživost proizvodne jedinice za otočni pogon i isporučena energija u otočnom pogonu.

Procijenjene potrebe za pomoćnim uslugama u 2018. godini Hrvatskog operatora prijenosnog sustava u pogledu uravnoteženja za rezervu snage za automatsku sekundarnu regulaciju frekvencije i snagu razmjene iznose prosječno $\pm 56,81$ MW po satu. Za rezervu snage za tercijarnu regulaciju za uravnoteženje elektroenergetskog sustava potrebe iznose ± 120 MW, dok za tercijarnu regulaciju za sigurnost elektroenergetskog sustava procijenjene su potrebe $+150$ MW po satu. U skladu sa Zakonom o tržištu električne energije do uspostave tržišta pomoćnih usluga, cijene njihovog pružanja određuju se Metodologijom za određivanje cijena za pružanje pomoćnih usluga koju je donio operator prijenosnog sustava, uz prethodnu suglasnost Agencije. HOPS je odredio potrebe za tim uslugama i ugovorio njihovo pružanje s HEP-Proizvodnjom.

HOPS je pokrenuo i pilot projekt s ciljem analize i kvantifikacije mogućnosti pružanje pomoćne usluge tercijarne regulacije za sigurnost elektroenergetskog sustava upravljivom potrošnjom krajnjih kupaca na prijenosnoj mreži. U tom smislu HOPS će objaviti javni poziv krajnjim kupcima s upravljivom potrošnjom, provest će postupak provjere sposobnosti pružanja pomoćne usluge. Predajom naloga za aktivacijom rezerve tercijarne regulacije od pružatelja usluge zahtijeva se smanjenje radne snage regulacijskih jedinica unutar ugovorene zahtijevane rezerve snage. Na slici 6. prikazan je primjer potrebnih značajki i brzine odziva pružatelja pomoćne usluge (smanje snage krajnjeg kupca ekvivalentno je povećanju proizvodnje proizvođača). U tijeku je definiranje proizvoda koje bi bilo prilagođeno krajnjim kupcima - vrijeme aktivacije je do 15 minuta, trajanje aktivacije do 2 sata, a vrijeme između dvije aktivacije je najmanje 24 sata.



Slika 6. Značajke proizvoda pružanja pomoćne usluge tercijarne regulacije za sigurnost elektroenergetskog sustava

U pogledu pružanja pomoćnih usluga korisnika distribucijske mreže na tržištu električne energije u Republici Hrvatskoj, u [5] su prepoznata otvorena pitanja poput prepoznavanja pružatelja pomoćnih usluga, koje usluge se mogu pružati i nabavljati lokalno za ODS, a koje za potrebe OPS-a i elektroenergetskog sustava odnosno tržišta, procjene sposobnosti različitih tehnologija za pružanje pomoćnih usluga, sposobnosti sudjelovanja distribuirane proizvodnje u pružanju pomoćnih usluga, troškova organiziranja tržišta pomoćnih usluga, infrastrukturnih zahtjeva, posebno komunikacijske tehnologije te naposljetku vrednovanja pružanja pomoćnih usluga. Na navedena pitanja vrlo brzo trebat će odgovoriti zakonodavnim okvirom i koncepcijom odgovarajućeg poticanja korištenja pomoćnih usluga u distribucijskoj mreži.

6. FLEKSIBILNOSTI U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

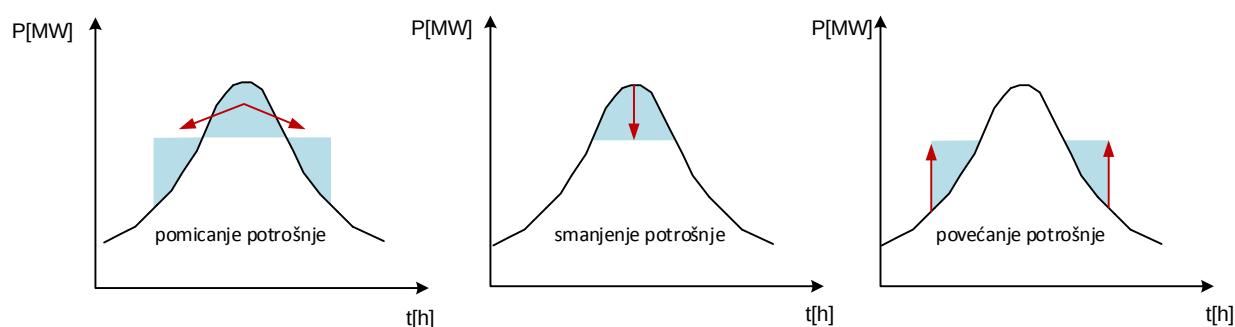
Na pojedinačnoj razini fleksibilnost je promjena proizvodnje ili potrošnje električne energije proizvođača ili krajnjeg kupca potaknuta cjenovnim poticajem ili izravnom aktivacijom u svrhu pružanja usluge elektroenergetskom sustavu, [6]. Parametri koji određuju fleksibilnost su količina, trajanje i brzina promjene snage, brzina odziva na poticaj, lokacija, itd. Fleksibilnost mogu pružati proizvođači i krajnji kupci električne energije, npr. CCGT (engl. *Combined Cycle Gas Turbine*) elektrane, industrijski i komercijalni krajnji kupci, agregirana kućanstva, distribuirana proizvodnja, spremnici energije, itd. Fleksibilnost je povezana s velikim brojem pojmova koji uključuju odziv potrošnje, upravljanje potrošnjom, fleksibilnu proizvodnju i spremnike energije. Usluge fleksibilnosti potrebne su elektroenergetskom sustavu zbog povećavanja udjela neupravljivih postrojenja za proizvodnju električne energije (sunčane elektrane i vjetroelektrane) koji dovode do nepredvidljivosti na tržištu električne energije i u vođenju elektroenergetskog sustava. Također, pojava novih trošila, kao što su punionice električnih vozila i dizalice topline, protočni bojleri, mogu dovesti do značajnog porasta vršnog opterećenja i preopterećenja dijelova distribucijske mreže te do potrebe za ulaganjima u izgradnju distribucijske mreže. Iako fleksibilnost neće zamijeniti potrebu za klasičnim investicijama, fleksibilnošću je moguće ublažiti vršno opterećenje sustava i dijelova mreže te tako odgoditi potrebu za ulaganjima u distribucijsku mrežu i proizvodna postrojenja u sustavu.

Primjerice, švedski regulator je u [9] predložio paket mjera koje mogu unaprijediti fleksibilnost krajnjih kupaca električne energije. Istražene su prepreke za pružanje fleksibilnosti i predložen je akcijski plan za njihovo uklanjanje. Istaknuto je kako moraju postojati jasni poticaji za agregatore, opskrbljivače i operatore sustava za korištenje fleksibilnosti. Prepreke za korištenje fleksibilnosti su slab interes i neosvijestjenost krajnjih kupaca te nedostatak tehničkih pretpostavki za pružanje usluge fleksibilnosti.

Aktivna uloga krajnjih kupaca važna je kako bi se omogućila fleksibilnosti na strani potrošnje. U tom smislu, krajnjim kupcima je potrebno objasniti što im omogućuje novi model tržišta električne energije, moraju imati pristup svojim podacima o potrošnji, potrebno ih je poticati na pravi način i omogućiti im sudjelovanje na tržištu, samostalno ili putem agregatora. Fleksibilnost na strani potrošnje može koristiti opskrbljivačima za optimiranje svoje tržišne pozicije, operatoru distribucijskog sustava da odgodi ili izbjegne ulaganja u pojačanje mreže, a operatoru prijenosnog sustava u svrhu uravnoteženja sustava.

Vrijednost fleksibilnosti koja bi se nudila na veleprodajnom tržištu ovisi o njenoj primjeni. Primjerice na tržištu dan unaprijed (DA) vrijednost fleksibilnosti povezana je sa iznosom cijena električne energije i razlikom u cijeni po satima trgovanja. Na tržištu unutar dana (ID) vrijednost fleksibilnosti ovisi o razlici u cijeni između ID i DA tržišta. Navedeno ovisi i o količini električne energije kojom se trguje na kratkoročnoj (DA i ID) razini. Ako kratkoročno tržište nije likvidno, vrijednost fleksibilnosti neće doći do punog izražaja u pogledu sudjelovanja na veleprodajnom tržištu. Vrijednost fleksibilnosti koja se koristi u svrhu uravnoteženja sustava ovisi o cijeni na tržištu pomoćnih usluga. U slučaju pružanja usluga operatoru distribucijskog sustava, vrijednost fleksibilnosti ovisi o tarifnom modelu i pripadajućoj naknadi za korištenje mreže krajnjem kupcu s mogućnošću odziva potrošnje. Opskrbljivači električnom energijom mogu krajnjim kupcima nuditi ugovore sa satno promjenljivim cijenama kako bi oni mogli uskladiti svoju potrošnju s cjenovnim signalima na veleprodajnom tržištu.

Prema [9], postoji nekoliko vrsta fleksibilnosti u pogledu odziva potrošnje: pomicanje potrošnje električne energije u vremenu, smanjenje potrošnje električne energije u određenom vremenskom razdoblju i povećanje potrošnje u određenom vremenskom razdoblju, slika 7.



Slika 7. Nekoliko vrsta fleksibilnosti u pogledu odziva potrošnje, [9]

Pomicanje potrošnje električne energije obično mogu pružati krajnji kupci koji koriste električnu energiju za grijanje, punjenje električnih vozila ili pogon kućanskih aparata (primjerice perilica ili termoakumulacionog grijanja), odnosno za sve aktivnosti koje se ne mogu izbjeći, ali se mogu odgoditi. Fleksibilnost u smislu smanjenja potrošnje obično pružaju krajnji kupci električne energije iz kategorije poduzetništvo (industrija) koji imaju energetske intenzivnu proizvodnju i koji mogu odabrati smanjenje proizvodnje u trenucima kada je cijena električne energije previsoka.

U okviru CEP-a u [1] je predviđena obveza uspostave regulatornog okvira koji će poticati ODS u korištenju fleksibilnosti i otklanjanja zagušenja/ograničenja komponenata mreže u cilju poboljšanja učinkovitosti pogona i razvoja distribucijske mreže. Posebno se predviđa omogućavanje fleksibilnosti distribuirane proizvodnje i spremnika energije čija svrha je odgađanje ili uklanjanja potrebe pojačavanja dijelova distribucijske mreže zbog porasta opterećenja.

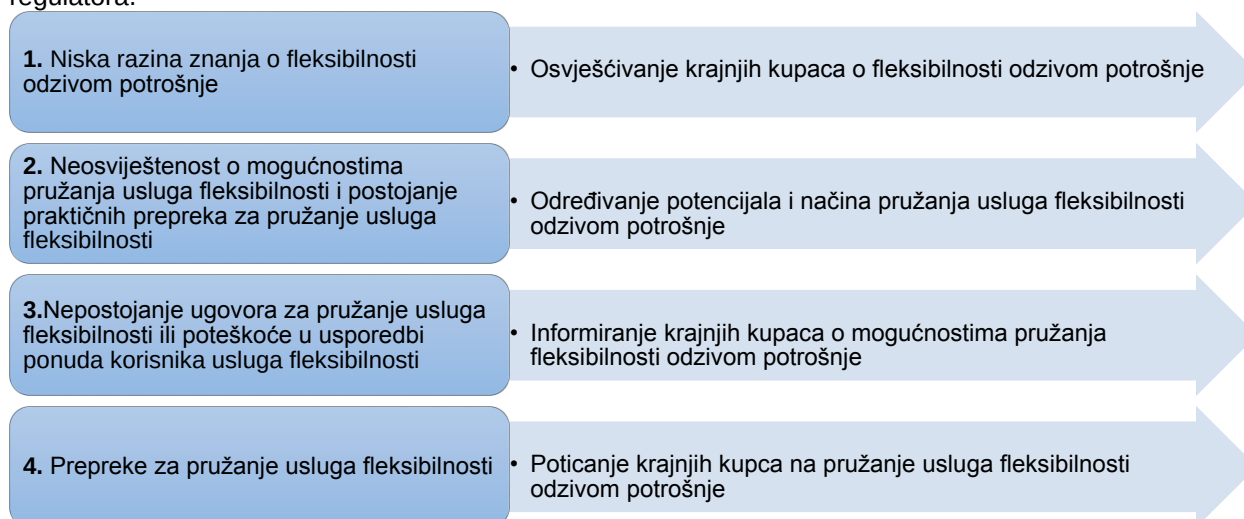
Prema [1] ODS treba u suradnji s OPS-om odrediti pravila za pružanje fleksibilnosti koja će odobriti regulator. Pravila trebaju osigurati učinkovito i ravnopravno sudjelovanje svih sudionika na tržištu električne energije, uključujući OIEiK, odziv potrošnje, spremnike energije i agregatore. Nadalje, ODS i OPS trebaju razmjenjivati sve potrebne informacije te koordinirati optimalno korištenje izvora fleksibilnosti. Regulatornim okvirom ODS-u je potrebno osigurati pokrivanje troškova fleksibilnosti, uključujući i ostale troškove kao što su troškovi informacijske tehnologije i troškovi ostale potrebne infrastrukture. Planovi razvoja distribucijske mreže trebat će sadržavati potrebe za fleksibilnošću na srednjoročnoj i dugoročnoj razini. U planovima će se posebno opisati potrebe za priključenje novih proizvodnih objekata, uključujući i infrastrukturu za punionice, kao i korištenje odziva potrošnje, energetske učinkovitosti, spremnika energije i ostalih mogućnosti kao alternativa izgradnji i širenju distribucijske mreže.

EU regulatori podržavaju model tržišta koje omogućuje sudjelovanje svih izvora fleksibilnosti. Kako bi se osigurala razvidnost, bitno je da ODS nepristrano obavlja svoju ulogu u pogledu provedbe fleksibilnosti.

Pretpostavke za dodatno uvođenje fleksibilnosti na hrvatsko tržište električne energije su odgovarajući podzakonski akti, pravila organiziranja tržišta električne energije, odgovarajući tarifni modeli, ICT tehnologija i standardi te sustav naprednog mjerenja i napredni uređaji. U tom smislu i u Hrvatskoj bi

se trebala istražiti mogućnosti i potreba za pružanjem fleksibilnosti na tržištu električne energiji te korištenje fleksibilnosti uvođenjem navedenih pretpostavki.

Na slici 8. prikazane su prepreke i plan aktivnosti za dodatno uvođenje fleksibilnosti švedskog regulatora.



Slika 8. Prepreke za uvođenje i plan aktivnosti švedskog regulatora za promoviranje fleksibilnosti, [9]

7. INTEGRACIJA ELEKTROMOBILNOSTI U DISTRIBUCIJSKU MREŽU

U nadolazećem razdoblju očekuje se znatno povećanje broja električnih vozila što može imati utjecaj na pogon srednjonaponskih i niskonaponskih mreža. Na trend uvođenja električnih vozila utjecat će povećanje kapaciteta baterije vozila i smanjenje potrebnog vremena za njezino punjenje. Pojava električnih vozila predstavlja izazov u pogledu dizajna tržišta električne energije, elektroenergetskog sustava i distribucijske mreže, pogotovo zbog mogućeg velikog porasta opterećenja mreže.

U pogledu lokacije punionica električnih vozila moguća su rješenja: unutar instalacija korisnika mreže te javnim površinama. Sa stanovišta distribucijske mreže moguća je pojava punjenja električnih vozila u niskonaponskoj mreži, u stambenim četvrtima i četvrtima gdje je smješteno malo ili srednje poduzetništvo. Za očekivati je da će se većina punjenja električnih vozila odvijati unutar instalacija korisnika mreže. Ako svi korisnici nekontrolirano započnu punjenje električnih vozila, primjerice nakon dolaska s posla, moguća je visoka istodobnost punjenja električnih vozila, pri čemu može doći do zagušenja/ograničenja (strujnih i naponskih) u distribucijskoj mreži. Pritom posebnu pozornost treba obratiti na masovniju pojavu mjesta za punjenje normalne i srednje snage od 3,7 do 22 kW unutar instalacija korisnika mreže, budući da ih je moguće integrirati u okviru postojeće priključne snage krajnjeg kupca. Kako je utjecaj punjenja električnih vozila na vršno opterećenje sustava značajno veći nego na volumen isporučene električne energije, neke od navedenih poteškoća mogu se riješiti strategijom punjenja električnih vozila u vrijeme izvan vršnog opterećenja što zahtijeva korištenje sustava naprednog mjerenja i naprednih mreža.

Baterije električnih vozila mogu se koristiti i kao izvor fleksibilnosti sustava na isti način kao spremnici električne energije čime se može postići veća integracija OIE

U [1] se predviđa obveza osiguravanja regulatornog okvira za priključenje javnih i privatnih punionica električnih vozila na distribucijsku mrežu. Pritom će ODS surađivati na ravnopravnoj osnovi sa subjektima koji posjeduju, razvijaju i upravljaju punionicama električnih vozila u pogledu priključenja na distribucijsku mrežu.

U pravilu, ODS-u neće biti dozvoljeno posjedovanje, razvoj ili upravljanje punionicama električnih vozila, osim u svrhu punjenja vlastitih vozila. Međutim, kao izuzetak od prethodno navedenog, ODS-u će se moći dopustiti posjedovanje, razvoj ili upravljanje punionicama električnih vozila ako se nitko drugi nije javio na javno nadmetanje za posjedovanje, razvoj ili upravljanje punionicama električnih vozila, čije je uvjete odredio regulator te uz uvjet da ODS ne diskriminira ostale korisnike mreže u korist subjekata koji su s njim povezani. Ako se primijeni navedeni izuzetak, najmanje svakih pet godina treba provesti javno savjetovanje kako bi se ustanovio mogući interes treće strane za posjedovanje, razvoj ili upravljanje punionicama električnih vozila. U slučaju da se nakon provedenog javnog savjetovanja odustane od

rješenja da ODS posjeduje, razvija ili upravlja punionicama električnih vozila, potrebno mu je nadoknaditi preostalu vrijednost investicije u infrastrukturu za punionice električnih vozila.

U Republici Hrvatskoj pitanje punionica električnih vozila regulirano je u Zakonom o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, [16], kojim se utvrđuju minimalni zahtjevi za izgradnju infrastrukture za punjenje električnih vozila. Zakonom je propisana obveza korištenja naprednog sustava mjerenja, ako je to tehnički izvedivo i gospodarski opravdano. Operatori javno dostupnih mjesta za punjenje, koji su krajnji kupci električne energije, slobodno odabiru svog opskrbljivača električne energije. Operatori mogu kupcima pružati usluge punjenja električnih vozila na ugovornoj osnovi, uključujući u ime i za račun drugih pružatelja usluga. Sva javno dostupna mjesta za punjenje korisnicima električnih vozila također pružaju mogućnost punjenja na „ad hoc“ osnovi bez sklapanja ugovora s opskrbljivačem električnom energijom ili operatorom javno dostupnog mjesta za punjenje. ODS na ravnopravnoj osnovi mora surađivati sa svakom osobom koja postavlja ili upravlja javno dostupnim mjestima za punjenje. Operator javno dostupnog mjesta za punjenje koje se priključuje na energetska infrastrukturu krajnjeg kupca električne energije, a osigurao je svoje obračunsko mjerno mjesto u skladu s općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom, slobodno odabire svog opskrbljivača električne energije.

Najvažnija pitanja koja o kojima treba voditi računa kod uvođenja elektromobilnosti na tržište električne energije i u distribucijsku mrežu su način izbora opskrbljivača za punjenje električnih vozila, poslovni model elektromobilnosti, priključivanje mjesta za punjenje na distribucijsku mrežu, uvođenje posebnih tarifnih modela za punjenje električnih vozila i integracija punjenja električnih vozila u sustav naprednih mreža i u pružanje usluga fleksibilnosti, [17].

8. ULOGA ODS-A U UPRAVLJANJU PODACIMA

Količina podataka kojom će biti potrebno upravljati u djelatnosti distribucije naglo će se povećati zbog sustava naprednog mjerenja, mjerenja distribuirane proizvodnje, uređaja za upravljanje i nadzor naprednih mreža, razmjene podataka između OPS-a i ODS-a, itd. Podacima će trebati upravljati u skladu sa strogim pravilima kako bi se osiguralo funkcioniranje tržišta, mreže i kako bi se zaštitila privatnost korisnika mreže kojima podaci pripadaju. Pritom treba osigurati nepristranost ODS-a u upravljanju podacima u okviru vertikalno integriranog subjekta. Za krajnje kupce ključno pitanje je koji tržišni sudionik ima pristup do njihovih podataka i u koju svrhu. Dostupnost podataka također je značajna za tržišno natjecanje. Učinkovito upravljanje podacima krajnjih kupaca od interesa je ODS-u, opskrbljivačima, regulatoru i svakako, krajnjim kupcima.

U pogledu upravljanja podacima u [1] je predviđeno propisivanje pravila za pristup podacima krajnjeg kupca. Pravo pristupa imala bi strana po ovlaštenju krajnjeg kupca, u skladu s Uredbom (EU) 216/679 Europskog Parlamenta i Vijeća o zaštiti fizičkih osoba u pogledu obrade osobnih podataka. Podaci o kojima je ovdje riječ su mjerni i obračunski podaci, uključujući i podatke potrebne za promjenu opskrbljivača. Način upravljanja podacima mora omogućiti pristup i razmjenu podataka na učinkovit i siguran način. Strane koje su krajnji kupci ovlastili za pristup podacima moraju imati istovremeni (simultani) pristup podacima na ravnopravan način. Pristup podacima mora biti jednostavan, a postupci pristupa podacima moraju biti javno objavljeni. Upotreba i pohranjivanje osobnih podataka moraju biti u skladu s Uredbom (EU) 216/679.

U [1] je predviđeno i određivanje tijela na razini države koje bi bilo zaduženo za ovlašćivanje (autorizaciju) i potvrđivanje (certificiranje) te, ako je potrebno, nadzor subjekta koji upravlja podacima. Također je moguće od subjekta koji upravlja podacima tražiti imenovanje osobe odgovorne za praćenje mjera koje osiguravaju ravnopravan pristup podacima. Osoba za praćenje programa usklađenosti u ODS-u može se zadužiti za praćenje mjera koje osiguravaju ravnopravan pristup podacima. Pritom se krajnjim kupcima ne smiju zaračunavati nikakvi dodani troškovi za pristup podacima. U slučaju sveobuhvatne ugradnje naprednog mjerenja na razini države, pri čemu je ODS uključen u upravljanje podacima naprednog mjerenja, program usklađenosti treba sadržavati i posebne mjere sprječavanja neravnopravnog pristupa podacima.

9. NAPREDNO MJERENJE

Sustav naprednog mjerenja je "središnji živčani sustav" koji objedinjuje prikupljanje podataka i komunikaciju unutar distribucijske mreže. Zbog toga, većinu funkcionalnosti koje predviđa CEP nije moguće razviti bez sustava naprednog mjerenja. Upravljanje potrošnjom jedan je od najvažnijih razloga

uvođenja naprednih mjernih uređaja te naprednih mreža. Pritom sustav naprednog mjerenja ima ključnu ulogu pružajući informacije o trenutnom opterećenju sustava. Napredne mreže i sustavi naprednog mjerenja odigrat će ključnu ulogu i u omogućavanju fleksibilnosti korisnika mreže.

U cilju osnaživanja uloge krajnjih kupaca na tržištu električne energije u [1] je predviđeno uvođenje interoperabilnog sustava naprednog mjerenja. Pritom se pod pojmom interoperabilnosti smatra mogućnost da dva ili više energetska ili komunikacijska sustava, naprava, aplikacija ili komponenti mogu međusobno razmjenjivati i koristiti informacije koje su potrebne za izvođenje zahtijevanih funkcija.

Napredno mjerenje uvodi se i u svrhu omogućavanja sudjelovanja aktivnih krajnjih kupaca na tržištu električne energije. Analiza troškova i dobiti uvođenja naprednog mjerenja može se provesti u skladu s načelima navedenim u dodatku III propisa [1].

U Preporuci 2012/148/EU određen je minimalni skup funkcionalnih zahtjeva za sustav naprednog mjerenja:

- izravno očitavanje potrošnje za krajnjeg kupca i bilo koju treću stranu koju je krajnji kupac ovlastio te standardno sučelje kojim će se omogućiti upravljanje potrošnjom u stvarnom vremenu,
- dovoljno često očitavanje mjernih podataka kako bi se krajnjem kupcu omogućila racionalizacija potrošnje električne energije te uvid u mjerne podatke i pohranu podataka za daljnje analize (korištenje povijesnih podataka),
- mogućnost daljinskog očitavanja mjernih i kontrolnih podataka,
- dvosmjerna komunikacija između naprednog mjernog sustava i vanjske mreže,
- dovoljno često očitavanje mjernih podataka kako bi se dobiveni podaci mogli koristiti za planiranje mreže,
- mogućnost primjene naprednih tarifnih sustava (pristup podacima iz registra vremena korištenja, daljinska kontrola tarifnih elemenata, prosljeđivanje informacija o naprednim tarifnim sustavima izravno do krajnjih kupaca, itd.),
- mogućnost daljinske privremene obustave isporuke električne energije i ponovne uspostave napajanja krajnjem kupcu te ograničavanje vršnog opterećenja,
- sigurnost i zaštita podataka, sigurna podatkovna komunikacija između mjernog uređaja i operatora te komunikacija mjernog uređaja prema krajnjem kupcu, uz zaštitu privatnosti krajnjeg kupca,
- sprječavanje i otkrivanje neovlaštenog korištenja električne energije,
- dvosmjerno mjerenje radne i jalove energije kod distribuiranih izvora električne energije.

CEP u [1] predviđa kako, u je slučaju sveobuhvatnog uvođenja naprednog mjerenja, potrebno na državnoj razini usvojiti i objaviti minimalne tehničke zahtjeve sustava naprednog mjerenja, što je zadatak ministarstva zaduženog za energetiku. Potrebno je primjenom odgovarajućih normi osigurati interoperabilnost sustava naprednog mjerenja kao i mogućnost pružanja podataka sustavima upravljanja potrošnjom krajnjih kupaca.

Krajnji kupci trebaju sudjelovati u troškovima sveobuhvatnog uvođenja naprednog mjerenja na razvidan i ravnopravan način. Na razini države potrebno je nadzirati koristi uvođenja naprednog mjerenja. U slučaju da je analizom troškova i dobiti utvrđena neisplativost uvođenja naprednog mjerenja, analizu troškova i dobiti potrebno je povremeno ponavljati, posebno ako je došlo do značajnijih promjena u pretpostavkama provedene analize ili promjena u tehnologiji naprednog mjerenja. Krajnjim kupcima je potrebno omogućiti dostupnost provjerenih (validiranih) povijesnih podataka i neprovjerenih podataka o potrošnji u gotovo stvarnom vremenu bez dodatnih troškova, putem standardiziranih sučelja ili putem daljinskog očitavanja. Potrebno je omogućiti sigurnost podataka i komunikacije sustava naprednog mjerenja te privatnosti i podataka krajnjeg kupca u skladu s zakonodavnim okvirom EU. Napredna brojila aktivnih kupaca koji imaju vlastitu proizvodnju električne energije trebaju mjeriti električnu energiju predanu u mrežu i električnu energiju preuzetu iz mreže na mjestu primopredaje električne energije krajnjeg kupca.

Na zahtjev krajnjeg kupca podaci o iznosu predane i preuzete električne energije trebaju biti dostupni putem standardiziranog sučelja ili daljinski, kako krajnjem kupcu, tako i trećoj strani koju je krajnji kupac za to ovlastio. Krajnjem kupcu treba prije ili tijekom instalacije naprednog mjerila pružiti punu

informaciju o svim mogućnostima koje napredno mjerenje pruža u pogledu očitavanja brojila i nadzora potrošnje električne energije i o prikupljanju i obradi osobnih podataka. Sustav naprednog mjerenja treba omogućiti mjerenje i obračun u istoj vremenskoj rezoluciji prema kojoj se vrši obračun odstupanja.

U slučaju da analiza troškova i dobiti pokaže neisplativost uvođenja naprednog mjerenja i država ne donese odluku o sveobuhvatnom uvođenju naprednog mjerenja, u [1] je predviđeno kako svaki krajnji kupac na zahtjev ima pravo na ugradnju naprednog mjernog uređaja. Pritom, krajnji kupac snosi troškove koji iz toga proizlaze. U kontekstu korištenja sustava naprednog mjerenja treba napomenuti i predviđenu obvezu da se krajnjim kupcima koji imaju ugrađeni napredni mjerni uređaj omogući sklapanje ugovora o opskrbi s dinamičkim cijenama električne energije u kojima cijene električne energije odražavaju promjenu cijena obračunskim intervalima trgovanja na kratkoročnom tržištu električne energije, uključujući tržište dan unaprijed i tržište unutar dana.

Povezano s naprednim mjerenjem je i odredba u [1] koja propisuje da ukoliko analiza troškova i dobiti na razini zemlje članice bude pozitivna, najkasnije do 2025. postupak promjene opskrbljivača ne smije trajati dulje od 24 sata i moći će se napraviti bilo kojeg radnog dana. Navedeno je moguće samo uz sveobuhvatno uvođenje naprednog mjerenja.

EU regulatori u [14] smatraju da krajnjim kupcima ne treba dati individualno pravo na ugradnju naprednog mjernog uređaja na zahtjev, ako odluka o sveobuhvatnoj zamjeni nije donesena na nacionalnoj razini nakon provedene analize troška i dobiti. U pogledu interoperabilnosti smatraju da zajednički format razmjene podataka naprednog mjerenja na EU razini može dugoročno donijeti dobrobit. Ipak prije odluke o zajedničkom formatu razmjene podatka trebalo bi provesti analizu troška i dobiti takvog pristupa na EU razini, budući da prelazak na zajednički format može uzrokovati velike dodatne troškove.

Hrvatska energetska regulatorna agencija (dalje: HERA) je napravila Analizu troška i dobiti uvođenja naprednih mjernih uređaja i sustava za njihovo umrežavanje (dalje: Analiza). Na temelju Analize ministar nadležan za energetiku odlukom utvrđuje plan i program mjera za uvođenje naprednih mjernih uređaja za krajnje kupce, a provođenje te odluke nadzire HERA.

Analiza u tehničkom pogledu obuhvaća:

- zamjenu postojećih mjernih uređaja kupaca kategorije kućanstvo i kategorije poduzetništvo bez mjerenja snage naprednim mjernim uređajima,
- ugradnju koncentratora podataka u TS 10(20)/0,4 kV,
- ugradnju sumarnih naprednih mjernih uređaja u TS 10(20)/0,4 kV,
- uvođenje sustava automatskog očitavanja mjernih podataka (engl. *Advanced Meter Reading* - AMR) i sustava za upravljanje mjernim podacima (engl. *Meter Data Management* - MDM).

Analiza, kao najprihvatljiviji scenarij, predviđa uvođenje naprednih mjernih uređaja u razdoblju od 11 godina, tj. 9% godišnje, što odgovara vremenu u kojem se mora izvršiti zamjena postojećih mjernih uređaja kojima ističe rok ovjeravanja. Pritom se planira zamjena postojećih mjernih uređaja kod korisnika mreže koji se ionako trebaju zamijeniti zbog isteka životnog vijeka ili razdoblja ovjeravanja. Provedena financijska analiza, koja razmatra novčane tokove sa stajališta HEP-ODS-a i ekonomska analiza, koja razmatra koristi i troškove koji nastaju za društvo općenito, pokazuju ekonomsku isplativost, odnosno pozitivan utjecaj na opće blagostanje.

10. NAKNADE ZA PRIKLJUČENJE I NAKNADE ZA KORIŠTENJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE

U pogledu metodologija za određivanje naknade za priključenje i naknade za korištenje mreže, u [1] je predviđeno kako se u njima ne smiju diskriminirati (ni pozitivno niti negativno) proizvodne jedinice i spremnici energije na distributivnoj ili prijenosnoj mreži. Također nije dopušteno odvratanje energetskih subjekata od sudjelovanja u odzivu potrošnje. Tarifne metodologije trebaju odražavati troškove ODS-a. Dopušteni prihodi koji se pokrivaju tarifama trebaju uključivati poticaje ODS-u za povećanje učinkovitosti poslovanja i povećanje energetske učinkovitosti, integraciju tržišta, sigurnost opskrbe, odgovarajuće investicije u mrežu, istraživanje i razvoj te inovacije u korist krajnjih kupaca. Pritom, tarife za korištenje distribucijske mreže pojedinim kategorijama korisnika mreže i aktivnim krajnjim kupcima trebaju čim više odražavati troškove njihovog korištenja distribucijske mreže. Ako postoji sustav naprednog mjerenja, moguće je i uvođenje vremenski promjenjivih tarifa.

Kod razmatranja tarifnih modela za korištenje mreže potrebno je u obzir uzeti i utjecaj koji mogu imati kupci s vlastitom proizvodnjom, LEZ-ovi i spremnici energije. Naime, električna energija koju kupac s vlastitom proizvodnjom potroši na mjestu proizvodnje oslobođena je troškova korištenja mreže. Iako je to s jedne strane razumljivo, budući da ta električna energija nije predana u distribucijsku mrežu, s druge strane ODS-u troškovi izgradnje distribucijske mreže uglavnom ovise o vršnoj snazi, a ne o količini prenesene električne energije. Veliki udio kupaca s vlastitom proizvodnjom može utjecati na prihode ODS-a i općenito na naknadu za korištenje mreže ostalim krajnjim kupcima, posebno kada su tarifni elementi određeni na volumetrijskom načelu

U mnogim državama članicama EU-a krajnji kupci s vlastitom proizvodnjom oslobođeni su naknade za korištenje mreže za dio električne energije koju su proizveli. Međutim, oni i dalje ovise o distribucijskoj mreži kad god im je proizvodnja manja od potrošnje električne energije. U tom smislu, krajnji kupci s vlastitom proizvodnjom trebali bi se suočiti s naknadom za korištenje mreže koja odražava stvarne troškove koje oni u mreži uzrokuju, kao što je to slučaj i kod kupaca koji nemaju vlastitu proizvodnju. U protivnom će troškove, kojih su oslobođeni krajnji kupci s vlastitom proizvodnjom, snositi ostali, obično siromašniji, krajnji kupci. Takvo nepravedno međusobno subvencioniranje između različitih kategorija krajnjih kupaca treba izbjeći. U tom smislu CEER u [12] i [13] preporučuje izbjegavanje neto obračuna električne energije krajnjim kupcima s vlastitom proizvodnjom te smatra da naknade za korištenje mreže trebaju za sve krajnje kupce odražavati troškove i vrijednost mrežne infrastrukture. Pritom je neto obračun električne energije koncepcija kod koje se tijekom obračunskog razdoblja (mjeseca ili godine) višak proizvedene električne energije krajnjeg kupca s vlastitom proizvodnjom koji je predan u mrežu u obračunu oduzima od količine električne energije koju krajnji kupac kasnije preuzima iz mreže kada mu je vlastita proizvodnja nedostupna ili nedovoljna za pokrivanje vlastite potrošnje. Također, neto obračun smanjuje svjesnost krajnjih kupaca o ovisnosti vrijednosti električne energije o vremenu njenog korištenja što ih destimulira u smislu fleksibilnosti korištenja električne energije.

Potencijal fleksibilnosti odziva potrošnje moguće ostvariti korištenjem odgovarajućih mrežnih tarifa i naprednih mjernih uređaja. Napredno mjerenje sa satnim mjerenjem i obračunom potrošnje električne energije omogućuju vremenski promjenjive tarife, tarifiranje snage te izravno upravljanje potrošnjom. Mrežne tarife mogu biti stalne ili promjenjive, zasnovane na potrošenoj energiji (volumetrijske) i/ili na ostvarenoj obračunskoj snazi. Također se mogu zasnivati i na priključnoj (ugovorenoj) snazi. Pritom, krajnjim kupcima treba osigurati informaciju o tarifnim modelima i njihovom utjecaju na trošak mrežne naknade.

Tablica I. prikazuje kako različita primjena tarifnih elemenata može utjecati na ponašanje krajnjih kupaca u pogledu fleksibilnosti.

Tablica I. Mogućnosti korištenja tarifnih elemenata za poticanje fleksibilnosti, [9]

Tarifni element	Vremenski neovisno	Vremenski ovisno
Potrošnja električne energije	Smanjenje potrošnje krajnjeg kupca Povećanje energetske učinkovitosti	Smanjenje potrošnje krajnjeg kupca tijekom određenog razdoblja Pomicanje potrošnje krajnjeg kupca
Obračunska vršna snaga	Smanjenje vršnog opterećenja krajnjeg kupca Pomicanje potrošnje krajnjeg kupca	Smanjenje vršnog opterećenja krajnjeg kupca Pomicanje potrošnje krajnjeg kupca tijekom vršnih opterećenja sustava
Priključna snaga	Ugovor o korištenju mreže sa smanjenom priključnom snagom Stalno smanjenje vršnog opterećenja krajnjeg kupca	Ugovor o korištenju mreže sa smanjenom priključnom snagom tijekom vršnih opterećenja sustava (primjenom brojila sa funkcijom ograničenje snage) Stalno smanjenje vršnog opterećenja krajnjeg kupca tijekom određenih vremenskih razdoblja

11. EU TIJELO ZA SURADNJU OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA EU DSO

U [2] je predviđeno da se najkasnije do 31. prosinca 2022. osnuje EU DSO kao ekspertno tijelo unutar kojega će operatori distribucijskih sustava u EU surađivati u zajedničkom europskom interesu.

Zadaci EU DSO-a su promoviranje koordinacije vođenja i planiranja distribucijske i prijenosne mreže, promoviranje integracije OIEiK-a, distribuirane proizvodnje električne energije i ostalih izvora, poput spremnika energije, promoviranje fleksibilnosti i odziva potrošnje te pristupa korisnika distribucijske mreže tržištu, doprinos digitalizaciji distribucijskih sustava, uključujući korištenje naprednih mreža i naprednih mjernih sustava, doprinos razvoju upravljanja podacima, kibernetičkoj sigurnost i zaštiti podataka u suradnji s relevantnim državnim tijelima.

EU DSO će surađivati i s ENTSO-E-om u izradi i nadzoru provođenja pravila za mreže koja su relevantna za koordinirano vođenje i planiranje distribucijske i prijenosne mreže.

12. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirani su određeni prijedlozi propisa CEP-a - Prijedloga Direktive o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije i Prijedloga Uredbe o unutarnjem tržištu električne energije, koji će imati najvažniji utjecaj na maloprodajno tržište električne energije, djelatnost distribucije električne energije i rad ODS-a. Treba naglasiti da je postupak donošenja navedenih propisa još u tijeku, stoga su analizirane zadnje dostupne inačice dokumenata iz prosinca 2017. godine.

Najvažnije teme koje uređuje CEP, a koje će uvelike utjecati na maloprodajno tržište i djelatnost distribucije su pojava novih tržišnih sudionika i korisnika distribucijske mreže – aktivnih krajnjih kupaca, lokalnih energetske zajednice, neovisnih agregatora, spremnika električne energije i punionica električnih vozila. CEP također uređuje i područje usluga - fleksibilnosti proizvodnje i potrošnje te pružanja pomoćnih usluga korisnika mreže priključenih na distribucijski sustav. CEP uređuje i pitanje uvođenja i interoperabilnosti naprednog mjerenja i upravljanja podacima, budući da je za većinu funkcionalnosti koje predviđa CEP potrebno uvođenje sustava naprednog mjerenja. Navedeno dovodi do naglog porasta količine podataka kojima je potrebno upravljati, imajući u vidu pritom zaštitu privatnosti krajnjeg kupca. CEP uređuje i pitanje naknade za priključenje i naknade za korištenje distribucijske mreže, a posebno njihovu ulogu u poticanju fleksibilnosti i odziva potrošnje. Naposljetku CEP predviđa i osnivanje EU DSO-a kao ekspertnog tijela unutar kojega će operatori distribucijskih sustava u EU surađivati u zajedničkom europskom interesu.

Model tržišta električne energije kako ga uređuje CEP za ciljeve postavlja povećanu integraciju OIEiK u elektroenergetski sustav, omogućavanje sudjelovanja krajnjim kupcima na veleprodajnom tržištu električne energije, poticanje operatora distribucijskog sustava na korištenje fleksibilnosti, odziva potrošnje i pomoćnih usluga uz suradnju ODS-a i OPS-a.

Odredbe CEP-a postavljaju određene izazove pred ODS, OPS, regulatora i ministarstvo nadležno za energetiku. Pritom će svatko u svom području trebati dati svoj doprinos uspješnom uvođenju odredbi CEP-a.

Agregacija i nove koncepcije kao što su LEZ, energetske zajednice obnovljivih izvora i zatvoreni distribucijski sustavi dodatno usložnjavaju ionako složeno tržište električne energije. Kako bi se izbjegle nedoumice u njihovoj primjeni, bit će potrebna dosljedna i jasna provedba u nacionalnom zakonodavnom okviru.

Kod uvođenja pomoćnih usluga korisnika distribucijske mreže trebat će razmisliti o tome tko su mogući pružatelji pomoćnih usluga i koje usluge se mogu pružati i nabavljati lokalno za ODS, a koje za potrebe OPS-a i elektroenergetskog sustava odnosno tržišta. Također je potrebno procijeniti sposobnosti različitih tehnologija za pružanje pomoćnih usluga te sposobnosti sudjelovanja distribuirane proizvodnje u pružanju pomoćnih usluga. Prije svega potrebno je procijeniti i troškove organiziranja tržišta pomoćnih usluga, infrastrukturnih zahtjeva, a naposljetku i vrednovanje pružanja pomoćnih usluga.

U pogledu uvođenja fleksibilnosti potrebno je dopuniti odgovarajuće podzakonske akte te uvesti odgovarajuće tarifne modele. Također je potrebno stvoriti i određene infrastrukturne pretpostavke poput ICT tehnologije i sustava naprednog mjerenja. U tom smislu i u Hrvatskoj bi se trebala istražiti mogućnost i potreba za pružanjem fleksibilnosti na tržištu električne energije te korištenje fleksibilnosti uvođenjem navedenih pretpostavki.

Najvažnija pitanja koja o kojima treba voditi računa kod uvođenja elektromobilnosti na tržište električne energije i u distribucijsku mrežu su način izbora opskrbljivača za punjenje električnih vozila, poslovni model elektromobilnosti, priključivanje mjesta za punjenje na distribucijsku mrežu, uvođenje posebnih tarifnih modela za punjenje električnih vozila i integracija punjenja električnih vozila u sustav naprednih mreža i u pružanje usluga fleksibilnosti.

U pogledu uvođenja naprednog mjerenja treba naglasiti da je HERA napravila Analizu troška i dobiti uvođenja naprednih mjernih uređaja i sustava za njihovo umrežavanje. Na temelju Analize ministar nadležan za energetiku odlukom utvrđuje plan i program mjera za uvođenje naprednih mjernih uređaja za krajnje kupce, a provođenje te odluke nadzire HERA. Analiza, kao najprihvatljiviji scenarij, predviđa uvođenje naprednih mjernih uređaja u razdoblju od 11 godina, tj. 9% godišnje, što odgovara vremenu u kojem se mora izvršiti zamjena postojećih mjernih uređaja kojima ističe rok ovjeravanja.

CEP predviđa propisivanje pravila za pristup podacima na razini države članice EU. ODS će u tom smislu trebati zadovoljiti određene uvjete te imenovati osobu odgovornu za praćenje mjera koje osiguravaju ravnopravan pristup podacima, a koja može biti i osoba za praćenje programa usklađenosti na način kako je propisano Zakonom o tržištu električne energije.

Metodologija za određivanje iznosa tarifnih stavki za distribuciju električne energije trebat će uključivati poticaje ODS-u za povećanje učinkovitosti poslovanja i povećanje energetske učinkovitosti, integraciju tržišta, sigurnost opskrbe, odgovarajuće investicije u mrežu, istraživanje i razvoj te inovacije u korist krajnjih kupaca. Pritom, tarife za korištenje distribucijske mreže pojedinim kategorijama korisnika mreže i aktivnim krajnjim kupcima trebaju čim više odražavati troškove njihovog korištenja distribucijske mreže. Posebno treba kod razmatranja tarifnih modela za korištenje mreže u obzir uzeti i utjecaj koji mogu imati kupci s vlastitom proizvodnjom, LEZ-ovi i spremnici energije. U tom smislu treba izbjeći neto obračun električne energije krajnjim kupcima s vlastitom proizvodnjom. Također treba naglasiti da je i potencijal fleksibilnosti odziva potrošnje moguće ostvariti korištenjem odgovarajućih mrežnih tarifa i naprednih mjernih uređaja.

13. LITERATURA

- [1] Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on common rules for the internal market in electricity (recast), Brussels, 19 December 2017
- [2] Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the internal market for electricity (recast), Brussels, 19 December 2017
- [3] UREDBA KOMISIJE (EU) 2017/1485 od 2. kolovoza 2017. o uspostavljanju smjernica za pogon elektroenergetskog prijenosnog sustava
- [4] Wagmann, L., Žutobradić, S., Rajić, Ž., Makšijan, B., Uloga operatora distribucijskog sustava u novom modelu energetskog tržišta u Energetskoj uniji, Hrvatski ogranak Međunarodne elektrodistribucijske konferencije - HO CIRED, . (11.) savjetovanje Osijek, 15. - 18. svibnja 2016.
- [5] Skok, M., Pomoćne usluge u pogonu distribucijskog sustava, CIRED, prezentacija na seminaru: Pogon distribucijskog sustava, Zagreb, ožujak 2015.
- [6] EG3 Report, Smart Grid Task Force, Regulatory Recommendations for the Deployment of Flexibility, January 2015
- [7] CIGRE/CIRED JOINT WORKING GROUP C&B5.25/CIRED, CONTROL AN AUTOMATION SYSTEMS FOR ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORKS (EDN) OF THE FUTURE, DECEMBER 2017
- [8] TECNALIA, Ancillary service provision bay RES and DSM connected at distribution level in the future power system, SmartNet, 2016
- [9] Karin Widegren et al, Measures to increase demand side flexibility in the Swedish electricity system, Abbreviated version, Swedish Energy Markets Inspectorate, 2016
- [10] Binod Prasad Koirala, Elta Koliou, Jonas Friege, Rudi A. Hakvoort, Paulien M. Herder, Energetic communities for community energy: A Review of Key Issues and Trends Shaping Integrated Community Energy Systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 56, April 2016, Pages 722-744
- [11] CIGRE, WG C6.30, The Impact of Battery Energy Storage Systems on Distribution, Network, 2017

- [12] Renewable Self-Consumers and Energy Communities, CEER White paper series (paper #VIII) on the European Commission's Clean Energy Proposals, 27 July 2017
- [13] European Energy Regulators' White Paper #1, Renewables in the Wholesale Market, Relevant to European Commission's Clean Energy Proposals, 11 May 2017
- [14] European Energy Regulators' White Paper #2, Technology that Benefits Consumers, Relevant to European Commission's Clean Energy Proposals, 26 May 2017
- [15] DG Energy, Study on Downstream Flexibility, Price Flexibility, Demand Response & Smart Metering, ECOFYS, THEMA, VITO, COWI, Brussels, 2016
- [16] Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, („Narodne novine“ broj 120/16.)
- [17] Žunec, M., Wagmann, L., Žutobradić, S., Elektromobilnost – regulatorni izazov, 13. savjetovanje HRO CIGRÉ, Šibenik, 5. – 8. studenoga 2017.