

Davorin Brkić, mag. ing. el. techn. inf.¹
Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA)
dbrkic@hera.hr

dr. sc. Srđan Žutobradić, dipl. ing.¹
HERA
szutobradic@hera.hr

Marko Poljak, dipl. ing.¹
HERA
mpoljak@hera.hr

PROGNOZA SATNE POTROŠNJE I PROIZVODNJE

SAŽETAK

U radu je predstavljen strateški pogled na problematiku izrade prognoze potrošnje i proizvodnje odnosno preuzimanja i isporuke električne energije. Pritom su uz djeljiv pristup definirane različite uloge čija je povezanost neodvojiva od te problematike. Posljedica takvog djeljivog pristupa je mogućnost uporabe sadržaja rada za osmišljavanje i testiranje projiciranih i međusobno različitih modela tržišta u budućnosti, uvažavajući gledišta svih nezaobilaznih uloga u tom smislu. Opisani su čimbenici koji nastaju uslijed ograničenja u procesu mjerenja i prikupljanja podataka. U radu su dani i primjeri iz prakse kako bi se uz teoriju i oni mogli razmotriti.

Ključne riječi: model tržišta, prognoza potrošnje i proizvodnje, opskrbljivači, strategija, strateški dokument, djeljivi pristup

FORECAST OF THE HOURLY CONSUMPTION AND PRODUCTION

SUMMARY

The paper gives a strategic overview of the forecast of load and production in the context of market models. Using the modular approach different roles are defined. These roles are necessary for evaluation of the topic in this paper. Consequence of that approach is the possibility of using the content in the paper for creating and testing different market models for the future while assessing the perspective of unavoidable roles in that sense. The paper also gives an overview of the factors arising from the limitations in measurement and data collection. Along with the theory examples from the practice are also given.

Ključne riječi: market model, forecast of the consumption and production, suppliers, strategy, strategic document, modular approach

¹ Stavovi izneseni u referatu su osobna mišljenja autora, nisu obvezujući za poduzeće/instituciju u kojoj je autor zaposlen te se ne moraju nužno podudarati sa službenim stavovima poduzeća/institucije

1. UVOD

Na ukupan trošak u elektroenergetskom sustavu odražava se način definiranja i pridruživanja uloga u elektroenergetskom sustavu, način definiranja konvencija u okviru zakonske i podzakonske regulative, stanje tehnike, način korištenja ugrađene telekomunikacijske i ostale tehničke opreme, način uspostave baza podataka, dostupnost i kvaliteta podataka. Različiti složaji tih elemenata povlačili bi različite raspodjele i razine predvidivosti tog troška prilikom planiranja poslovanja, što je važno s obzirom na to da i rizik iz smanjene razine predvidivosti ima svoju cijenu koštanja.

Trenutačno su mogućnosti skladištenja električne energije vrlo ograničene i imaju cijenu koštanja. Cijenu koštanja ima i rezervacija kapaciteta koji pružaju rezervu snage za otklanjanje odstupanja kontrolnog područja u stvarnom vremenu, a ponekad su i mogućnosti rezervacije ograničene. Razina utjecaja na visinu tih troškova koje uzrokuju odstupanja u potrošnji i proizvodnji, preuzimanju i isporuci, opravdano privlači pozornost u usporedbi s mogućnošću utjecaja na druge troškove.

U tom smislu neizvjesnost potrošnje i proizvodnje, preuzimanja i isporuke, za različite uloge u elektroenergetskom sustavu trebala bi se prilikom osmišljanja sustava svesti na optimalnu mjeru. Pri tome treba voditi računa da ta optimalnost treba uvažiti ukupnu cijenu koštanja u elektroenergetskom sustavu te kriterij pravednosti u pogledu razdiobe tog troška na različite subjekte odnosno uloge.

U ovome radu za uloge u elektroenergetskom sustavu neće se koristiti sve trenutno važeće u Hrvatskoj, ni funkcionalno ni terminološki (npr. opskrbljivač, otkupljivač, proizvođač). Definirane su uloge koje se mogu razmatrati neovisno od kontrolnog područja² i načina pridruživanja uloga na različite subjekte u njemu (**djeljivi pristup**). Taj **djeljivi pristup** prepoznat je u međunarodnim radovima u kojima su dani rezultati promišljanja sadašnjih mogućnosti spram budućnosti na strategijskoj razini, na primjer u radu „A methodology for the analysis of market designs at the horizon 2030“ (hr. Metodologija za analizu tržišnih modela u razdoblju do 2030.), [1]. Polazište za korištenje **djeljivog pristupa** je definiranje mogućih i nužnih uloga, kao što je to učinjeno u radu „The harmonised electricity role model“ (hr. Ujednačeni model uloga na tržištu električne energije), [2].

U radu se pretpostavlja kompetencija i odgovarajuća doktrina subjekata prilikom obavljanja pridruženih im uloga uvažavajući optimalnost društvenog blagostanja, odnosno taj dio nije razrađen.

Osnovni problem koji se pojavljuje u praksi je taj što se rješavanje problema jedne od uloga, otvaraju primjedbe koje proizlaze iz gledišta drugih uloga. Prema tome, prilikom razmatranja različitih složaja u polju mogućeg, koje je naravno bezgranično, potrebno je razmatrati sve perspektive.

U okviru ovoga rada, će se na strategijskoj razini dijagnosticirati problem neizvjesnosti proizvodnje i potrošnje, isporuke i preuzimanja, u vremenskim intervalima u okviru uloga na tržištu za potrebe rada elektroenergetskog sustava. Pri tome se neće razmatrati slučaj posebnih pogonskih stanja, na primjer otočnog pogona kako je to obrađeno u radu naziva „Obračun energije uravnoteženja i obveze tržišnih sudionika tijekom trajanja otočnog pogona prouzročenog višom silom“, [3].

Djeljivi pristup razlikuje se od pristupa kada se analizira točno određeni složaj u praksi i predlaže njegova unaprjeđenja u okviru subjekata koji obavljaju određene poslove u tom konkretnom slučaju, kao što je to napravljeno u radu naziva „Pogled na mogući tijek razvoja obračuna energije uravnoteženja subjektima odgovornim za odstupanje“, [4]. Pri upotrebi prethodno navedenog rada za isti problem, potrebno je poznavati tada važeću terminologiju (npr. „subjekt odgovoran za odstupanje“, „energija uravnoteženja“), kao i skup uloga koje je tada imao pojedini subjekt u tim uvjetima (npr. opskrbljivač), kako bi se došlo do zaključka da je neprimjenjiv za više različitih složaja. Za razliku od toga, pristup u ovom radu omogućuje razmatranje problema prognoze proizvodnje i potrošnje, isporuke i preuzimanja u tom konkretnom složaju, ali omogućuje i razmatranja tog problema i u drugim složajevima odnosno drugim mogućim modelima tržišta, odnosno to je barem bila težnja prilikom njegovog pisanja.

Ovaj rad ne ulazi u problematiku prognoze proizvodnje putem različitih pristupa, kao što je taj problem dijagnosticiran općenito za vjetroelektrane u radu „Utjecaji pokazatelja pojave stanja vjetra i nekih pogonskih zahtjeva u složenom modelu pogonskih stanja vjetroelektrane“, [5]. Ovaj rad se ne bavi ni dijagnosticiranjem ni konkretnim rješenjem ni kvalitetom različitih modela prognoziranja potrošnje u različitim slučajevima, kao što se time pozabavilo u radu naziva „Meteorološki model satnog predviđanja dnevne krivulje opterećenja u elektroenergetskom sustavu“, [6]. U radu se dakle razmatraju mogućnosti

² Kontrolno područje je područje koje u ostvarenju proizvodnje i potrošnje u odnosu na tržišnu poziciju ne smije odstupati. U Republici Hrvatskoj je to područje cijelog hrvatskog elektroenergetskog sustava.

osiguravanja uvjeta za smanjenje neizvjesnosti uvažavajući druge uloge, a problem samog prognoziranja pridružuje se subjektu koji ima ulogu prognoziranja i ne ulazi se u razradu.

Ovaj rad također ne daje niti pregled poruka o budućem razvoju koje su poslale relevantne institucije, niti razmatra uloge i očekivanja od postojećih subjekata (npr. operator distribucijskog sustava kao „nepistrani oslonac tržišta“), kao što je to učinjeno u radu „Uloga operatora distribucijskog sustava u novom modelu energetskeg tržišta u energetskej uniji“, [7]. Ovaj rad niti ne definira očekivane scenarije u budućnosti.

U radu je dan pregled onoga što se ne smije zanemariti pri osmišljavanju, jer bi u protivnom takav pristup samo slučajno mogao dovesti do optimalnog složaja. Prema tome, ovaj rad bi mogao biti polazište za osmišljavanje regulative s aspekta prognoze proizvodnje i potrošnje, isporuke i preuzimanja, za razdoblje do idućih 30 godina. Ipak, valja napomenuti da je dijagnosticiranje problema, što je u ovome radu učinjeno, tek prvi logični korak k analizi različitih pristupa ovom problemu. Taj korak se zove „(0) **Dijagnoza**“, a navedeni strategijski aspekti na teorijskoj razini, kao i taj korak s ostala četiri koraka kao sastavnice strateškog dokumenta kao medija, s primjerima iz prakse, šire su predloženi i obrazloženi u radu naziva „Strategija kao vještina i strateški dokument kao alat“, [8].

2. ULOGE U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU

U okviru dokumenta „Ujednačeni model uloga na tržištu električne energije“, sa svrhom razmjene podataka, definirane su uloge za cjeloviti tržišni model koje se mogu pridružiti različitim subjektima, a taj dokument sadrži slikovit prikaz složaja tih uloga, „Figure 4“, str. 9. iz [2]. Potrebni nazivi uloga za dijagnosticiranje u ovome radu i njihove funkcije, uzeti će se iz tog rada gdje je to primjenjivo ili dopuniti i to će biti naznačeno. Pojedini subjekt u različitim modelima tržišta može imati istovremeno više uloga.

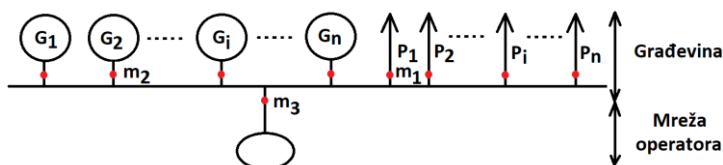
Upravitelj građevine priključene na elektroenergetsku mrežu, koja na sučelju s mrežom ima mjernu opremu naziva se **Subjekt za obračunsko mjerno mjesto** (Party Connected to the Grid), [2]. Taj **Subjekt za obračunsko mjerno mjesto** može na pojedinom mjernom mjestu isporučivati električnu energiju u mrežu, preuzimati električnu energiju iz mreže ili oboje. Proizvodnja i potrošnja, isporuka i preuzimanje mogu se kasnije, ako to tehnička oprema omogućava, razdvajati i razmatrati posebno. **Subjekt za obračunsko mjerno mjesto** može imati više različitih građevina, međutim, u pogledu te uloge razmatra se njegova uloga na svakoj pojedinoj građevini posebno, što omogućuje pridruživanje njegovih mjernih mjesta na građevinama različitim **Subjektima odgovornim za odstupanja**.

Perspektiva uloge **Subjekt na obračunskom mjernom mjestu** je: (i) da snosi pravedan dio troška koji se pokriva u sustavu, (ii) da sustav radi u optimalnoj točki pa da i taj trošak bude racionalan, (iii) da ima slobodu korištenja resursa u građevini za sustav kao i svatko drugi (npr. pružanje usluga, mogućnost autonomne akcije uslijed prilika na tržištu), (iv) da su mu unaprijed poznati uvjeti, standardi, kao i mogućnost pružanja usluga, (v) da ima čim manje administrativno opterećenje (pristup, razumljivost i papirologija), (vi) da ima sve informacije koje želi, (vii) da se štite njegovi podaci na način na koji on to želi, (viii) da ima stalnost i kvalitetu u smislu isporuke i preuzimanja električne energije, te (ix) da cijena njegovog profila potrošnje i proizvodnje, preuzimanja i isporuke, u vremenskim intervalima ne bude veća od cijene oblika koji je vjerodostojan (cijena korištenja mreže i cijena energije).

Uloga zadužena za jednakost između predviđenih ekonomskih tokova i fizičkih tokova na razini vremenskog intervala je **Operator kontrolnog područja** (engl. Control Block Operator), [2]. Uloga **Operator kontrolnog područja** zadužena je i za provedbu prisilnih intervencija u kontrolnom području zbog raznih razloga (npr. naponske prilike, preopterećenost elemenata, viškovi i manjkovi energije u kontrolnom području, frekvencija) (u Republici Hrvatskoj je to HOPS). Različiti elektroenergetski sustavi imaju sučelja jedni s drugima, te između njih teče električna energija. Rad umreženih elektroenergetskih sustava podložan je propisanim pravilima, koja su **Arhitektu regulatornog okvira** (donositelj legislative) u pravilu zadana. Na razini jednog vremenskog intervala, određuje se prije samog stvarnog vremena iznos koji pojedini elektroenergetski sustav može preuzeti ili isporučiti u sve druge zajedno, što proizlazi iz prekograničnih trgovinskih transakcija (jedna vrijednost). Nakon toga je u stvarnom vremenu potrebno osigurati da taj sustav fizički ne preuzme ili isporuči u cjelini u tom vremenskom intervalu više od te vrijednosti. Ispunjenje tog kriterija ne traži se po pojedinim granicama nego za kontrolno područje u cjelini (slika 3. iz [4] za primjer mađarskog sustava). U takvom ekonomsko-fizikalnom složaju „jednakost između predviđenih ekonomskih i stvarnih fizičkih tokova“ je obaveza. Dodatno, s obzirom da se kreće od polazišta da su to sustavi s izmjeničnom električnom energijom, potrebno je dati doprinos održavanju

frekvencije, zasigurno na razini vremenskog intervala veće razlučivosti. Unatoč tome, radi pojednostavljenja, doprinos frekvenciji se u okviru ovoga rada zanemaruje.

Perspektiva subjekta koji obavlja ulogu **Operator kontrolnog područja** je: (i) uredan rad kontrolnog područja odnosno čim veća jednakost ekonomskih i fizičkih tokova na razini vremenskog intervala u stvarnom vremenu, (ii) predvidivost odstupanja u budućnosti, s ciljem racionalnog zakupa kapaciteta u sadašnjosti, koji trebaju biti spremni otkloniti odstupanja u toj budućnosti (spremnost za odstupanja), (iii) smanjenje svih problema koji proizlaze iz izračuna odstupanja kako bi se pravovremeno nadoknadili troškovi otklanjanja odstupanja od **Subjekata odgovornih za odstupanja**, (iv) mogućnost korištenja resursa (rezerva i energija) sa stajališta tehno-ekonomskog optimuma uz uređeni pravni i proceduralni okvir, (v) mogućnost korištenja resursa za uravnoteženje izvan kontrolnog područja, (vi) mogućnost naloga korisniku mreže da osposobi postrojenje za pružanje usluge i jednoznačan način formiranja cijene u tom slučaju, (vii) identificiranje uzročnika odstupanja, (viii) mogućnost prisilne intervencije u isporuku ili preuzimanje u mrežu uz unaprijed poznata prava i obveze za provedbu tih intervencija, (ix) nadoknada svih troškova uloge bilo kroz socijalizaciju bilo od uzročnika troška, (x) prenošenje troška na uzročnika odstupanja kako bi on poradio na otklanjanju odstupanja, (xi) smanjenje administrativnog opterećenja u slučaju posebnih pogonskih stanja (npr. nadoknade štete, sudski postupci, jasnoća procedura), (xii) u slučaju kada je unutar građevine više proizvodnih kapaciteta i tereta, praćenje putem mjerne opreme unutar građevine onaj kapacitet koji pruža uslugu (npr. u točkama m_2 i m_1 na slici 1.), (xiii) osigurati pridruživanje sve ostvarene električne energije (potrošnja i proizvodnja) **Subjektima odgovornim za odstupanje** kako bi se osiguralo da zbroj sve pridružene preuzete električne energije iz elektroenergetskog sustava (s gubicima) bude jednak izmjerenom opterećenju elektroenergetskog sustava te da zbroj svog pridruženog preuzimanja u mrežu bude jednak ukupnom izmjerenom preuzimanju elektroenergetskog sustava (nužan uvjet!), (xiv) mogućnost kupnje električne energije na veleprodajnom tržištu električne energije, (xv) mogućnost isključenja s tržišta problematičnog sudionika sa stajališta vođenja sustava te (xvi) uvjeti u kojima je na optimalan način postignuta predvidivost ostvarenja (poželjan uvjet!).



Slika 1. Potencijalne pozicije za mjerenje unutar građevine i na sučelju s mrežom operatora (crvene točke), na mjestima proizvodnje (G_i) i potrošnje (P_i)

Za svako pojedino mjerno mjesto na sučelju između instalacije pojedine građevine te operatora distribucijskog ili operatora prijenosnog sustava, na kojemu se električna energija može preuzimati iz mreže ili isporučivati u mrežu ili oboje, ili prije mjernog mjesta ako se gleda odstupanje proizvodnje i potrošnje, odgovornost za odstupanje plana od ostvarenja mora u cijelosti preuzeti točno određeni subjekt. Uloga koju on obavlja se naziva **Subjekt odgovoran za odstupanja** (engl. Balance Responsible Party, [2]), koja je u pravilu odgovorna za više mjernih mjesta. Odstupanje se u tom smislu može razdvojiti na odstupanje u isporuci i na odstupanje u preuzimanju, ili se ovisno o tehničkim mogućnostima može gledati odstupanje u proizvodnji i potrošnji, ili se može za pojedinog **Subjekta odgovornog za odstupanja** računati samo jedno odstupanje u obračunskom intervalu na mjernoj opremi koja predstavlja sučelje s mrežom (npr. u točki m_3 na slici 1.). Dodatna mogućnost je da ugrađena mjerna oprema unutar građevine može mjeriti ukupnu proizvodnju i potrošnju, a ne samo ono što se isporučuje ili preuzima iz mreže, a što bi zasigurno omogućilo veću predvidivost zbog veće djeljivosti, jer se u protivnom gubi dio informacije (vidi se samo neto razmjena s mrežom u intervalu, npr. samo na m_3 na slici 1.). Potreba za mjerenjem potrošnje u odnosu na mjerenje preuzimanja iz elektroenergetske mreže mogla bi biti posebno izražena u slučaju veće integracije punionica za električne automobile, što bi slično moglo vrijediti i za sustave s pohranom električne energije, masovnijom ugradnjom sunčanih elektrana unutar građevina te električnih pumpi. Ova uloga obuhvaća sustav koji iz ulaznih podataka daje prognoze ostvarenja. Uloga **Subjekta odgovornog za odstupanja** nije vezana za naplatu i isplatu za električnu energiju isporučenu ili preuzetu na mjernom mjestu (fakturiranje), a niti nužno za kupnju i prodaju električne energije na veleprodajnom tržištu električne energije (npr. ona može pojedinim ulogama s kojima je povezana naložiti kupnju ili prodaju ili može sama kupiti ili prodati električnu energiju na veleprodajnom tržištu). **Subjekt odgovoran za odstupanja** nakon isporuke ili preuzimanja kupuje električnu energiju od **Operatora kontrolnog područja** kada je u portfelju za koji je odgovorna manjak električne energije, odnosno prodaje višak **Operatoru kontrolnog područja**. Ova uloga je stožerna u okviru ovoga rada.

Perspektiva uloge **Subjekt odgovoran za odstupanja** je: (i) da što se tiče uvjeta planiranja i plaćanja za odstupanja ne bude u lošijoj situaciji od ostalih **Subjekta odgovornih za odstupanja**, a poželjno je da bude u boljoj (konkurentnost), (ii) da ne bude oštećena uslijed prisilnih ograničenja proizvodnje i potrošnje, preuzimanja i isporuke, kao samostalne akcije **Operatora kontrolnog područja** ili kao rezultat aktivacije posrednim putem preko **Pružatelja fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu** ili kao rezultat značajnije autonomne aktivnosti **Subjekta na obračunskom mjernom mjestu**, (iii) njeno gledište uključuje uređen i predvidiv regulatorni okvir u pogledu mogućnosti spram budućnosti, kao i regulatorni okvir koji uključuje mogućnost uređenja odnosa s drugim ulogama (npr. obveza dostave informacija o stavljanju na raspolaganje građevine **Pružatelju fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu**), (iv) ova uloga treba dobro urediti odnose s ulogom zaduženom za obračun i naplatu električne energije na mjernom mjestu i s ulogama koje su zadužene za trgovanje električnom energijom (s ili bez naloga uloge **Subjekt odgovoran za odstupanja**) osobito kada istovremeno kupuju električnu energiju (npr. uloga koja naplaćuje kupila je na veleprodajnom tržištu manje od onoga što je fakturirala), odnosno kupoprodajne bilance trebaju biti usklađene s ostvarenjima koja mogu biti fizikalna ili određena konvencijom (npr. jednadžba (1) iz [4] za opskrbljivaca, i jednadžbe (3) i (4) iz [4] za gubitke), (v) ova uloga želi predvidiv pravni okvir kako bi pravovremeno ugradila sve troškove u cijenu koštanja svoje usluge. Uloga **Subjekt odgovoran za odstupanje** koristi podatke od uloge **Osiguravatelj elektroenergetskih podataka** i uloge **Osiguravatelj meteoroloških podataka**, a u pravilu bi kvalitetnija dostupnost povijesnim podacima (kvaliteta i pravovremenost) trebala povlačiti bolje prognoziranje, odnosno veću izvjesnost ostvarenja (nužan uvjet!). Gubitke u distribucijskoj mreži, čiji izračun je potrebno dogovorom odrediti, potrebno je pridružiti na jednog ili više **Subjekata odgovornih za odstupanja**.

Subjekt koji obavlja ulogu **Pružatelj fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu** (Resource Provider, [2]) koristeći infrastrukturu na jednoj ili više građevina, jednog ili više subjekata, čini dostupnom određenu fleksibilnost **Operatoru kontrolnog područja** (npr. promjena radne ili jalove snage) na njegov zahtjev ili zahtjev ostalih uloga (npr. za smanjenje odstupanja **Subjekta odgovornog za odstupanja**). Ova uloga može fleksibilnost pružati i drugim ulogama, primjerice kao uslugu upravljanja punjenja električnih automobila ili korištenja sustava pohrane, rasterećenje pojedinih dijelova mreže (naponsko ili strujno).

Pružatelj fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu ima sljedeće perspektive: (i) procjena isplativosti bavljenja s pružanjem fleksibilnosti (npr. resursi, tehnička oprema, pravno-proceduralni okvir za pružanje, očekivane obveze, cijene i troškovi), (ii) predvidive potrebe i ponude kapaciteta, (iii) predvidiv način određivanja ostvarenih doprinosa pojedinih kapaciteta ili skupina kapaciteta (npr. unaprijed poznate konvencije), (iv) jasan odnos s drugim ulogama, (v) dostupnost podataka, (vi) mogućnost ugradnje mjerne opreme na zahtjev i odabira načina prikupljanja, dostupnosti i provjere mjernih podataka te (vii) istovremenost dostave provjerljivih obračunskih podataka i **Subjekt za obračunsko mjerno mjesto i Pružatelju fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu** (mogućnost provjere, dokazivanja, obračuna).

Nakon što se informatičkim sustavima prikupe podatci, određena uloga je zadužena za osiguravanje dostupnosti tih podataka za prognoziranje potrošnje ili proizvodnje, preuzimanje ili isporuke, ta uloga se naziva **Osiguravatelj elektroenergetskih podataka** (engl. Data Provider). Više subjekta može obavljati ovu ulogu, i to svaki subjekt u svome dijelu (npr. operator prijenosnog sustava za svoju, a operator distribucijskog sustava za svoju mrežu). Poželjan je ujednačen oblik dostave podataka!

Osiguravatelj meteoroloških podataka je uloga koja osigurava meteorološke podatke, koji mogu biti prognozirani ili ostvareni, za potrebe prognoziranja opterećenja (npr. brzina i smjer vjeta, temperatura, vlaga i naoblaka). Ova uloga može biti u okviru državnog ustrojstva kao korisnik proračuna ili u okviru privatnog subjekta. Ukoliko je riječ o subjektu koji ne radi u okviru privatnog, utoliko takav subjekt ima za cilj jasna regulativna načela postupanja i određivanja jedinične cijene pružanja usluge.

Arhitekt regulatornog okvira je uloga koja u okviru zadanih tehničkih, ekonomskih, međunarodnih i ustavnih okvira osmišljava i donosi regulatorni okvir za neko kontrolno područje, određujući način preuzimanja odgovornosti za različite uloge, prava onih koji ih preuzimaju, uređujući pravila rada i konvencije u tom okviru. Uloga **Arhitekta regulatornog okvira** može se dijeliti na različite subjekte.

Ključne uloge koje **Arhitekt regulatornog okvira** mora urediti, a važne su za **Subjekta odgovornog za odstupanja** su: (i) način izračuna ostvarenja za mjerila za koje nije dostupno mjerenje na razini vremenskog intervala za koji je potrebno prognozirati proizvodnju i potrošnju, preuzimanje i isporuku (nemogućnost dohvata podatka ili manjkavosti ugrađene mjerne opreme) pa i posljedično gubitaka, (ii) određivanje troška koji snosi **Subjekt odgovoran za odstupanja** zbog odstupanja u

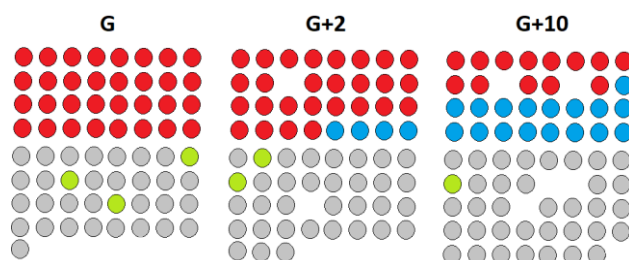
prognozi proizvodnje i potrošnje, preuzimanja i isporuke, odstupanja u stvarnom vremenu utvrđenog nakon stvarnog vremena, (iii) način izračuna odstupanja u slučaju kada **Pružatelj fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu** koristi građevine kako bi ostvario zahtjev **Operatora kontrolnog područja** odnosno kada prisilno mijenja ostvarenje u stvarnom vremenu u vremenskom intervalu za koje se računa odstupanje, (iv) dostava i kvaliteta podataka koje za potrebe izrade prognoze osiguravaju **Osiguravatelj elektroenergetskih podataka** i **Osiguravatelj meteoroloških podataka**, (v) međusobna prava i obveze između svih uloga te (vi) osiguravanje poštenih i pravednih rješenja prema svima na koje se odnose posljedice tih rješenja. **Arhitekt regulatornog okvira** trebao bi modelirati određivanje cijena odstupanja na način da **Subjekt odgovoran za odstupanja** nastoji otkloniti odstupanja (primjer iz prakse, poglavlje 4. iz [9], posljednja rečenica) te da se trošak zbog odstupanja pravedno raspodjeli. **Arhitekt regulatornog okvira** trebao bi omogućiti predvidivost cijene koštanja, što se posebno odnosi na mogućnost povrata kapitalnih troškova u razdoblju povrata investicije, i predvidivost varijabilnih troškova u razdoblju trajanja sklopljenih ugovora (npr. cijena po isporučenoj električnoj energiji krajnjem kupcu za godinu dana unaprijed).

3. MJERNA OPREMA, PREOSTALO OPTEREĆENJE I NADOMJEŠTANJE PODATAKA

3.1. Mjerna oprema nedovoljne razlučivosti

Stanje tehnike u elektroenergetskom sustavu trenutačno jest i može biti takvo da na dijelu mjernih mjesta nije ugrađena oprema koja omogućuje prikupljanje mjerenja isporuke i preuzimanja na razini vremenskog intervala (npr. 15 minutna rezolucija za potrebe planiranja rada sustava i odgovornosti za odstupanja). Pa tako slika 2. za jedan mjesec na ilustrativan način prikazuje mjerna mjesta bez mjerne opreme koja omogućava mjerenje na razini vremenskog intervala (**crvena**), mjernih mjesta kojima je naknadno u odnosu na godinu G ugrađena takva oprema (**plava**), mjernih mjesta kojima je u godini G već ugrađena mjerna oprema za mjerenja na razini vremenskog intervala i mjerni podaci su u tom mjesecu dostupni (**siva**), mjernih mjesta kojima je bila ugrađena takva oprema, ali mjerni podaci nisu uspješno preuzeti ili izmjereni u tom mjesecu (**zelena**), praznine predstavljaju obračunska mjerna mjesta koja su isključena s mreže, sve u tom mjesecu godine G, G+2 i G+10.

I mjerna mjesta bez odgovarajuće mjerne opreme („**crvena mjerna mjesta**“ na slici 2.) uzrokuju odstupanja kontrolnog područja, a koja onda **Operator kontrolnog područja** mora otklanjati, odnosno za koja **Subjekt odgovoran za odstupanja** mora izrađivati prognoze. Takva mjerna mjesta može se naknadno opremiti takvim mjerilima („**plava mjerna mjesta**“ u godini G+2 i godini G+10 u odnosu na godinu G na slici 2.). Za dio mjernih mjesta zbog različitih razloga (npr. komunikacijska oprema, kvar mjerila, testno razdoblje) unatoč tome što imaju ugrađenu mjernu opremu, mjerni podaci u dijelu ili svim vremenskim intervalima ne postoje ili nisu dostupni u trenutku izračuna odstupanja **Subjekta odgovornog za odstupanja** („**zelena mjerna mjesta**“ na slici 2.). Za „**crvena mjerna mjesta**“ i „**zelena mjerna mjesta**“ nije moguće čak ni odrediti njihovo ukupno ostvarenje u okviru vremenskog intervala, zbog postojanja gubitaka u distribucijskoj mreži koji se jednako tako ne mogu izravno mjeriti na razini vremenskog intervala (gubici zbog protjecanja električne energije, zbog praznog hoda, zbog nesavršenosti ili namjernog utjecaja na mjernu opremu, preuzimanje i isporuka bez mjerne opreme). Određivanje gubitaka u konkretnom vremenskom intervalu podrazumijevalo bi mjerenje sve preuzete električne energije u mrežu i mjerenje sve isporučene električne energije iz mreže na razini tog istog vremenskog intervala, što očito nije moguće zbog postojanja „**crvenih mjernih mjesta**“ i „**zelenih mjernih mjesta**“. Pojavljuju se slučajevi ulaska novih obračunskih mjernih mjesta (povećanje broja „**sivih mjernih mjesta**“ u posljednjem retku).



Slika 2. Ilustrativni primjer mjernih mjesta sa stajališta mjerne opreme i dostupnosti mjerenja

Radi jednostavnosti se može promatrati samo distribucijska mreža. Pretpostavimo da su dostupni mjerni podaci na svim mjernim mjestima prema susjednim distribucijskim sustavima, prijenosnim sustavima i mjernim mjestima na kojima se isporučuje električna energija u distribucijsku mrežu (dio „sivih mjernih mjesta“, slika 2.). U trenutku određivanja ostvarenja u nekom vremenskom intervalu (npr. jedan sat) poznata je dakle ukupna preuzeta električne energije iz susjednih distribucijskih i prijenosnih sustava i mjernih mjestima s kojih se isporučuje električna energija u mrežu (dio „sivih mjernih mjesta“, slika 2.). Dodatno, poznata je ukupna isporučena energija mjernim mjestima na kojima postoji odgovarajuće mjerilo i dostupan je mjerni podatak (dio „sivih mjernih mjesta“ i „plava mjerna mjesta“, slika 2.). Prema tim mjerenjima može se odrediti sve što je distribucijska mreža preuzela, što kada se oduzme od onoga što je izmjereno u vremenskom intervalu kao isporuka iz mreže, dobiva se ostatak (dalje: **Preostalo opterećenje**, isporuka na „crvenim mjernim mjestima“ i „zelenim mjernim mjestima“ te gubici). Unatoč tome što se prilikom izračuna ostvarenja **Preostalog opterećenja** koriste ostvarenja „plavih mjernih mjesta“ i „sivih mjernih mjesta“, ne može se tvrditi da vrijednosti **Preostalog opterećenja** ovise o stvarnoj potrošnji i isporuci električne energije na pojedinom ili svim tim mjernim mjestima, unatoč tome što se uslijed nemogućnosti izravnog mjerenja te vrijednosti koriste posredno za izračunavanje vrijednosti **Preostalog opterećenja**. Najčešća zablude nastupa kada se iz vjere u tu uzročno-posljedičnu vezu pokušava planirati. Naime, s obzirom da se glavnina „crvenih mjernih mjesta“ u 2017. godini odnosi na kategoriju kućanstva, ne može se tvrditi da potrošnja kućanstva ovisi o mjerenjima na „sivim mjernim mjestima“, koja su glavninom iz kategorije poduzetništvo i mjerna mjesta gdje se isporučuje električna energija u mrežu. Ispravno bi bilo tvrditi da potrošnja kućanstava, koja nemaju mjerenje na razini vremenskog intervala, ovisi o načinu potrošnje tih kućanstava, potrošnje koja čini najveći dio **Preostalog opterećenja**, i koja ovisi o samovolji i obrascima potrošnje tih kućanstava, a ne o protoku električne energije na pojedinim, grupama, ili svim „sivim mjernim mjestima“. Može se reći da taj protok ovisi o potrošnji tih kućanstava, odnosno njihova potrošnja je jedan od uzroka, a ti protoci su posljedica.

3.2. Preostalo opterećenje

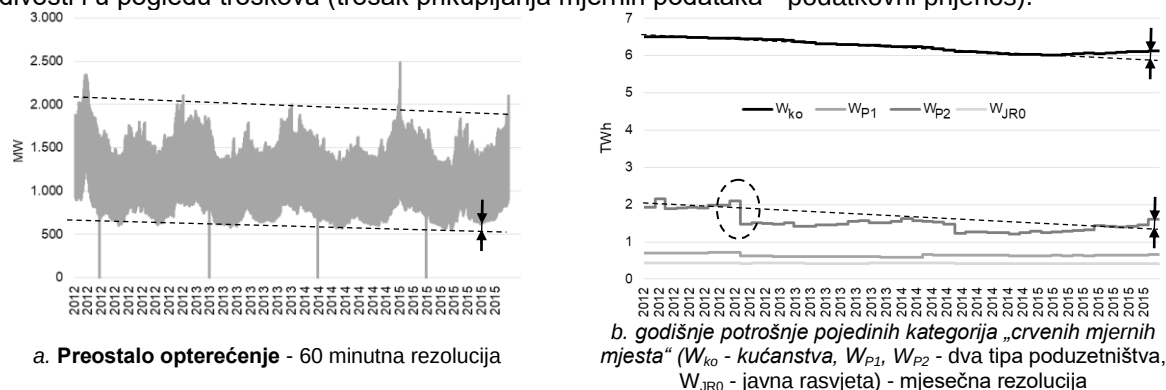
Nije moguće raspodijeliti **Preostalo opterećenje** (slika 3. a.) na **Subjekte odgovorne za odstupanja** na način da ostvarenje pojedinih grupa „crvenih mjernih mjesta“ i „zelenih mjernih mjesta“ na kojima se preuzima električna energija bude jednako onome što je fizikalno bilo ostvareno u tom vremenskom intervalu na tim mjestima ili grupama tih mjernih mjesta. Razlog tomu je to jer ono što je bilo fizikalno ostvareno zbog ograničenja mjerne opreme nije moguće utvrditi. Tu je temeljno ograničenje u određivanju fizikalnog ostvarenja mjernih mjesta s tehničkim ograničenjima, a i dok postoje takva mjerna mjesta postojati će i ograničenje u određivanju fizikalnog ostvarenja gubitaka u distribucijskoj mreži. Postizanje vjerodostojnosti oblika dijela ostvarenja koje proizlazi iz **Preostalog opterećenja**, obično se postiže istraživanjem oblika odabranih kategorija mjernih mjesta pomoću mjerenja (npr. kućanstva, javna rasvjeta, poduzetništvo), pa se onda prema tom mjeranju određuju parametri raspodjele **Preostalog opterećenja** za mjerna mjesta iz tih kategorija i gubitke za ubuduće, kako bi oblik bio čim vjerodostojniji.

Prema tome, potreban je umjetan, proizvoljan, ili kakav drugi način kako bi se jedna vrijednost **Preostalog opterećenja** u jednom vremenskom intervalu, raspodijelila na **Subjekte odgovorne za odstupanja**. Pri tome treba voditi računa o sljedećem: (i) da neizvjesnost pojedinog dijela tog **Preostalog opterećenja** koji se pridružuje **Subjektu odgovornom za odstupanja** ne bude veće od same neizvjesnosti tog **Preostalog opterećenja** (npr. uvodjenje parametara za raspodjelu čije vrijednosti nisu unaprijed poznate povećava neizvjesnost), (ii) da se neizvjesnost pravedno raspodjeli na pojedine grupe mjernih mjesta, (iii) da **Subjekt odgovoran za odstupanja** ima na vrijeme dostupne ulazne podatke koji će se koristiti za budući vremenski interval prilikom raspodjele tog **Preostalog opterećenja**, (iv) da pojedini dijelovi tog **Preostalog opterećenja** što je moguće više u vremenskoj seriji predstavljaju, za pojedine grupe tih „crvenih mjernih mjesta“ i „zelenih mjernih mjesta“, vjerodostojan oblik i potrošnju (npr. očekivani oblik potrošnje javne rasvjete, kućanstva, gubitaka), (v) da ukupna mjesečna energija koja proizlazi iz dijela tog **Preostalog ostvarenja** koji se pridružuje **Subjektu odgovornom za odstupanje**, čim više odgovara električnoj energiji koja se obračunava mjernim mjestima (dio „crvenih mjernih mjesta“ i „zelenih mjernih mjesta“), (vi) za **Operatora kontrolnog područja** važno je da uloge budu zadužene za kupnju cjelokupne količine **Preostalog opterećenja**, odnosno da zbroj razdijeljenog **Preostalog opterećenje**, ponovo da to isto **Preostalo opterećenje**, ni više ni manje, uvažavajući istovremeno da je ostali dio ostvarenja izmjereno (iz „sivih mjernih mjesta“) i kao takav pridružen **Subjektima odgovornima za odstupanje** prema mjerenjima u vremenskim intervalima.

Osiguravatelj elektroenergetskih podataka u pogledu **Preostalog opterećenja**, u kontekstu prognoze tog **Preostalog opterećenja** ima važnu ulogu. Naime, određivanje i objava nepotvrđenog **Preostalog opterećenja** primjerice dan za danom, ili vremenski interval za vremenskim intervalom, na

temelju mjerenja može uvelike smanjiti neizvjesnost tog **Preostalog opterećenja** za **Subjekta odgovornog za odstupanja**. Posljedično bi se doprinijelo otklanjanju odstupanja te uloge, pa odstupanja sustava, pa količina zakupljene rezerve za uravnoteženje, pa aktivacija energije uravnoteženja pa u konačnici i smanjenju troškova sustava. Dodatan koristan podatak predstavljao bi podatak o lokalnim ograničenjima u mreži (npr. podatak o očekivanim lokalnim zagušenjima i ostvarenim ograničenjima, odnosno preopterećenja pa prisilna ograničenja, kao i ispad pojedinih izvoda te otočni pogon).

Objava **Preostalog opterećenja** na temelju mjerenja zahtijevala bi podatke sa svih mjernih mjesta na kojima se mjeri i pohranjuje preuzimanje ili isporuka na razini vremenskog intervala („siva mjerna mjesta“, „plava mjerna mjesta“ i „zelena mjerna mjesta“), što treba razmotriti i u pogledu tehničke izvedivosti i u pogledu troškova (trošak prikupljanja mjernih podataka - podatkovni prijenos).



Slika 3. **Preostalo opterećenje** na satnoj razini za hrvatski elektroenergetski sustava od 2012. do 2015. i godišnje potrošnje pojedinih kategorija „crvenih mjernih mjesta“ i „zelenih mjernih mjesta“

Prognoza **Preostalog opterećenja** podrazumijeva prognozu svih ostvarenja na svim mjernim mjestima koja u nekom trenutku nemaju dostupno ostvarenje na razini vremenskog intervala („crvena mjerna mjesta“ i „zelena mjerna mjesta“) i gubitaka. Prognoza bilo kojeg ostvarenja, pa tako i **Preostalog opterećenja**, podrazumijeva dostupnost povijesnih podataka. To bi bili za **Preostalo opterećenje** podaci o mjernim mjestima koja zasigurno neće imati na raspolaganju ostvarenja na razini vremenskog intervala („crvena mjerna mjesta“) i mjernim mjestima s kojih nisu bili dostupni podaci („zelena mjerna mjesta“) i podaci o gubicima. Tu se pojavljuje osnovni čimbenik koji se očituje u tomu što se povijesni podatak o **Preostalom opterećenju** u prošlom mjesecu, u pravilu ne odnosi na obračunska mjerna mjesta na koja će se odnositi podatak o **Preostalom opterećenju** u sljedećem mjesecu. Na slici 2. to se može vidjeti usporedbom mjeseca u godini G, s mjesecima u godinama G+2 i G+10. Izraženost tog problema postaje sve veća u slučaju opremanja velikog broja mjernih mjesta s opremom koja može mjeriti ostvarenje na razini vremenskog intervala, a čimbenik može predstavljati i prelazak manjeg broja mjernih mjesta s velikom potrošnjom (prelazak „crvenih mjernih mjesta“ u „plava mjerna mjesta“ na slici 2., iz prakse smanjenje godišnje potrošnje u kategoriji W_{P2} u 2012. za 0,5 TWh, slika 3. b.). Dodatni čimbenici su isključenje pojedinih mjernih mjesta (praznine na slici 2.) i slučajevi kada nije dostupan ili izmjeren podatak sa „sivih mjernih mjesta“ koja imaju odgovarajuću mjernu opremu („zelena mjerna mjesta“ na slici 2.).

Problemu pojave slučajeva sa slike 3. iz prethodnog paragrafa, može se doskočiti s informacijama kojima se mogu modelirati ovi učinci, a koje bi osigurao **Osiguravatelj elektroenergetskih podataka**. Te informacije su: (i) povijesni podaci o godišnjim i mjesečnim potrošnjama „crvenih mjernih mjesta“ po pojedinim kategorijama u pojedinim mjesecima (npr. javna rasvjeta, kućanstva, poduzetništvo, slika 3. b.), (ii) klasifikacija podataka po kategorijama i pripadnosti pojedinim klimatološkim područjima, (iii) povijesni podaci po mjesecima o mjernim mjestima koja inače imaju mogućnost mjerenja na razini vremenskih intervala, ali podaci o njima nisu bili dostupni („zelena mjerna mjesta“), (iv) najava o prelasku mjernih mjesta iz kategorije „crvenih mjernih mjesta“ u „plava mjerna mjesta“ s podacima te (v) najave o mjerama za smanjenje pojedine komponente gubitaka. S ovim informacijama **Subjekt odgovoran za odstupanja** mogao bi modelirati ove učinke u sustavu za prognoziranje, odnosno s dostupnošću ovih podataka smanjila bi se objektivna neizvjesnost **Preostalog opterećenja**, subjektivna obuhvaća manjkavost matematičko-statističkih modela prognoziranja.

3.3. Nadomještanje mjernih podataka

U slučaju kada se na pojedinim mjernim mjestima koja su inače opremljena s opremom za mjerenje na razini vremenskog intervala („siva mjerna mjesta“, „zelena mjerna mjesta“ i „plava mjerna mjesta“) pojavljuju nedostajući podaci u dijelu mjernih intervala ili se mjerilo uopće ne uspije očitati ili se pojavi manjkavost s mjerilom, potrebno je mjernim mjestima pridružiti u vremenskim intervalima odgovarajuće vrijednosti. Fizikalno ostvarenje tih mjernih mjesta, barem u vremenskim intervalima bez podatka, će biti sadržano u **Preostalom opterećenju**.

Jedan način na koji se može postupati u takvim slučajevima je da se nedostajuće vrijednosti za mjerno mjesto („zeleno mjerno mjesto“) nadomjesti na temelju ostalih podataka odnosno povijesnih podataka i da se u izračunu koriste kao da se radi o mjernim podacima preuzetim s mjerila, što znači da će se **Preostalo opterećenje** s tim mjernim mjestom umanjiti za te vrijednosti i na taj način pokušati dobiti vjerodostojno ostvarenje svih „crvenih mjernih mjesta“ i gubitaka. Zsigurno je potrebno odabrati takvo rješenje koje će čim manje narušiti predvidivo **Preostalo opterećenje** (ostvarenje „crvenih mjernih mjesta“ i gubitaka), zbog toga jer se **Preostalo opterećenje** odražava na dio **Subjekata odgovornih za odstupanja** pa samim time i na njihova odstupanja. Umanjivanjem **Preostalog opterećenja** za te iznose dobilo bi se korigirano **Preostalo opterećenje**, dobiveno umjetnim izuzimanjem procijenjenog ostvarenja „zelenih mjernih mjesta“. Takvo mjerno mjesto bi se moglo tretirati i kao ostala „crvena mjerna mjesta“.

3.4. Postupanje u slučaju naknadno utvrđene pogreške

Ponekad se može naknadno utvrditi kako je na nekom od mjernih mjesta utvrđena gruba pogreška u mjerenju ili da neko mjerno mjesto nije bilo uključeno u izračune te da je zbog toga nastupila pogreška koja se odražava na **Preostalo opterećenje**, pa i na sve **Subjekte odgovorne za odstupanja** koji imaju „crvena mjerna mjesta“. U takvim slučajevima potrebno je razmotriti sljedeće: (i) hoće li se u svim slučajevima provoditi ispravci ili samo gdje je riječ o većoj pogrešci?, (ii) na koji način će se ispravci odražavati na računovodstveno poslovanje?, (iii) je li potrebno ispravke provesti odmah ili u unaprijed određenim terminima?, (iv) u slučaju konkretnog prigovora treba li provoditi ispravke samo za subjekta koji se žalio ili za sve subjekte na čija ostvarenja se prema matematičkim postupcima ta pogreška odražava?, (v) na koji način i u kojoj mjeri se ispravka odražava na pojedine **Subjekte odgovorne za odstupanja**? Svakako da bi u složaju u kojemu nije predviđeno otklanjanje uočenih pogrešaka, predvidivost ostvarenja bila manja, a samim time i odstupanja u prognozama lošija.

4 IZRAČUNI ODSUPANJA

4.1. Trgovinske transakcije

Arhitekt regulatornog okvira samom implementacijom načina na koji se računaju odstupanja može imati utjecaj na rad **Subjekta odgovornog za odstupanja**. Prilikom izračuna odstupanja, osim što se treba odrediti ostvarenje (proizvodnja i potrošnja odnosno preuzimanje i isporuka), potrebno je odrediti i konačne trgovinske pozicije prema kojima se utvrđuje odstupanje u proizvodnji i potrošnji odnosno u preuzimanju i isporuci ili jedinstveno odstupanje **Subjekta odgovornog za odstupanja**.

Prethodno izračunu odstupanja određuje se trgovinska pozicija. Naime, odstupanje se dobiva iz trgovinske pozicije i ostvarenja **Subjekta odgovornog za odstupanja**. Trgovinska pozicija bi trebala uvažiti ukupnu količinu protrovanje električne energije na veleprodajnom tržištu električne energije prije stvarnog vremena (bilateralno, organizirano) i količinu protrovanje energije uravnoteženja **Pružatelja fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu** (neposredno prije ili tijekom stvarnog vremena).

4.2. Pružatelj fleksibilnosti ina obračunskom mjernom mjestu

Poseban problem predstavlja slučaj kada **Pružatelj fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu** aktivira resurse i na zahtjev **Operatora kontrolnog područja**, bez utjecaja ili saznanja o toj aktivnosti od strane **Subjekta odgovornog za odstupanja**. Resursi koji se aktiviraju u tom slučaju mogu pripadati različitim **Subjektima odgovornim za odstupanja**, a izvjesna je pojava slučaja kada se aktivirana energija uravnoteženja ne može bez konvencije (aproksimativna metoda) raspodijeliti na pojedine **Subjekte odgovorne za odstupanja**. U sustavima za prognozu **Subjekt odgovoran za odstupanja** trebao bi uvažiti aktivaciju tih resursa u svome ostvarenju (učinak samovolje **Operatora kontrolnog područja**) kao što bi se uslijed te aktivnosti trebala na odgovarajući način prilagoditi trgovinska pozicija, jer bi u protivnom **Subjekt odgovoran za odstupanja** mogao imati odstupanje koje je

rezultat djelovanja **Operatora kontrolnog područja**, a na koje nije mogao utjecati te bi on morao i imati podatke o tome.

4.3. Nezavisnost odstupanja u proizvodnji i potrošnji odnosno preuzimanju i isporuci

Može se reći da su prognoze ostvarenja proizvodnje i potrošnje međusobno nezavisne ili zanemarivo zavisne. Ukoliko **Subjekt odgovoran za odstupanja** ima mjerna mjesta i proizvodnje i potrošnje odnosno i preuzimanja i isporuke, utoliko se može reći da za njega neće biti svejedno računa li se i plaća za odstupanje proizvodnje odnosno isporuke odvojeno ili posebno za odstupanje potrošnje odnosno preuzimanja u odnosu na slučaj kada bi se računalo samo jedno neto odstupanje svih njegovih mjernih mjesta u cjelini. Naime, ukoliko je **Subjekt odgovoran za odstupanja** odgovoran posebno za odstupanje u proizvodnji odnosno isporuci te posebno za odstupanje u potrošnji odnosno preuzimanju, utoliko će njegova količina odstupanja biti veća, odnosno time će se poticati na dodatno poboljšanje planiranja. Sa stajališta **Operatora kontrolnog područja**, u tom slučaju neće se moći dogoditi slučaj da se **Subjektu odgovornom za odstupanja** isplati promjenom potrošnje ili proizvodnje smanjivati vlastito neto odstupanje kada ta promjena povećava apsolutni iznos ukupnog odstupanja elektroenergetskog sustava. Iz navedenog proizlazi da bi to dovelo do poboljšanja u ukupnom odstupanju kontrolnog područja, odnosno smanjila bi se neizvjesnost ostvarenja sustava.

5. ZAKLJUČAK

Mogućnost izgradnje kvalitetnog sustava za prognoziranje proizvodnje i potrošnje odnosno preuzimanja i isporuke električne energije, ovisi o načinu na koji subjekti obavljaju pojedine uloge u elektroenergetskom sustavu obavljaju u modelu tržišta (objektivno - okvir u primjeni, subjektivno - doktrine). Ovisi i o stanju tehnike što se odnosi na dio mjernih mjesta čije se ostvarenje određuje konvencijom (**Preostalo opterećenja**), kao i općenito na pravovremenu dostupnost i kvalitetu potrebnih povijesnih podataka i podataka o stanju u budućnosti. Sva ta gledišta je pri osmišljavanju potrebno uvažiti.

Postoji niz učinaka koji su trenutačno zanemarivi, ali koji bi u sljedećim desetljećima mogli postati značajni te ih je prilikom dugoročnog promišljanja o budućem razvoju potrebno vrednovati, odnosno prilikom osmišljavanja modela tržišta i sustava prognoziranja te prilikom ugradnje mjerne opreme i njihovog povezivanja u upravljačkim i informacijskim sustavima.

6. LITERATURA

- [1] E. Cerqueira, A. Dallagi, R. Belhomme, M. Trotignon, R. Jover, L. Glorieux, „A methodology for the analysis of market designs at the horizon 2030“, CIGRE 2016, Paris
- [2] ENTSO-E, „The harmonised electricity role model“, VERSION: 2017-01, https://www.entsoe.eu/Documents/EDI/Library/HRM/Harmonised_Role_Model_2017-01.pdf
- [3] D. Brkić, Ž. Rajić, „Obračun energije uravnoteženja i obveze tržišnih sudionika tijekom trajanja otočnog pogona prouzročenog višom silom“, HRO CIGRE, 2015., Šibenik
- [4] D. Brkić, „Pogled na mogući tijek razvoja obračuna energije uravnoteženja subjektima odgovornim za odstupanje“, HRO CIGRE 2015., Šibenik
- [5] M. Klepo, A. Čurković, „Utjecaji pokazatelja pojave stanja vjetra i nekih pogonskih zahtjeva u složenom modelu pogonskih stanja vjetroelektrane“, HRO CIGRE, 2014., Opatija
- [6] D. Vidović, I. Štritof, M. Skok, „Meteorološki model satnog predviđanja dnevne krivulje opterećenja u elektroenergetskom sustavu“, HRO CIGRE, 2017., Šibenik
- [7] L. Wagmann, S. Žutobradić, Ž. Rajić, B. Makšijan, „Uloga operatora distribucijskog sustava u novom modelu energetskeg tržišta u energetskeg uniji“, HRO CIGRE, 2016., Osijek
- [8] D. Brkić, S. Žutobradić, M. Poljak, „Strategija kao vještina i strateški dokument kao alat“, HRO CIGRE, 2017., Split
- [9] D. Beljan, A. Brajko, L. Pehar, H. Klicper, G. Sarajlić, „Obnovljivi izvori energije na unutardnevnom tržištu električne energije“, HRO CIGRE, Šibenik 2017.