

Sustavsko mišljenje i elektroenergetsko tržište u teoriji²

Sažetak: Hrvatski elektroenergetski sustav početkom XXI. stoljeća postupno je ulazio u stanje višumnosti³. Stanje višumnosti podrazumijeva više samostalnih subjekata koji imaju međusobne interakcije i individualne interese (neki podskup subjekata može imati zajedničke interese). Razmatranje korištenja tehnika u elektroenergetskom sustavu i njegovo projektiranje (ne samo fizičkog dijela) u takvom je stanju usloženo. Ne olakšava ga ni utjecaj tehnika čije prognoze imaju veće pogreške (inputi iz solarnih i vjetroelektrana, električnih automobila itd.) kao ni uvođenje dodatnih koncepata (npr. energetske zajednice). Uz neodgovarajući način mišljenja i simboličkog označavanja (prepoznavanja) pojmova (uloge, interakcije, pojave) razumijevanje takvog stanja je otežano. Time se pojavila potreba za korištenjem sustavskog mišljenja koje se u radu primjenjuje i djelomično opisuje. Njim je u svrhu olakšanja u razumijevanju definiran simbolički model označavanja pojmova (grafičko i tekstualno) s primjerima. U radu se podrazumijeva zonalni pristup i samostalni dispečerski model.

Ključne riječi: sustavsko mišljenje, energetika, uravnoteženje, električna energija

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

² Ova inačica rada dopunjena je u odnosu na prvotno objavljenu inačicu rada na stranicama HRO CIGRÉ-a krajem 2020. za 9. Simpozij povijest i filozofija tehnike

³ U niz *Manualia Universitatis studiorum Zagrabienensis* uvrštena je knjiga *Tržište električne energije* iz 2009. autora Seid Tešnjak, Eraldo Banovac i Igor Kuzle, izdavača Graphis. U njoj je iz tadašnjeg konteksta dat doživljaj autora o predmetnom preoblikovanju elektroenergetskih sustava iz hrvatske perspektive s međunarodnim primjerima. Tu su opisani čimbenici povezani s tržištem (npr. spajanje tvrtki, tržišna moć, zaštita potrošača), raspravljani su pojmovi (npr. »deregulacija«, op. u engleskom jeziku *deregulation*, *liberalisation*, *restructuring*), metode regulacije (npr. regulacija stopom povrata) i određene su smjernice.

Uvod⁴

Definicija sustavskog mišljenja (razmišljanja, *mindset*) preuzeta je iz knjige Jamshida Gharajedaghia⁵ [1]. Taj način mišljenja traži poznavanje apstraktnih pojmova (npr. jednomumni sustav, višeumni sustav⁶). Primjena sustavskog mišljenja podrazumijeva razdvajanje sustava (u mišljenju) na dovoljan broj uloga i pojava (djeljivi / modularni pristup, lat. *bene docet, qui bene distinguit*). Promatra interakcije u različitim stanjima (npr. sukob, konkurencija). Ono razmatra rješenja sukoba kod interakcija na različite načine (npr. »riješiti«, »razriješiti«⁷). To mišljenje sagledava: interakcije između subjekata (npr. diplomacija); subjekata i pojava (npr. operatora prijenosnih sustava i velikog ispada proizvodnih jedinica, slika 6.); i pravilnosti između pojava (npr. objedinjeni trojni odnos cijena odstupanja, cijena regulacijskih energija i odstupanja subjekata [3]). Sustavsko mišljenje podrazumijeva i bavljenje sustavom koristeći neuobičajene koncepte (npr. »izranjajuće svojstvo«, »multidimenzionalnost«⁸, »kontrainutitivnost«). Ono preusmjerava specijalizaciju s dijelova sustava na sustav kao cjelinu⁹. Sustavski pristup ne može se svesti na analitički (ako se koristi samo analitički način mišljenja riječ je o jednodimenzionalnosti). Izlazi na kraj sa stanjem gdje »sve« ovisi o »svemu ostalom« (koncept »otvorenosti« uz primjenu »holizma«).

Planiranje, izgradnja i održavanje elektroenergetske mreže; izgradnja i priključenje postrojenja za proizvodnju električne energije na mrežu; priključenje instalacija potrošača na mrežu; proizvodnja električne energije koja se isporučuje u mrežu; te isporuka i naplata energije 'potrošačima'

⁴ U tekstu: riječi u polunavodnicima predstavljaju nazive za pojmove koji su definirani i dosljedno primjenjivani u radu; u dvostrukim navodnicima su riječi u prenesenom značenju te nazivi pojmova koji su korišteni za specifični kontekst; koriste se kraći nazivi za pojmove definirane u radu (npr. operator za 'operatora prijenosnog sustava').

⁵ Jamshid Gharajedaghi (r. 1940.), iransko-američki organizacijski teoretičar i savjetnik za menadžment

⁶ U [1] su *uni-minded* i *multi-minded* prevedeni s »jednorazumski« i »višerazumski«, a ovdje su ti pojmovi prevedeni s jednomumni i višeumni, jer se po postavkama sustavsko mišljenje bavi »izranjajućim svojstvima« i načelom »svrhovitosti« kao kriterijima po kojima se odlučuje. Naime, pojam razum (*ratio*) ograničen je diskurzivnom spoznajom (spoznajnom prirodnih znanosti), a um (*intellectus*) može dosegnuti i intuitivnost (humanističke znanosti, op. »izranjajuće svojstvo«, »svrhovitost«), T. Ivančić, »Fides 2 tratio nakon deset godina«, Bogoslovska smotra, Vol. 78 No. 4, 2008., https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=50450, pristup 28. 10. 2020.

⁷ »riješiti« znači dati najbolji ishod za jednu stranu na trošak druge strane, a »razriješiti« znači ići k tijeku događaja koji će barem minimalno zadovoljiti obje strane [1].

⁸ »multidimenzionalnost« je sposobnost razmatranja dopunjujućih odnosa koji imaju suprotstavljajuće tendencije i stvaranje skladnih cjelina iz neprikladnih dijelova {npr. »kompromis«, op. kompromisima se po Slobodanu Prosperovu Novaku (r. 1951.) bavio Nikola Vitov Gučetić (r. 1549.) u knjigama *Governo della Famiglia* i *Dello stato delle Repubbliche*} [1], npr. u elektroenergetici »[i]n comparison to other investigated combinations of the price components this solution is considered to provide the best trade-off between the conflicting objectives (op. suprotstavljajuće tendencije) of low balancing cost and sufficient incentive to submit bids for direct activation« [16]. Za stvaranje skladnih cjelina iz neprikladnih dijelova koristi se kod tržišta pojam *seams*, Florence School of Regulation (2017), *Seam issues in electricity market integration, US vs EU | Online debate recording*, <https://www.youtube.com/watch?v=UerHK6DQH64>, pristup 4. 8. 2020.

⁹ »I hold it impossible to know the parts without knowing the whole, or to know the whole without knowing the parts in detail«, *The Thoughts of Blaise Pascal*, 1669., <https://oll.libertyfund.org/>, pristup 15. 2. 2020.

uvelike su »samorazumljive«¹⁰ (planiranje donekle). U sustavu postoje subjekti čije djelatnosti nisu samorazumljive, a oni se trude biti što učinkovitiji (što se odražava na financijske rezultate njihova poslovanja). Time dovode vlastito poslovanje, a idejno i sustav do optimalne točke (projektiranje tržišnog modela, optimalni energetska miks, *security of supply*¹¹, *Pareto efficiency*¹² i sl.). Ideja je bila definirati uloge i djelatnosti subjekata čije su zadaće manje poznate, kako bi se prepoznali načini za olakšavanje njihova djelovanja k širem društvenom blagostanju (lat. *obliti privatorum publica curate*, engl. *social welfare*). To je u radu i učinjeno, a u podrubnicama se mjestimično ukazuje na relevantne materijale šireg sadržaja.

Iskorišten je univerzalni model uloga na tržištu električne energije koji razvijaju tijela za: trgovanje (EFET), prijenosne sustave (ENTSO-E) i razmjenu poslovnih informacija (ebIX) (*The harmonised electricity role model*)¹³ [2]. Taj model nije bio službeno prihvaćen (propisan) u Hrvatskoj, a njegova je svrha normizacija kod razmjene poslovnih podataka među subjektima. Tim se modelom mogu uvelike razjasniti europski tržišni modeli (pa i hrvatski) te je stoga u radu iskorišten. Tu je fokus (kao i u radu) stavljen na projektiranje modela interakcija između subjekata ('apstraktni sustav'), umjesto na fizičku elektroenergetsku mrežu kao pseudozadanu stavku ('fizički sustav'). Iz tog modela mogu proizići tržišni modeli (engl. *market models*) različitih složaja (»struktura«) s različitim funkcijama koji bi mogli biti prikladni za različite procese (koncepti: »množina funkcije«, »množina strukture«, »množina procesa« [1]).

Ideja je bila napisati rad koji ne traži predznanje o sustavima (ni hrvatskom), a čiji se simbolički sustav može koristiti za njihovo opisivanje (pojam *lower-context culture* koji je uveo Edward T. Hall 1976.¹⁴). Tako su izbjegnuti službeni nazivi i pojmovni sustav kada je to doprinosilo toj ideji. Ideja simboličkog sustava bila je predstaviti mogućnosti od kojih je trenutačno stanje u Hrvatskoj podskup. Stoga, simbolički sustav ni ostali sadržaj rada ne treba

¹⁰ Oko samorazumljivosti pojmova: fizičar Warner Haisenberg je upitao filozofa Martina Heideggera »Što je to fizika?«, Nino Raspudić 20. prosinca 2019., HTV *Peti dan*.

¹¹ Prema *International Energy Agency* (IEA) *security of supply* podrazumijeva i pristupačnu cijenu energenata (engl. *affordable price*), izvor: <https://www.iea.org/topics/energysecurity/>, pristup 01.08.2018. Stanje gdje »sigurnost opskrbe« nije bila ispunjena bilo je 1971. kada je 7,8 % godišnje potrošnje Republike Hrvatske bilo prisilno ograničeno u tri mjeseca, Cvetković Zorko (2009), *Život s elektroprivredom*, Kigen.

¹² To stanje se definira kroz postojanje složaja subjekata, uvjeta i uloga, u kojem se korist jednog subjekta može smanjiti samo na način da se smanji korist nekog drugog subjekta. Razlikuje se od *Nash equilibrium*, kod kojeg niti jedan subjekt ne može povećati svoj profit jednostranom prilagodbom svoje odluke (op. npr. u monopolu može), Kirschen S. Daniel, Strbac Goran (2019.), *Fundamentals of power system economics*, drugo izdanje, John Wiley & Sons Ltd.

¹³ EFET – *European Federation of Energy Traders*, ENTSO-E – *European Network of Transmission System Operators*, ebIX – *European forum for energy Business Information eXchange*.

¹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/High-context_and_low-context_cultures, pristup 29. 11. 2019., Edward T. Hall (r. 1914.), američki antropolog

brkati s interpretacijama pozitivnih propisa u Republici Hrvatskoj jer rad (iako je u napisan u prezentu) ne predstavlja trenutačno stanje u Republici Hrvatskoj nego zamišljene teorijske opise ('apstraktnog sustava'). Osim toga primjeri u sadržaju rada odnose se gotovo isključivo na nevažeće (povijesne) propise.

Rukovodilo se načelom Josepha Ratzingera¹⁵ po kojemu čiste činjenice bez riječi, bez osmišljenja, tonu u ništavnost jednako kao i čiste riječi kojima ne odgovara nikakva stvarnost [4]. Prema tom načelu, uz teorijski opis modela istomjesno su mjestimično naznačene činjenice iz hrvatske i strane prakse. To je učinjeno i stoga jer se sadašnjosti pojedinačnih ljudi razlikuju jedna od druge (sv. Augustin) [4]. Tako su za mjesta gdje se očekuju različita poimanja, pridružene činjenice koje potkrepljuju izneseno.

Razvoj simboličkog sustava je inspiriran radovima [1], [2], [5-7] i [11].

Za razmatranje modela u odsječku 2. nije nužno razmatrati tri primjera u odsječku 1. Ti primjeri sustavsko mišljenje opisuju situacijama umjesto konstatacijama. U prvim pododsječcima odsječka 2. uglavnom se nabraja pojmove uz pripadna objašnjenja što smanjuje čitkost, dok se uz pretpostavku poznavanja tih pojmova u zasebnom pododsječku daje sažet opis sustava. Čitkost teksta veća je preskoči li se sadržaj u zagradama koji nije nužan za početno upoznavanje sa simboličkim sustavom.

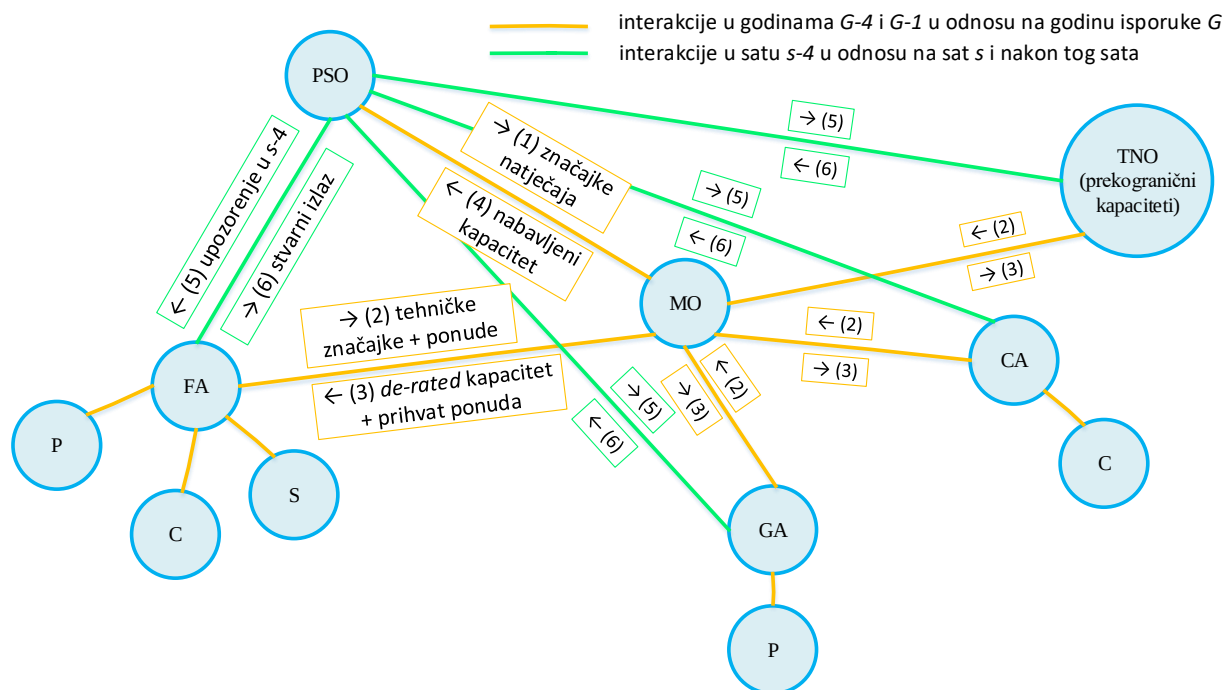
1. Primjeri sustavskog mišljenja

1.1. Britansko-francuski pristup sadašnjoj budućnosti

U radu autora iz *EDF Energy, EDF Reaserch and Development* i *R&D UK Centre* [5] objavljenom 2016. godine prikazani su rezultati primjene metodologije na jedanaest stranica. Cilj te metodologije bio je stvoriti objedinjenu i sustavnu viziju uloga i interakcija. Razrađeni su scenariji elektroenergetskog sustava za jedno i pol desetljeće unaprijed (od 2016. do 2030.).

Rad tekstualno i grafički (šest slika, četiri tipa slika) objedinjuje: elektroenergetska tržišta (engl. *forward market, retail market, day ahead energy market, balancing market, ancillary market* i sl.), vremenske epohe (engl. *long term, medium term, short term, post delivery*), funkcije vođenja (engl. *maintance schedule programming, power flow management* i sl.), sekundarne podsustave (engl. *energy efficiency, CO₂ market, green certificates, other pollutant markets, guarantee of production origins*) te obračunski dio (engl. *settlement for all layers*). Primjer jednog od četiri tipa grafičkih prikaza daje slika 1.

¹⁵ Joshep Ratzinger (r. 1927.), njemački teolog, papa Benedict XVI



Sl. 1.: Tržište kapaciteta: uloge (P – proizvođač, C – potrošač, S – skladište, FA – objedinitelj fleksibilnosti, CA – objedinitelj potrošnje, GA – objedinitelj proizvodnje, TNO – operator prijenosnog sustava, PSO – operator snage sustava Power System Operator, MO – operator tržišta) i interakcije, prevedeno i preuzeto iz [5]¹⁶

Na toj se slici daje sustavski prikaz tržišta kapaciteta (engl. *capacity market*) u tom primjeru¹⁷. Dugoročna vremenska epoha (engl. *long term*) za to tržište iznosi od četiri do jedne godine prije razdoblja za koje se odvija isporuka proizvoda (»G-4«, »G-1« za »G«¹⁸). To je podsustav kojim se osigurava (potiče) raspoloživost kapaciteta za kritične situacije (engl. *stress period*) (npr. to je bitno za Belgiju¹⁹).

¹⁶ Slika je dopunjena kvadratičnim oblačićima na tri zelene crte i u legendi, a brojevi su prilagođeni rednim brojevima koraka postupka.

¹⁷ Europska komisija (EC) je (2016) utvrdila 36 različitih »mehanizama« za razvoj kapaciteta u jedanaest razmatranih država članica. Podijelila ih je na tri vrste »ciljnih« (strateške rezerve – zadana količina kapaciteta stavlja se van tržišta i koristi u kritičnim situacijama, pozivi na podnošenje ponuda za novi kapacitet – za ulagače u nove projekte zadanog kapaciteta, plaćanja za korištenje kapaciteta temeljena na cijeni – administrativna cijena se isplaćuje podskupu kapaciteta na tržištu) i tri vrste »na razini tržišta« (modeli središnjeg kupca – središnji kupac kupuje zadani kapacitet za potrošače u ime obračunatelja, programi decentralizirane obveze – obračunatelji imaju obvezu sami ugovoriti zadani kapacitet za potrošače, plaćanja za korištenje kapaciteta temeljena na cijeni - administrativno plaćanje dostupno svim sudionicima na tržištu). Od njih razlikuje »programe upravljanje potrošnje« (*demand-response schemes*) utvrđene u šest od jedanaest država. »Završno izvješće o sektorskom istraživanju o mehanizmima za razvoj kapaciteta«, https://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/capacity_mechanisms_final_report_hr.pdf, pristup 23. 10. 2020., popratni dokument: https://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/capacity_mechanism_swd_en.pdf, str. 50-51.

¹⁸ G ovdje označava godinu na koju se odnosi isporuka proizvoda, a brojevi označavaju broj godina od te godine.

¹⁹ Podaci o isplativosti plinskih elektrana po godinama u Belgiji, str. 33., CREG (2019), *Study on the functioning and price evolution of the Belgian wholesale electricity market – monitoring report 2018.*, dostupno na: <https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Studies/F1958EN.pdf>, pristup 10.12.2019. Sustavi prije 2019., str. 46.-47., ACER (2019), *ACER Market Monitoring Report 2018 – Electricity Wholesale Markets Volume*, <https://www.acer.europa.eu>, pristup 27.11.2019. Najava iz 2019. o dodatnom sustavu poticanja, CREG (2019), *Note on the implementation of a scarcity pricing mechanism in Belgium*, <https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Notes/Z1986EN.pdf>, pristup 16. 12. 2019. To je primjer u paradigmi sa zonalnim pristupom gdje uz tržište energije postoji dodatan sustav za kapacitete, a on može postojati i u

Takvi se podsustavi uvode kada u sadašnjoj budućnosti istodobno postoji: i procjena potrebe za novim kapacitetima (ILI za ostankom postojećih neisplativih kapaciteta) s ciljem namirenja potrošnje (ciljno stanje fizičkog sustava); i procjena da bez tog podsustava subjekti u sustavu (zbog neisplativosti, npr. zbog *missing money problem* kod formiranja cijene na burzi s *marginal pricing method*²⁰, pogledati oko ovih pojmova popis engleskih naziva i sintagmi na kraju rada) neće imati osigurane kapacitete do potrebne razine za sustav (manjkavost apstraktnog sustava za postizanje sustavskog optimuma, engl. *market failure*²¹). Tu je riječ o postizanju »dugoročnog optimuma« u projektiranju tržišta (npr. dugoročna sigurnost opskrbe) koji može bitno smanjuje »kratkoročni optimum« (npr. povećanje potrošačke cijene uz jednaku srednjoročnu sigurnost opskrbe). Opisivanje te svrhe je primjena koncepta »svrhovitosti« [1].

Prema [5] uloga PSO nabavlja kapacitet posredno preko uloge MO od posrednika (FA, GA i CA)²². Nakon što je nabavljen kapacitet, kod potrebe za aktivacijom četiri sata prije aktivacije uloga PSO obavještava posrednike o potrebi za aktivacijom. Nakon toga slijedi aktivacija pa nakon isporuke obračun za količine energije iz aktivacije.

1.2. Gharajedaghi i Commonwealth

Vijeće europskih regulatora energije (CEER) pozabavilo se »izranjajućim svojstvima«²³ kao čimbenicima koji odvrćaju potrošače od prelaska k povoljnijim 'obračunateljima na sučelju s

alternativnoj paradigmi sa čvorišnim pristupom. U američkom PJM-u udio troška za kapacitete u ukupnom veleprodajnom trošku (*wholesale cost*) od 2009. do 2017. iznosio je od oko 15 do oko 30%, dok se uz zanemarenje troškova pomoćnih usluga (*ancillary services*) ostatak odnosio na trošak energije, Hung-po Chao (2019), *Electricity market reform to enhance the energy and reserve pricing mechanism: Observations from PJM*, <https://www.newton.ac.uk/files/seminar/20190107160017001-1481148.pdf>, pristup 19. 12. 2020.

²⁰ Pogledati poglavlje „4.2.1 Electricity ‘pay as clear’ markets“ na str. 10. u ACER (2021.), *HIGH ENERGY PRICES*, te poglavlje „3.2 High gas dependency and low electricity interconnectivity increases a country’s exposure to high electricity prices“ i „4.2 ‘Pay-as-clear’ market design enables recuperation of higher capital costs and helps smooth volatility“ na str. 5. i str. 11. u ACER (2021), *ACER’s Preliminary Assessment of Europe’s high energy prices and the current wholesale electricity market design Main energy price drivers, outlook and key market characteristics PART*, oba dokumenta dostupna ovdje, https://extranet.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/ACER's%20Preliminary%20Assessment%20of%20Europe's%20high%20energy%20prices%20and%20the%20current%20wholesale%20electricity%20market%20design.pdf, pristup 16. 11. 2021.

²¹ To je stanje gdje na slobodnom tržištu postoji neučinkovita raspodjela dobara i usluga. U tom stanju individualne racionalne odluke dionika ne vode do racionalnih ishoda za društvo, <https://www.investopedia.com/terms/m/marketfailure.asp>, pristup 15. 12. 2020. Pojava takvog stanja se prevenira intervencijama u sustav (npr. promjena pravila, prihodi za kapacitete uz prihode za energiju).

²² Uloga FA je posrednik za sve tipove kapaciteta P, C i S; uloga GA za tip P; uloga CA za tip C; »TNO (prekogrančni kapaciteti)« za kapacitete izvan nacionalnog sustava, nazivi oznaka su uz naziv slike.

²³ »izranjajuća svojstva« (npr. život, ljubav, sreća, uspjeh i sl.) su ona koja se ne pokoravaju ni jednom od pet čovjekovih osjetila; ne mogu se izravno mjeriti; ako je mjerenje potrebno mogu se mjeriti samo njihove manifestacije (op. npr. anketama); ne mogu biti analizirana; ne može im se manipulirati analitičkim alatima; ne pokoravaju se

mrežom' (osjećaj o nedovoljnoj novčanoj uštedi u odnosu na trud uložen u promjenu 'obračunatelja', manjak povjerenja prema 'obračunateljima', zadovoljstvo i odanost prema trenutačnom obračunatelju)²⁴. Postoje takvi europski primjeri glede obrade izranjajućih svojstava. Ipak, odabran je rad američkog autora jer u jedinstvenom sadržaju cjelovitije obuhvaća dionike.

U knjizi [1] opisano je iskustvo do preoblikovanja energetskeg sustava Commonwealtha. Sustav je preoblikovan uz polazište da je sustav, uz nepromijenjenu okolinu, uništen preko noći (op.²⁵ apstraktni sustav ne fizički sustav). U ovom odsječku ukratko će se predstaviti gledišta dionika koji su bili izravno pogođeni izvedbom sustava, a koji su mogli imati utjecaj na stvaranje tadašnje budućnosti tog sustava. To je dio sadržaja koji opisuje Gharajedaghievo iskustvo u Commonwealthu. U ovom su primjeru, dakle, opisane psihološke pojave kod interakcija u elektroenergetskom sustavu (izranjajuća svojstva).

Dioničari su zbog promjena koncesija i promjena u poslovnoj okolini prestajali smatrati ulaganje u sustav energije Commonwealth sigurnim. Donositelji pravila bili su izloženi dvama različitim očekivanjima. Očekivanjima političara i očekivanjima boraca za zaštitu okoliša koji su promicali skupe socijalne mjere. Što se tiče tih mjera, javnost i političari tražili su smanjenje takvih mjera, s ciljem zadovoljenja korisnika (op. potrošača) i s ciljem promicanja ekonomskog razvoja. Tako su donositelji pravila tražili nekoga tko će ponuditi inovativna rješenja. Javnost je bila zabrinuta zbog prijetnji proizvodnje i potrošnje energije okolišu te je podržavala korake k zaštiti od onečišćenja. Javnost je smatrala da ti potezi mogu biti uz manju cijenu [1].

Zaposlenici Commonwealtha željeli su stalan posao i kvalitetu radnog života u kojemu se mogu razvijati. Shvaćali su da se vremena mijenjaju, a osjećaj sigurnosti im je bio ugrožen zbog novih trendova. Htjeli su ovlasti za put k novim idejama, željeli su biti razlikovani na temelju vlastite izvedbe i željeli su sposobnost gradnje produktivne karijere [1].

Korisnici (op. potrošači) su željeli usluge uz najmanju moguću cijenu, a smatrali su da je cijena održavanja i poboljšavanja nerazumno visoka. Industrijskim su korisnicima dobavljači (op. 'obračunatelji', »opskrbljivači«) obećavali niže cijene ako im donositelji pravila omoguće izbor. Korisnici su odobravali preoblikovanje jer su očekivali veći izbor. Neki od korisnika bili su

uzročnim objašnjenjima; ne mogu biti ni sačuvana ni pohranjena za buduću upotrebu; nestanu ako ih se ne održava; ona su svojstva cjeline, a ne svojstva dijelova [1].

²⁴CEER (2017), *Retail Markets Monitoring Report*, <https://www.ceer.eu/documents/104400/6122966/Retail+Market+Monitoring+Report/56216063-66c8-0469-7aa0-9f321b196f9f>, pristup 15. 1. 2019., str. 41-44.

²⁵ »op.« označava umetnutu opasku autora.

frustrirani kad im je sustav prethodno nudio ograničenu ponudu jer njihovi zahtjevi nisu spadali u kategoriju uobičajenih usluga [1].

Dobavljači su shvaćali da im nova konkurencija i prevelika ponuda povećava neizvjesnost i nesigurnost. Htjeli su ostati dio sustava i imati uloge u uspjehu sustava, pa su željeli biti uključeni u strateške planove. Dobavljači su željeli ući u poduzetničku igru, ali očekivali su poštenje i jednake prilike pružanja svoje usluge [1].

U Commonwealthu je Gharajedaghi, u kontekstu pristupa korisnicima energije, zatekao barijere koje su napravile međusobno odvojene stručnjake za plin i električnu energiju. Smatrao je da treba izbjeći zatvorene normizacije unutar organizacijske jedinice koja se bavi pojedinim izvorom energije (struja, plin), eda bi se iskoristile prilike koje pruža stvarni svijet [1].

1.3. Kratkoročno prognoziranje potrošnje i proizvodnje

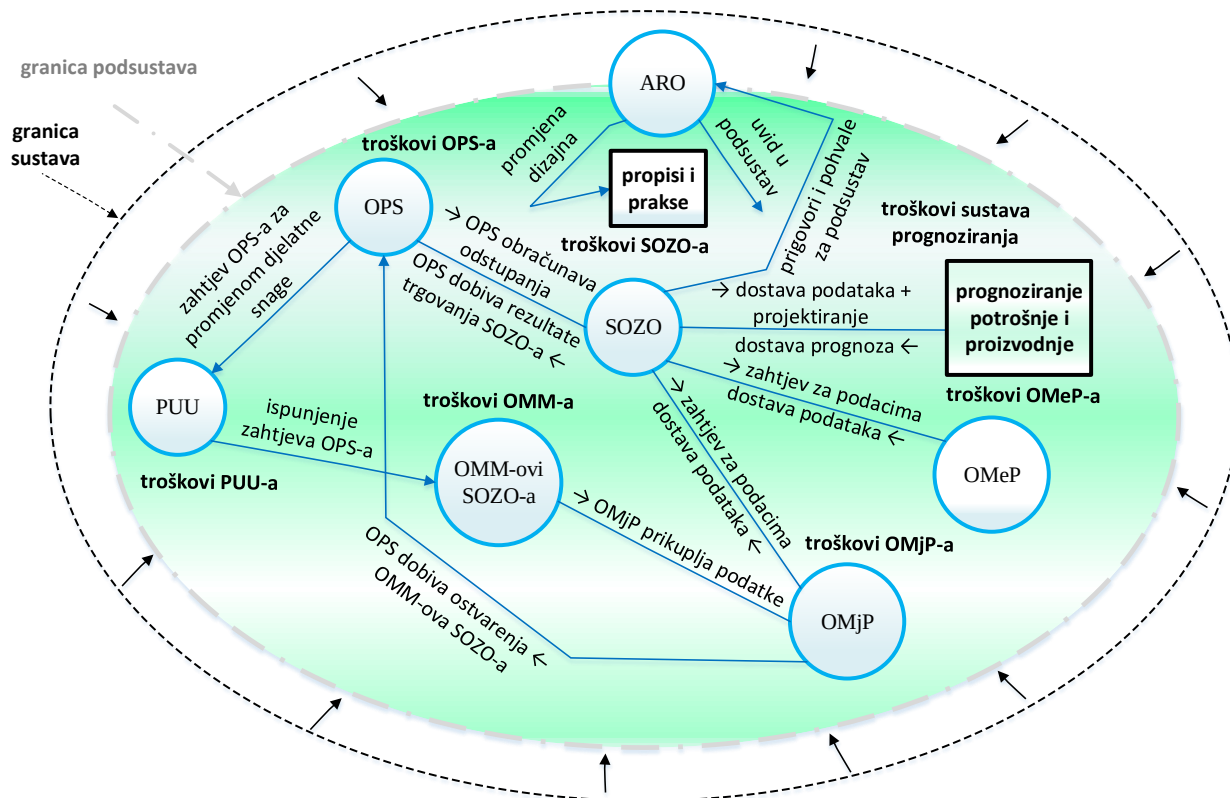
Radom [6] iz 2018. autor je s koautorima naslovni problem stavio u kontekst sa sedam uloga (odsječak 2. uloge u elektroenergetskom sustavu). Uz to je opisan utjecaj ograničenja mjerne opreme (fizički sustav) na sustav (u praksi i općenito). Obrađivao se odnos dviju radnji: projektiranje²⁶ sustava te prognoziranje potrošnje i proizvodnje (apstraktni sustavi). Osmišljenje rada potrošačkih i proizvodnih objekata (fizički sustav), kao i odvijanje interakcija (apstraktni sustav) u elektroenergetskom sustavu između subjekata temelji se i na tom prognoziranju potrošnje i proizvodnje. U prognoziranju se izlazi na kraj s činjenicom da je elektroenergetski sustav »otvoreni sustav« s »nekontroliranim varijablama« (npr. vjetar kao izvor električne energije) [1]. Prognoziranjem se primjenjuje načelo »pripremi i predvidi«, čime se koristi »otvorenost« kao načelo sustavskog mišljenja [1].

Uloge su u radu definirane na tri stranice tako da su opisane njihove obveze, međusobne interakcije i njihovi interesi. Po Ratzingeru je čovjekovo vlastito »biti« prisutno u drugima kao krivnja ili milost (op. izranjajuća svojstva [1]). Njegovo je »biti« povezano s drugima, a čovjek je tako on sam u drugima s drugima i po drugima. Drugim riječima čovjek je relacioniran [4], a to onda »zakonito« vrijedi i za subjekte u elektroenergetskom sustavu i na temelju ovog primjera.

Kao dopuna tom radu i za ilustraciju dijela njegova sadržaja može služiti slika 2. Na njoj su djelomično prikazane interakcije tih sedam uloga. Te uloge su: subjekt za obračunsko mjerno mjesto (OMM), operator kontrolnog područja (OPS), subjekt odgovoran za odstupanja (SOZO),

²⁶ U [1] se koristi riječ »dizajn« koja je dobivena prilagodbom riječi »*design*« iz engleskog jezika.

pružatelj fleksibilnosti na obračunskom mjernom mjestu (PUU), osiguravatelj elektroenergetskih podataka (OMjP), osiguravatelj meteoroloških podataka (OMeP) i arhitekt regulatornog okvira (ARO). Uloge su označene plavim kružićima, prostor podsustava zelenom bojom, a ostatak sustava bijelom bojom. Prošaranost bijelom bojom označava utjecaje izvan podsustava na njega (ilustracija učinjenog redukcionizma i »otvorenosti« sustava).



Sl. 2.: Prikaz nekih interakcija bitnih za prognoziranje proizvodnje i potrošnje električne energije

Četvrtasti oblačić »prognoziranje potrošnje i proizvodnje« simbolizira informatički sustav s algoritmom koji iz inputa izrađuje prognoze²⁷. Rezultati dobiveni tim algoritmima prognoziranja su prilično zastupljeni u stručnim i znanstvenim radovima, izgledno uslijed prividne determinističke prirode te djelatnosti (mogućnost simuliranja algoritama i ocjena kvalitete prognoza na povijesnim podacima) jer inženjeri uglavnom imaju sklonost determinizmu. Tom sustavu SOZO šalje inpute za prognoziranje interakcijom »→ dostava podataka + projektiranje«, a njom SOZO ujedno prilagođava algoritam prognoziranja²⁸. Četvrtasti oblačić »propisi i prakse« sadrži sve propise koji definiraju

²⁷ Neki algoritmi kojima se iz sadašnje prošlosti može određivati potrošnja za blisku sadašnju budućnost su npr. u Ibrahim Moghram, Saifur Rahman: »Analysis and evaluation of five short-term load forecasting techniques«, *IEEE on Transactions on Power Systems*, Vol. 4., No. 4., listopad 1989.

²⁸ Npr. HROTE je testirao primjenu »statističkog modela« i »fizikalnog modela« prognoziranja proizvodnje te se nakon analize odlučio za »fizikalni model«, Andrea Brajko, Hrvoje Klipcer (2017): »Kombiniranje modela planiranja proizvodnje električne energije za EKO bilančnu grupu«, HRO CIGRE, C5-10.

interakcije između navedenih sedam uloga, ali i nepisanu praksu koju u vidu treba imati subjekt s ulogom ARO.

2. Simbolički sustav

2.1. Subjekti, uloge, područja i pojave

Za uloge (*role* [2]) u modelu se koriste i sljedeći nazivi: 'sučelje s mrežom' (engl. *party connected to the grid, accounting point, billing agent* [2]), 'obračunatelj na sučelju s mrežom' (engl. *balance supplier, billing agent* [2]), 'trgovatelj' (engl. *trader, billing agent* [2]), 'pružatelj resursa' (engl. *resource aggregator, resource provider, balancing service provider* [2]), 'odgovoran za odstupanjâ' (engl. *balance responsible party, reconciliation accountable* [2]), 'operator prijenosnog sustava' (engl. *LFC operator, system operator, imbalance settlement responsible, reconciliation responsible, billing agent* [2]), 'operator tržišta' (engl. *market operator* [2])²⁹. Postoji još uloga. Svaka pridružena uloga iz zagrada mogla bi se posebno koristiti (k većoj općenitosti i manjoj čitkosti). Mjestimično se uloge ne odnose na sve uloge iz zagrade. Uloge se u izričaju uglavnom poistovjećuju sa subjektima (engl. *actors* [2]) koji ih obavljaju³⁰.

Subjekt na objektu koji je priključen na 'sučelju s mrežom' je: 'potrošač' (engl. *consumer* [2]) kada u svoje instalacije preuzima tok energije (snagu) iz mreže³¹; 'proizvođač' (engl. *producer* [2]) kada iz instalacija u svojem objektu isporučuje tok energije u mrežu; i proizvođač i potrošač kad ima obje mogućnosti na jednom 'sučelju s mrežom' (u pravilu svaki objekt s mogućnošću isporuke u mrežu). Pod proizvođačem ni pod potrošačem ne podrazumijeva se nužnim da kao subjekti imaju ulogu 'trgovatelj'.

Poseban su slučaj granična sučelja s mrežom (crveno sučelje s mrežom, sl. 3.) između operatorova 'bilančnog područja' i susjednih mu bilančnih područja (koja vode drugi operatori). Među područjima se kroz ta sučelja razmjenjuje tok energije (snaga) po fizikalnim zakonima bez aktivne težnje (bez obveze) operatora k postizanju predodređene razmjene po pojedinoj granici tijekom dijela

²⁹ Do 2006. u Republici Hrvatskoj bi subjekti bili: na 'sučelju s mrežom' »povlašteni kupci«, »tarifni kupci«, HEP – Proizvodnja d.o.o. i TE Plomin d.o.o.; 'obračunatelji na sučelju s mrežom' HEP – Opskrba d.o.o. i HEP – Distribucija d.o.o. za 'potrošače', te HEP d.d. za 'proizvođače'; 'trgovatelj' je bio HEP d.d.; 'pružatelj resursa' HEP – Proizvodnja d.o.o.; 'operator prijenosnog sustava' HNOSIT d.o.o. i HEP – Prijenos d.o.o.; 'operator tržišta' HNOSIT d.o.o. [7].

³⁰ Bio je dostupan novi model »VERSION: 2020-01«, https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/EDI/Library/HRM/Harmonised_Role_Model_2020-01.pdf, pristup 19. 11. 2021. Uloge su u novoj inačici preimenovane s ponegdje izmijenjenim definicijama (npr. *balance supplier* preimenovana u *energy supplier*, *trader* preimenovan u *energy trader*).

³¹ U [5] se skladištenje energije (baterije, crpne hidroelektrane i sl.) posebno iskazuje, a ovdje se to gleda kao preuzimanje iz mreže isto kao i za potrošnju energije koja se ne skladišti. Ovdje se po preporuci iz rada Ivana Flegara s ovog simpozija uporabio naziv tok energije (MWh/h) kao sinonim za snagu (MW).

vremena (iznimke su npr. istosmjerni vodovi). Ipak, operator za 'dio vremena', tijekom dijela vremena, ima aktivnu težnju (s obvezom) pri upravljanju mjerene netorazmjene svog bilančnog područja (kao cjeline) k zacrtanoj vrijednosti netorazmjene svog područja [fizička neravnoteža (manjak/višak energije i snage) u bilančnom području je određena i mjerenom netorazmjenom područja (engl. *measured actual real time power interchange value*) prema zacrtanoj razmjeni (engl. *control program*), gdje se zacrtana razmjena može mijenjati tijekom 'dijela vremena' uslijed raznih procesa].

Može biti 'razdjelno područje' (>distribucijsko područje<) unutar bilančnog područja koje je povezano s preostalim dijelom bilančnog područja preko rubnih sučelja s mrežom. Ta se sučelja koriste za utvrđivanje razmijenjene energije za svaki 'dio vremena'. Onda se količina razmjene koristi kao input za pridruživanje odgovornosti za energetske bilancu razdjelnog područja po bilančnim grupama (to se čini kod razmjene utvrđene za svaki dio vremena), za sučelja koja nemaju izmjerenu razmjenu i za preostalu potrošnju (npr. gubitci u vodovima, krađa) (npr. razmjena tih sučelja s »gubicima« čini vrijednosti pod pojmom »preostalo opterećenje« u [6]). To razdjelno područje sadrži unutarnja sučelja s mrežom (potrošači, proizvođači, skladišta) koja nisu rubna. Razmjene energija između sučelja unutar razdjelnog područja, kao i razmjene razdjelnog područja s preostalim bilančnim područjem (putem rubnih sučelja), subjekt koji vodi razdjelno područje suosigurava s operatorom prijenosnog sustava³². Ne primjenjuje se koncept postizanja zacrtane razmjene energije razdjelnog područja s preostalim bilančnim područjem (nema radnji s ciljem postizanja zacrtane razmjene tijekom dijela vremena). Pojam razdjelno područje se dalje zanemaruje.

'Obračunatelj na sučelju s mrežom' (>opskrbljivač«, »otkupljivač«) je subjekt koji *ex post* obračunava: bilo isporučenu energiju u mrežu (proizvođaču); bilo »preuzetu«³³ energiju iz mreže (potrošaču); bilo netorazmjenu na sučelju s mrežom (obično jednom mjesečno, gdje se u obračunu ako nema izmjerenih koriste neizmjerene/procijenjene količine energija). Na temelju procijenjenih troškova i prihoda on *ex ante* nudi cijene (proizvođačke, potrošačke) subjektima za razmjene s

³² Za moderna gledišta oko njihove suradnje na primjeru zagušenja i otklanjanja neravnoteža pogledaj CEDEC, ENTSO-E, GEODE, E.DSO, EURELECTRIC (2019), *TSO – DSO Report an integrated approach to active system management with the focus on TSO – DSO coordination in congestion management and balancing*, https://eusew.eu/sites/default/files/programme-additional-docs/TSO-DSO_ASM_2019_190416.pdf, pristup 21. 6. 2019. Operator razdjelnog područja treba, radi pogonske sigurnosti (pogotovo kada se očekuju rubni uvjeti pogonske sigurnosti razdjelne mreže), u proceduri aktivacije regulacijske energije na sučelju svoje mreže imati mogućnost veta na aktivaciju te energije iz takvog sučelja.

³³ Riječ »preuzeta« je u navodnicima, jer u pravilu nije moguće izmjeriti koliko je energije fizički preuzeto na svim 'sučeljima s mrežom' za dio vremena (npr. na rezoluciji od 15 minuta) za koji se provodi obračun {*profiled accounting points* [2], riječ *profiled* se odnosi na potrebu da se uslijed nedostupnog mjernog podatka (ILI iz drugih razloga) za dio vremena konvencijom određuje razmjena energije na sučelju s mrežom (*accounting point*), npr. u RH su to i brojila koja nisu »intervalna brojila« npr. »elektromehanička brojila«}. Riječ »isporučena« nije u navodnicima, jer su proizvođači opremljeni boljim mjerilima iako se i kod njih može pojaviti slučaj nedostupnosti mjerenog ostvarenja pa je potreban 'apstraktni sustav'.

mrežom te ih ugovara (potrošači, proizvođači, uvažavajući njihovu možebitnu ulogu 'trgovatelja' gdje im obračunava netokoličinu³⁴). Obračunatelj izdaje račun (kada mu potrošač plaća za energiju) ILI mu se izdaje račun (kada plaća proizvođaču za energiju) za sučelje s mrežom (engl. *billing agent* [2]). To je 'obračun razmjene' koji se provodi *ex post*. Obračunatelj može provoditi obračun razmjena sučeljima s mrežom čije su virtualne (ILI³⁵ izmjerene) razmjene u 'dijelovima vremena' (izračunate, izmjerene) inputi koji pripadaju različitim bilančnim grupama (inputi za svrhu obračuna 'odstupanja' što će se poslije objasniti)³⁶. Energija dobivena iz virtualnih razmjena u dijelovima vremena (npr. za potrebe obračuna odstupanja) ne mora odgovarati količini energije koju obračunatelj koristi u obračunu razmjene sučeljima s mrežom [npr. kada zbroj energija iz 2.976 'dijelova' siječnja (31 dan ' 24 sata ' 4 četvrti sata) za obračun odstupanja ne odgovara očitanoj potrošnji na tim sučeljima istog mjeseca za obračun razmjene, a za nastalu razliku ΔE_A postoji poseban obračun koji će se kasnije razjasniti]³⁷. Subjekt koji obavlja ulogu obračunatelj obično ima i ulogu trgovatelj kojom *ex ante* za svaki dio vremena: kupuje (ILI prodaje) energiju za svoje potrošače (ILI skladišta); ILI prodaje (ILI kupuje) za svoje proizvođače; ILI za njihovu netorazmjenu na sučeljima s mrežom (u pravilu svakodnevno na temelju osvježanih rezultata iz sustava za prognoziranje potrošnje ILI proizvodnje).

'Trgovatelj' je onaj koji *ex ante* trguje energijom s drugim trgovateljima³⁸ ili za neke ili za svake dijelove vremena (engl. *imbalance settlement period*) (trguje s onima unutar i izvan 'područja',

³⁴ Ovo je prepoznat slučaj prema [2] gdje je to vidljivo u definiciji uloge 'obračunatelj' (dio s »*firm energy contracts*«): »A party that markets the difference between actual metered energy consumption and the energy bought with firm energy contracts by the Party Connected to the Grid. In addition, the Balance Supplier markets any difference with the firm energy contract (of the Party Connected to the Grid) and the metered production«. Dio s *actual metered energy consumption* podrazumijeva da su sva sučelja opremljena tako da su na njima izmjerene, zabilježene i dostupne razmjene energija po dijelovima vremena za obračune, što se u praksi može samo slučajno dogoditi.

³⁵ ILI pisano velikim slovima je istoznačnica za »i/ili« čime se označava logičko »ili« (I ILI N = I; N ILI I = I; I ILI I = I; N ILI N = N).

³⁶ Prema ebIX-u 'sučelje s mrežom' je označeno s četiri oznake od kojih jedna određuje pripadnost 'odgovornom za odstupanja', a jedna pripadnost 'obračunatelju na sučelju s mrežom' (*Business Requirements for Upfront Request for Metering Point Characteristics*, str. 6., lipanj 2018., https://mwgstorage1.blob.core.windows.net/public/Ebix/ebIX_Business_Requirements_for_Upfront_request_for_Metering_Point_Characteristics_v3r2B_20180605.pdf). Osim toga definirana su dva postupka za te dvije oznake na pojedinom 'sučelju s mrežom': promjena 'obračunatelja na sučelju s mrežom' (*Business Requirements for Change of Supplier*, 2018., <https://mwgstorage1.blob.core.windows.net/public/Ebix/ebIX%20BRS%20for%20change%20of%20Supplier%20v4r0A%2020200223.pdf>) i promjena 'odgovornog za odstupanja' (*Business Requirements for Change of Balance Responsible Party*, 2018., https://mwgstorage1.blob.core.windows.net/public/Ebix/ebIX_Business_Requirements_for_Change_of_Balance_Responsible_Party_v3r2B_20180605.pdf).

³⁷ Pogledajte odsječak 2. u D. Brkić (2015), »Pogled na mogući tijek razvoja obračuna energije uravnoteženja subjektima odgovornim za odstupanje«, HRO CIGRÉ, Šibenik, C5-03 i ilustracije toga rada u D. Brkić (2021), »Holistički pristup i ilustracije za oslikavanje modela s HRO CIGRÉ-a iz 2015. koji sadrži ekonomske podsustave uravnoteženja«, Šibenik, C5-02.

³⁸ Kada se trguje na burzi (engl. *power exchange*) ponude 'trgovatelja' koje oni dostavljaju burzi su anonimne.

u kojem ili posredno ili izravno odgovara svojem operatoru). Prilikom pregovora o cijeni trgovatelj ne moraju *ex ante* pregovarati o razmjeni energija na sučeljima s mrežom (to nije predmet njihovih interakcija, osim možebitno procjena mogućnosti naplate). Njihovih se pregovora ne tiču niti razmjene procijenjene *ex ante* niti utvrđene *ex post* na sučeljima s mrežom. Kada trgovatelj daje ponude bilo za kupnju bilo za prodaju burzi energije (engl. *electricity exchange, power exchange*)³⁹, burzu ne brinu njegova sučelja s mrežom (ni *ex ante* ni *ex post*, ako ih uopće kao subjekt i ima). Rezultati trgovateljâ s »fizičkom isporukom« moraju biti 'uredno'⁴⁰ prijavljeni i uvršteni u planove vođenja bilančnog područja ('operatoru tržišta' koji ih dostavlja operatoru, engl. *physical delivery, firm contract*). Te planove operator koristi za razne svrhe (npr. procjena mogućnosti održavanja »programa razmjene«, opterećenja dalekovoda)⁴¹. Ako se ne uvrste u te planove, onda im količina energije iz te kupoprodaje neće biti priznata kao input u obračunu odstupanjâ. Operator može *ex ante*: zabranjivati; ILI ograničavati; ILI određivati planove razmjene (ako to radi u velikoj mjeri sustav prelazi u središnji dispečerski sustav); ILI upravljati razmjenama na sučeljima s mrežom tijekom pogona (npr. zbog preopterećenja dijelova mreže, engl. *congestion*).

Trgovatelji su u pravilu ograničeni količinama kojima mogu trgovati i to podsustavom za osiguranje plaćanja koje *ex ante* daju operatoru (jamstvo financijske odgovornosti za odstupanjâ⁴²), a burzi ako na njoj trguju (jamstvo plaćanja kupljene energije od burze, npr. »polog s garancijama trenutne naplate« [8]). Trgovatelj može *ex ante* prodati energiju koju prethodno prodaji nije ni od kupio, niti koju može sam proizvesti niti netko za njega. Naime, u nekim slučajevima prodaju energiju

³⁹ Burza za trgovanje dan unaprijed (engl. *day ahead*) je uloga koja prikuplja ponude (engl. *bid*) 'trgovatelja', omogućava provođenje algoritma koji odabire ponude i određuje cijene u bilančnom području za svaki dio vremena narednog dana. Nakon toga burza za odabrane ponude kupuje energije od jedne skupine 'trgovatelja' i prodaje drugim 'trgovateljima' po tim cijenama. Pritom burza štiti anonimnost ponuda tih 'trgovatelja'. Ona javno objavljuje postignute cijene koje su u istom 'dijelu vremena' (u 'bilančnom području') iste za sve koji su odabrani (koji su dostavili ponude burzi *ex ante*). Unutardnevna trgovina na burzi se razlikuje od toga jer se trgovanje odvija kontinuirano za neki 'dio vremena' sve do zatvaranja tržišta za dio vremena (engl. *intraday gate closure time*), pa se mogu stalno pojavljivati nove razmjene energija i nove cijene za neki dio vremena.

⁴⁰ Istoznačnica za taj pojam je »uravnotežen ugovorni raspored«, članak 69. *Pravila organiziranja tržišta električne energije* (Narodne novine, broj 121/15, 48/16, i 50/18.) (koja su prestala važiti u studenom 2019.). 'Trgovatelji' iz svog bilateralnog ugovora trebaju svaki za sebe *ex ante* prijaviti istu količinu za isti 'dio vremena' 'operatoru tržišta', a ako to ne učine provodi se standardna procedura (npr. spuštanje količine energije na nižu vrijednost).

⁴¹ Prema [2] samo subjekt koji ima ulogu *balance responsible party* ima mogućnost »nominacije« energije na »veleprodajnom tržištu« (»*this is the only role allowing a party to nominate energy on a wholesale level*«). U modelu se omogućuje trgovateljima prijava rezultata trgovanja operatoru tržišta. Ti se rezultati na unaprijed definiran način kao inputi pridružuju algoritmu za izračun odstupanja 'odgovornog za odstupanja'. Iako, trgovatelji s odgovornim za odstupanja mogu imati dogovor po kojemu samo odgovoran za odstupanje »nominira« energiju.

⁴² Npr. »gibljivo finančno kritje« koje se daje »Organizatoru trga« (op. s ulogom *imbalance settlement responsible* [2] umjesto 'operatoru prijenosnog sustava'), člen 142. slovenskih *Pravila za delovanje organiziranega trga z električno energijo* (Uradni list RS, št. 98/09, 97/11 in 17/14 - EZ-1) koja su se primjenjivala do 31. prosinca 2015.

koju nisu kupili *ex ante*, pa tu energiju kroz odstupanje kupuju *ex post* od operatora po 'cijeni odstupanja'⁴³ (ili ako su je kupili, a nisu prodali, prodaju je operatoru po 'cijeni odstupanja')⁴⁴.

'Odgovoran za odstupanjâ' subjekt je koji se mora brinuti o sljedećem: eda količine iz kupoprodaje njegovih trgovateljâ *ex ante* s jedne strane (s učincima 'pružateljâ resursâ'), čim više odgovaraju s druge strane utvrđenom ostvarenju s pomoću inputa koji mu se pridružuju iz sučelja s mrežom (utvrđenim *ex post* za 'dio vremena': isporuka u mrežu, »preuzimanje« iz mreže). Razlika između te dvije strane odstupanje je koje odgovornom za odstupanje obračunava operator (engl. *imbalance settlement*⁴⁵ [2]). Za odstupanja koja određuju i inputi iz tih sučelja s mrežom je taj odgovoran za odstupanja *ex ante* preuzeo financijsku odgovornost. Preciznije, pod odstupanjem se 'bilančne grupe' *j* misli na *ex post* utvrđenu razliku za 'dio vremena'⁴⁶ $\Delta E_{\text{ODST}, j} = E_{\text{TRG}, j} - E_{\text{OST}, j}$, i to: između $E_{\text{TRG}, j}$ što je ostvareno trgovanje s »fizičkom isporukom« utvrđeno *ex ante* (uz *ex post* uključene količine uslijed možebitnih intervencija operatora 'regulacijskom energijom' i drugim energijama u intervalima dijela vremena⁴⁷) te $E_{\text{OST}, j}$ što je ostvarenje razmjena s mrežom utvrđeno *ex post* (isporuke u mrežu ILI »preuzimanja« iz mreže, od čega je dio izmjeren, a dio utvrđen dogovornim načinom, npr. izračunat »pravilima primjene nadomjesnih krivulja opterećenja«⁴⁸ ILI nadomještanjem/»krpanjem« nedostajućih podataka iz mjerenja⁴⁹, čime se 'apstraktnim sustavom' izlazi na kraj s ograničenjima 'fizičkog sustava'). Kad svi odgovorni za odstupanja uredno vrše svoju dužnost glede odstupanja, onda se u bilančnom području ne pojavljuju prekomjerni viškovi ni manjkovi energije za 'dio vremena'.

⁴³ Od 1. rujna 2016. do 31. prosinca 2019. 'cijene odstupanja' su se određivale *Metodologijom za određivanje cijena za obračun električne energije uravnoteženja* (Narodne novine, broj 71/16. i 112/16.).

⁴⁴ Trgovatelji koji nisu imali ni potrošače ni proizvođače su imali odstupanja u RH kao 'odgovorni za odstupanja'. Primjeri takvih individualnih odstupanja: 26. 11. 2016. 08:00 do 09:00 0,4 MWh; 23. 11. 2016. odstupanja tijekom petnaest sati od 0,2 do 0,5 MWh; 12. 12. 2016. od 16:00 do 17:00 40 MWh.

⁴⁵ »settlement of the difference between the contracted quantities and the realised quantities of energy products for the Balance Responsible Parties in a Scheduling Area« [2].

⁴⁶ Npr. 2019. je u Njemačkoj 'dio vremena' za koji se računalo odstupanje trajao 15 minuta, a u Republici Hrvatskoj 60 minuta, dok su hrvatski i njemački operatori odgovarali drugim operatorima za svoja bilančna područja za 'dio vremena' koji je iznosio jedan sat (koji je, dakle, u Njemačkoj sadržavao četiri 'dijela' za izračun odstupanja).

⁴⁷ Posljednja dva člana u matematičkom izrazu članka 19. stavka 1. *Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava* (HOPS, 5/2016 i 3/2017) (koja su se primjenjivala do 31. prosinca 2019.) predstavljala su input kod izračuna 'odstupanja' uslijed aktivirane 'regulacijske energije'.

⁴⁸ Npr. od 1. travnja 2011. do uključivo 2016. *Pravilima primjene nadomjesnih krivulja opterećenja* (HEP-ODS, 2011.), uz primjenu »faktora korekcije *k*« iz Izmjena i dopuna *Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava* (Narodne novine, broj 135/11.) i uz primjenu *Pravila o mjernim podacima* (HEP-ODS, 2008.).

⁴⁹ Npr. pogledati algoritam validacije i nadomještanja mjernih podataka u VND (2006), *VDN-Richtlinie Metering Code 2006*, https://www.swneumarkt.de/fileadmin/user_upload/MeteringCode_2006.pdf, pristup 3. 3. 2020., str. 47-50.

Elektroenergetski sustav sastoji se od 'bilančnih područja' (engl. *LFC area, bidding zone, scheduling area* [2], npr. to je teritorij Republike Hrvatske), a bilančno područje sadrži 'bilančne grupe' (engl. *balance group*⁵⁰ [2]). S tim se dvama konceptima postiže pridruživanje odgovornosti i preduvjeti za uredan rad sustava. Unutar bilančnog područja u dijelu vremena jednaka je: i cijena odstupanja⁵¹ (u *imbalance area*) i trgovačka cijena na burzi dan unaprijed (engl. *day ahead electricity exchange*) (to je engl. *zonal pricing*). Za kupoprodaju s »fizičkom isporukom« u tom 'području' (to je engl. *bidding zone* [2] i engl. *zonal pricing*) u pravilu nema ograničenja trgovanja (tu se mogu pojaviti interna »zagušenja« nakon trgovanja, engl. *intra-zonal congestion*⁵²). Kod razmjena energija s drugim bilančnim područjima operatori za trgovatelje, prije ostvarenja trgovanja između 'područja', utvrđuju ograničenja na granici sa svakim područjem za svaki smjer posebno (npr. s metodom engl. *flow based capacity calculation method* ILI s metodom engl. *available transmission capacity, ATC*)⁵³. To ograničenje se zove 'prekogrančni prijenosni kapacitet' (engl. *cross zonal capacity, cross border capacity*)⁵⁴ a količina kapaciteta ima svrhu prevenirati probleme u pogonu⁵⁵. Ako postoji veća

⁵⁰ »an energy account under responsibility of a Balance Responsible Party used to determine imbalance considering predefined inputs and outputs within a specific Scheduling Area«.

⁵¹ Tu se misli na isti način kojim se iz inputa određuju 'cijene odstupanja', prema kojem će subjekti u istim stanjima u istom 'dijelu vremena' imati 'cijene' jednakog iznosa. Model može biti takav da sva 'odstupanja' u istom 'dijelu vremena' u istom 'bilančnom području' imaju cijenu jednakog iznosa (engl. *single imbalance price*).

⁵² U idealnom slučaju u zonalnom pristupu unutar bilančnog područja nema internih zagušenja, što bi značilo da se područje ponaša kao bakrena ploča (engl. *chopperplate*) neizmjenjnih unutarnjih prijenosnih mogućnosti (bez otpora toku energije). A u tom idealnom slučaju jedina su ograničenja između samih bilančnih područja. Uz to, u tom slučaju razmjene između sučelja s mrežom na bakrenoj ploči se ne zatvaraju preko okolnih područja (engl. *loop flow*) nego unutar bakrene ploče (najkraći električni put se očitava samo unutar bilančnog područja).

⁵³ Mogućnost je 'trgovateljima' uskratiti izravnu bilateralnu trgovinu s »fizičkom isporukom« između bilančnih područja, te im to trgovanje omogućiti posredno putem burzi koje su posebni 'trgovatelji'. Količina prekograničnog prijenosnog kapaciteta na svakoj granici i smjeru za Republiku Hrvatsku s pripadnom razmjenom energije od 2011. do 2016. dane su u prezentaciji rada „Strategija kao vještina i strateški dokument kao alat“, D. Brkić, S. Žutobradić i M. Poljak (2017), C3-02, HRO CIGRÉ, str. 10-11, dostupno na <http://www.hro-cigre.hr/>. Količina ukupnog prijenosnog kapaciteta raspoloživog za trgovatelje po svim granicama, su za svaki smjer bile bliske razini maksimalne snage koju preuzimaju potrošači u Republici Hrvatskoj (tada određivano prema metodi *available transmission capacity*). Te potencijalne mogućnosti razmjene nisu homogeno raspoređene, a najviše ih je na granici sa Slovenijom i s Mađarskom. Količina uvezene energije po godini u tom razdoblju za cijeli sustav nije bila manja od 14,5 TWh, a izvezena nije bila manja od 7,8 TWh, netorazmjena bila je od 4,5 do 7,63 TWh. Potrošnja s gubicima u sustavu bila je od 16,9 do 17,7 TWh u tom razdoblju.

⁵⁴ Valja primijetiti da riječ »kapacitet« u nazivu ne označava sposobnost pohrane energije (npr. kao što je to kod kondenzatora, baterija sl.), niti projektiranu maksimalnu mogućnost fizičkog opterećenja dalekovoda kao sastavnice mreže {engl. *thermal capacity of interconnector* [MVA], koja npr. za »TL 400 kV Melina – Divača« iznosi 1.330 MVA}.

⁵⁵ Npr. po [18] bitan su pojam neprijavljeni kružni tokovi (engl. *loop flow*). Tako su oni primjerice u Njemačkoj prouzročeni time što se proizvodnja energije nalazi na sjeveru države, potrošnja na jugu države a mreža je takva da se energija po fizikalnim zakonima, jer se ne može u cijelosti prenijeti kroz mrežu njemačkog bilančnog područja (koje odgovara granicama njemačke države), prenosi do potrošnje na jugu kroz susjedna bilančna područja, sl. 2. u [18]. Tu električna energija ide duljim fizičkim putem oko, jer mu po zakonima elektromagnetizma najkraći električni put (engl. *shortest electrical path*) nije jednak najkraćem fizičkom putu kroz mrežu.

potražnja za 'kapacitetom' u odnosu na ponudu za neki od dva smjera, to se naziva zagušenjem (engl. *inter-zonal congestion*). Bilančna grupa unaprijed je definiran algoritam korištenja pridruženih joj inputa (iz sučelja s mrežom, iz protrgovanih količina trgovatelja i 'pružatelja resursa', debele smeđe crte na slici 4.) za izračun odstupanja 'odgovornog za odstupanja' (koji je odgovaran 'operatoru' bilančnog područja)⁵⁶. U bilančnu grupu uvire podskup inputa bilančnog područja, jer u pravilu postoji više parova bilančnih grupa i odgovornih za odstupanja u istom bilančnom području. Jedan operator može voditi više bilančnih područja⁵⁷ što se u razmatranju zanemaruje.

Određivanje granica (engl. *delineation*) 'bilančnih područja' (engl. *bidding zone*) predmet je optimizacije (engl. *bidding zone review process*, k smanjenju zagušenja unutar zona), a granice bilančnih područja rijetko se mijenjaju⁵⁸. Trgovačke cijene u alternativnoj paradigmi (engl. *nodal pricing*⁵⁹) nisu iste u unaprijed definiranom 'području' (skupu svih čvorova mreže u njemu), nego se ovisno o »zagušenjima« razlikuju po grupama čvorova mreže (engl. *hubs*, ILI općenitije u pojedinim čvorovima). Operator tu u pravilu određuje razmjene na čvorovima temeljem: troškova koje mu dostavljaju proizvođači (što se tiče ponuda za kupnju na čvoru može bitno i potrošači), ograničenja u mreži i troškova gubitaka. U paradigmi s *nodal pricing* (»čvorišni pristup«) ne očekuju se (veća)

⁵⁶ Naziv »bilančna grupa« se u hrvatskom jeziku pridruživao pojmu koji je označavao skup subjekata ('obračunatelji na sučelju s mrežom', 'trgovatelji', 'proizvođači') za čiji je zbroj individualnih »odstupanja« financijski ispaštao 'odgovoran za odstupanja' (»voditelj bilančne grupe«).

⁵⁷ Pogledati dokument <https://epgprojesi.com/wp-content/uploads/2019/01/GME-Italian-Electricity-Market.pdf>, pristup 27. 2. 2020. talijanske burze *Gestore Mercati Energetici* (GME) na str. 17-18. Za talijanski slučaj u [14] piše »LFC area, which includes several bidding zones: This is the case of LFC block/area IT«.

⁵⁸ Npr. za razdvajanje austrijsko-njemačko-luksemburškog 'bilančnog područja' pogledati tehnička obrazloženja u dokumentu, ACER (2016), *Technical Justification document for the inclusion of the border between Germany/Luxembourg and Austria in the determination of CCRs*, https://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/ANNEXES_CCR_DECISION/Annex%20IV.pdf, pristup 19. 3. 2020. U [18] autori pišu o značajnom političkom otporu kod promjena granica bilančnih područja.

⁵⁹ U Europi se određuje 'trgovačka cijena' za unaprijed zadana 'bilančna područja' (u Europi je to *zonal pricing*), a to nije slučaj kod četiri tržišta u SAD-u (PJM, Texas, Midwest ISO, California) gdje se određuju cijene na čvorištima (gdje je to *nodal pricing*), pogledati: [17], International Renewable Energy Agency (2019), *Innovation landscape brief: Increasing space granularity in electricity markets*, Abu Dhabi, dostupno na <https://www.irena.org/>, pristup 6. 3. 2020. i *Nodal and Zonal pricing* autora Andersa Plejdrupa Houmøllera na <http://www.houmollerconsulting.dk>, pristup 6.3.2020. U SAD-u su svi počeli sa zonalnim pristupom, a čvorišni pristup za koji je temelje postavio Schweppe F. C. 1988. u knjizi *Spot Pricing of Electricity* je uveden u SAD-u 1998. u PJM-u, a prije toga na Novom Zelandu 1997. Nakon uspješne implementacije čvorišnog pristupa Federal Energy Regulatory Commission (FERC) ga je učinio standardnim u SAD-u, Antonopoulos, G. Vitiello, S. Fulli, G. Maser, M. (2020), *Nodal pricing in the European Internal Electricity Market*, EUR 30155, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-17571-1, doi:10.2760/41018, JRC11997, <https://publications.jrc.ec.europa.eu>, pristup 20. 10. 2020.

»zagušenja« nakon »trgovanja«⁶⁰, a očekuje se složenija izvedba sustava⁶¹ (»multidimenzionalnost«), jer se uz tržišne kriterije kod izračuna cijena cjelovitije uvažavaju tehnički kriteriji (bez zahtjeva za istom cijenom u širem području, veća zrnatost, engl. *granularity*). Osim toga, za razliku od zonalnog pristupa, čvorišni pristup u izvedbi po definiciji ne razlikuje interna »zagušenja« od »zagušenja« između zona. U radu se podrazumijeva *zonal pricing*.

Pretpostavlja se »samostalni dispečerski model« (engl. *self dispatch model*) umjesto »središnjeg dispečerskog modela« (engl. *central dispatch model*)⁶². U središnjem modelu operator trajno i značajno umanjuje samostalnost u odlučivanju nekim proizvođačima i potrošačima na sučeljima s mrežom (npr. uslijed trajnih predmnijevanih tehničkih ograničenja ako se sloboda u određivanju razmjena s mrežom prepusti slobodi dionika). Time operator umanjuje samostalnost 'odgovornih za odstupanja'. Samostalnost im je umanjena u mjeri u kojoj operator (u svom bilančnom području) nalaže zahtijevanu razmjenu energija na sučeljima s mrežom nekih proizvođača i nekih potrošača (npr. prethodno trgovanju ILI nakon što je trgovanje već izvršeno, npr. nakon tržišta dan unaprijed, str. 26. u [15]). U središnjem modelu operator: prognozira cjelokupnu potrošnju i proizvodnju; procjenjuje količine iz samostalnih 'sučelja s mrežom'; i brine se o pokrivanju ostatka energije u svakom 'dijelu vremena'⁶³. Operatoru se u središnjem modelu dostavljaju troškovi

⁶⁰ Zonalni pristup ima sljedeći redoslijed tržišta: *long term*, *day ahead*, *intraday* i *balancing*, a za usporedbu čvorišni pristup sljedeći: »*long term*«, »*day ahead*« i »*real time*« (engleske sintagme za čvorišni pristup su u navodnicima jer ne znače isto što znače u zonalnom pristupu). U čvorišnom pristupu se ima istovremeno za cilj postići optimizaciju potreba za rezervom snage, preraspodjelom razmjena uslijed predmnijevanih zagušenja, odabir ponuda trovatelja, kao u konačnici i aktivaciju regulacijske energije za regulaciju frekvencije na tržištu »*real time*« (dio vremena je tipično 5 minuta umjesto 15, 30 ili 60 minuta kao tipično u zonalnom pristupu). U zonalnom pristupu to su odvojeni postupci.

⁶¹ Za posljedice pojave »zagušenja« u zonalnom pristupu pogledati analizu i stavove belgijskog energetskog regulatora, CREG (2019), *Study on the best forecast of remedial actions to mitigate market distortion*, (F)1987, <https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Studies/F1987EN.pdf>, pristup 27. 10. 2020. Tu se ukazuje na potrebu za razlikovanjem: postupka otklanjanja predmnijevanih zagušenja prije izračuna cijena na burzi dan unaprijed (engl. *preventive redispatching*); od otklanjanja zagušenja nakon ostvarenja trgovanja na burzi dan unaprijed (engl. *curative redispatching*). Prepoznaje se mogućnost namjernih izazivanja zagušenja od strane proizvođača (engl. *structural congestion*) te posljedičnog zarađivanja na otklanjanju zagušenja. Takva zarada se ostvaruje putem razlike između naknade koja se dobiva otklanjanjem zagušenja od operatora i cijene na burzi dan unaprijed (engl. *infra-marginal rent*). Po autorima cilj treba biti: preventivnim otklanjanjem internih zagušenja, smanjiti količinu energije za otklanjanje zagušenja nakon dobivenih cijena na burzi dan unaprijed, da bi se ostvarila cijena na burzi koja odražava ostvarive ponude burzi za kupnju i prodaju. Uz *curative redispatching*, bivaju prihvaćene neizvedive jeftinije ponude čime se: smanjuje trgovačka cijena i povećavaju troškovi preraspodjele razmjena (»multidimenzionalnost«).

⁶² U [17] se europski modeli tržišta električne energije nazivaju *decentralised electricity markets* (do 2001. su Engleska i Wales, a do 2018. je Irska imala *centralised market*), a modeli u SAD-u s *nodal pricing* ujedno su i *centralised electricity markets* (PJM, Texas, MISO, California).

⁶³ »*sum of schedules of generating units that are not centrally dispatched, as provided by generators*« i »*sum of available generating capacities of centrally dispatched units as declared by generators*«, citati iz poljskog slučaja središnjeg dispečerskog modela opisanog na str. 46-49, ACER (2019), *ACER decision on Core CCM: Anney I Day-ahead capacity calculation methodology of the Core capacity calculation region*, <https://acer.europa.eu>, pristup 9. 3. 2020. i na str. 35-40 dokumenta na https://consultations.entsoe.eu/markets/core-da-ccm/user_uploads/explanatory-note-for-core-da-fb-cc-public-consultation_fv.pdf, pristup 9. 3. 2020. Osim Poljske, Italija i Grčka imaju središnji dispečerski sustav, str. 55. i 81. *ENTSO-E Balancing Report 2020*, <https://eepublicdownloads.azureedge.net/clean>

nesamostalnih sučelja kako bi operator odredio razmjene nesamostalnim sučeljima tehnološkom optimizacijom (npr. u Poljskoj se postupak zove *day ahead security constrained unit commitment and economic dispatch*⁶³). Kod postojanja samostalnih i nesamostalnih sučelja se očituje primjena načela sustavskog mišljenja (»multidimenzionalnosti«) prema kojem nije pitanje treba li sustav centralizirati ili ne, nego odrediti što treba centralizirati (nesamostalna sučelja s mrežom) a što ne (samostalna sučelja s mrežom) [1]. Pretpostavi li se čvorišni pristup (što nije slučaj u radu), tad operator kod traženja optimuma primjenjuje središnji model za određivanje razmjena sučelja i cijena na čvorištima (kojih može biti na stotine / tisuće diljem mreže, a uslijed *uplift payments* i više cijena na istom čvoru [17]), gdje koristi inpute koje dobiva od sučelja (npr. u SAD-u proizvođači uglavnom dostavljaju *start-up costs*, *no-load costs* i *marginal costs* [17]), podatke o mreži i vlastite procjene, iako se u čvorišnom pristupu može omogućiti sučeljima s mrežom da samostalno određuju razmjene⁶⁴. Kod čvorišnog pristupa mora se odrediti okvir za preslikavanje dobivenih čvorišnih cijena (engl. *location marginal price*) na 'obračun razmjena' potrošačima (djelomično obrađeno u [17]).

Zadaća je operatora prijenosnog sustava (među ostalim) u zonalnom pristupu osiguravanje približnog ispunjenja zacrtane razmjene radne snage (ili energije) u 'dijelovima vremena'⁶⁵ (koji su slijedni i nepreklapajući, *imbalance settlement period*), njegova bilančnog područja s njemu susjednim bilančnim područjima. To operator osigurava intervencijama u razmjene sučelja s mrežom gdje za to postoje tehničke mogućnosti. Osim toga, brine se o sigurnosti mreže otklanjanjem bilo predmnijevanih problema bilo problema u pogonu (npr. interna zagušenja⁶⁶). Funkcioniranje međudjelujućih 'područja' ovisi o suradnji operatora i ispunjavanju njihovih obveza (npr. skupni

documents/Publications/Market%20Committee%20publications/ENTSO-E_Balancing_Report_2020.pdf, pristup 1. 7. 2020.

⁶⁴ U [17] se navodi da Novi Zeland primjenjuje *nodal pricing* i *decentralised day ahead market*. U već navedenom radu Antonopoulos, G. Vitiello, S. Fulli, G. Masera, M. (2020), *Nodal pricing in the European Internal Electricity Market* navodi se kako je u čvorišnom pristupu moguć slučaj gdje proizvođači samostalno određuju svoju proizvodnju (*self-scheduling of resources*) bez javljanja operatoru svojih troškova na temelju kojih bi on odredio proizvodnju, autori se pozivaju na rad Cramptona Petra (2017), »Electricity Market Design«, Oxford Review of Economic Policy. U američkom području PJM-a količina proizvodnje takvih proizvođača je 60%, prema već navedenom radu Hung-po Chaoa iz 2019.

⁶⁵ 'Dijelovi vremena' označavaju nepreklapajuće i slijedne vremenske intervale koji počinju u 00:00:00 u dogovorenom trajanju (npr. 15 minuta, <00:00:00, 00:15:00], <00:15:00, 00:30:00], <00:30:00, 00:45:00] itd.). Za te se 'dijelove' mjere ILI računaju ostvarenja razmjena energija na 'sučeljima s mrežom'. Potom se pridružuju 'odgovornom za odstupanja' koji za te intervale *ex ante* brine da ostvarenje odgovara količinama trgovanja (s »fizičkom isporukom«) u njima. Za 'dijelove vremena' 'operator' idejno smanjuje 'neravnotežu' sustava k nuli i za nju odgovara drugim 'operatorima'. Korišteni sinonim za taj pojam u [10] je »stvarno vrijeme« (engl. *real time*), koji je ovdje izbjegnuto jer asocira na analogno vrijeme, a vrijeme je ovdje diskretno.

⁶⁶ U [18] se kod otklanjanja zagušenja navodi pojam korektivne mjere (engl. *remedial actions*), koje se dijele prema: vremenu njihova korištenja (prije, za vrijeme, i nakon proračuna 'kapaciteta'); i prema tome plaćaju li se ili ne. One koje se plaćaju su: preraspodjela razmjena (»redispečing«, engl. *redispatching*); i trgovanje s fizičkom isporukom u »suprotnom« smjeru na granici s drugim bilančnim područjem (engl. *countertrading*). Ne plaća se korištenje topološke mjere ni transformatora s mogućnošću zakretanja faze (engl. *phase-shifting transformer*).

doprinos regulaciji zajedničke frekvencije). 'Operatori' imaju definirane procedure za izradu plana razmjena svih elektroenergetski povezanih područja (od bilančnog područja pa šire) uz provjeru mogućnosti izvedbe⁶⁷, što se u radu ne obrađuje. Uloga operator u radu se pobliže definira kroz njezine interakcije s drugim subjektima (ulogama).

'Pružatelj resursâ' je i onaj subjekt koji ima tehničke mogućnosti (jedinice za proizvodnju ILI trošenje ILI skladištenje energije) koje je provjerio⁶⁸ operator (iza sučelja s mrežom, engl. *reserve resource* [2]), kojima može po zahtjevu operatora u intervalima i 'dijela vremena' mijenjati radnu snagu na sučeljima s mrežom⁶⁹. Radi li se o mijenjanju radne snage (bilo povećanjem bilo smanjenjem proizvodnje ILI potrošnje ILI skladištenjem) na sučelju s mrežom za potrebe postizanja zacrtane razmjene s drugim 'područjima' (i za regulaciju frekvencije), energija nastala tim postupkom naziva se 'regulacijska energija'⁷⁰ $\Delta E_{f, re}$. Spremnost za proizvodnju 'regulacijske energije' koju jamči pružatelj resursâ *ex ante* operatoru (potencijal) kvantificira se kroz dimenzioniranje i rezerviranje tipova 'rezervi snage' P_{rez} (operator za nju plaća kn/MW po ostvarenju spremnosti u 'dijelu vremena', a i za 'regulacijsku energiju' kn/MWh). Uspostavlja se u registrima podataka veza između sučelja s mrežom i pružatelja resursâ⁷¹. To se čini s ciljem utvrđivanja količine promjene energije (ΔE_f , engl. *flexibility*) (mora biti traženog profila snage), a u svrhu obračuna za 'dio vremena'⁷². Nedobrovoljno pružanje 'regulacijske energije' za vođenje 'neravnoteža' k nuli (bilo kod isporuke u mrežu bilo kod preuzimanja iz mreže) poseban je slučaj stvaranja 'regulacijske energije' (engl. *curtailment*). Od te energije treba razlikovati nedobrovoljne promjene energije ΔE_f u druge operatorove svrhe (isto *curtailment*)⁷³.

⁶⁷ Npr. 'operatori' iz jedanaest država s Republikom Hrvatskom surađuju u okviru *TSCNET Services* u koordiniranim analizama sigurnosti sustava blisko 'dijelu vremena' za dio vremena, <https://www.tscnet.eu/about/>, pristup 19. 3. 2020.

⁶⁸ Dokumenti za taj postupak (»verifikacijski postupak«) bili su dostupni na <https://www.hops.hr/verifikacijski-postupak>, pristup 4. 12. 2019. U [9] je to podskup procedure *Get pre-qualification from System Operator* na str. 21.

⁶⁹ Pogledati značajan ugovoreni i ostvareni odziv potrošnje (engl. *interruptible service load activation*) u Francuskoj i Italiji prilikom razdvajanja sinkronog područja 8. 1. 2021. na str. 58. u [19].

⁷⁰ Naziv »energija uravnoteženja« se u hrvatskom govornom području u drugom desetljeću XXI. stoljeća tijekom razvoja terminologije pridruživao različitim pojmovima, npr. u službenom nazivlju prema *Pravilima o uravnoteženju elektroenergetskog sustava (HOPS, 5/2016 i 3/2017)* (koja su se primjenjivala do 31. prosinca 2019.) označavao je i 'regulacijsku energiju' i druge energije za vođenje 'neravnoteže' sustava k nuli.

⁷¹ Dokument eBIX-a [9] sadrži obradu ovog pitanja.

⁷² Kada se ta energija $\Delta E_{f, re}$ koristi za vođenje 'neravnoteža' k nuli, kao posljedice njene aktivacije razlikuju se: energija koja se koristi za obračune između 'operatora' (engl. *TSO-TSO settlement*), energija koja se koristi u obračunu između 'operatora' i 'pružatelja resursa' (engl. *TSO-BSP settlement*) i energija koja se koristi za izračun 'odstupanja', npr. »(...) the TSO-TSO settlement (op. obračun između operatora) for the intended exchange of aFRR (...) will be based on the corrected demand (...) while the aFRR TSO-BSP settlement (op. obračun između operatora i pružatelja resursa) (...) will be based on locally accepted volume.« str. 38. [16].

⁷³ Npr. u Njemačkoj je količina prisilno ograničene energije u 2017. bila 0,9 TWh na mreži prijenosa (za uzrok u prijenosnoj mreži) i 4,6 TWh na razdjelnoj mreži (od toga 0,6 TWh za uzrok u razdjelnoj mreži) (»network levels of curtailments and cause of feed-in management measures in 2017«), a od toga se 5,3 TWh odnosilo na vjetroelektrane

Osim za vođenje neravnoteža sustava (ili $\Delta P_{ACE, i}$ ili $\Delta E_{bp, n_t}$) k nuli regulacijskom energijom ($\Delta E_{f, re}$), pružatelj resursa mijenja fizičku razmjenu i u druge svrhe. Tada ta energija ne spada pod pojam 'regulacijska energija' ($\Delta E_{f, ds}$ npr. za otklanjanje preopterećenja dalekovoda, engl. *congestion management*; interno anuliranje odstupanja i interna optimizacija sučelja s mrežom polunezavisna od operatora; druge svrhe svrstane u tri kategorije su u [9] na str. 5. prema USEF⁷⁴-u). Trgovanje i obračun promjenama energija ne mora biti ograničen na odnos pružatelj resursa i operator, nego može postojati između pružatelja resursa i drugih subjekata (npr. između trgovatelja s ΔE_f na tržištu *ex ante*).

Količina 'regulacijske energije' $\Delta E_{f, re}$ za obračun ne određuje se nužno iz mjerenja na sučelju s mrežom, nego gdje god iz mjerenja unutar objekta priključenog na sučelje s mrežom (npr. jedinice za proizvodnju⁷⁵, skladištenje, potrošnju). Stanje može zahtijevati približno određivanje isporučene regulacijske energije za obračune (npr. kada ju pružaju brojni manji potrošači pa se određuje prema njihovoj očekivanoj potrošnji bez aktivacije: npr. po principu »što bi bilo kad bi bilo«, engl. *baseline*⁷⁶). Regulacijska energija se može pružiti iz 'rezerve snage'⁷⁷ koju operator nije rezervirao (tada bi se može bitni trošak spremnosti mogao uključiti u cijenu regulacijske energije jer se ne nadoknađuje iz cijene rezervirane snage). Regulacijsku energiju ne treba brkati s ostalim energijama koje se razmjenjuju između sustava za vođenje 'neravnoteža sustava' k nuli $\Delta E_{ost, i}$, a koje ne podrazumijevaju promjene proizvodnje ILI potrošnje u sustavima (npr. kod »razmjena neravnoteža sustava« u dijelu vremena, engl. *imbalance netting cooperation*). Oskudno korištenje skladišta električne energije u sustavu uz potrebe za skladištenjem (npr. za ΔE_f), zahtijevaju dizajn koji bi iskoristio prisutan potencijal skladišta (tu treba razlikovati skladišta s ponovnim vraćanjem energije u mrežu, npr. baterije, od skladišta koja ne podrazumijevaju nužno tu mogućnost, npr. *power to gas*).

koje su proizvele 103,7 TWh, Bundesnetzagentur (2018), *Report Monitoring report 2018*, pristup https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/BNetzA/PressSection/ReportsPublications/2019/MonitoringReport2019.pdf?__blob=publicationFile&v=1, pristup 17. 1. 2020. Prisilno ograničenje razmjene na jednom čvoru mreže i anuliranje k bilanci na drugom čvoru mreže za jednak iznos moglo bi se zvati preraspodjelom razmjena (»redispečing«), što treba razlikovati od slučaja kada se prisilno mijenja proizvodnja zbog neravnoteže područja.

⁷⁴ *Universal Smart Energy Framework*, YouTube, USEF: the Universal Smart Energy Framework.

⁷⁵ Npr. u hidroelektrani HE Zakučac 'rezerva snage' pratila se na razini generatora {»In this process the Flexibility Service Provider verifies and prepares (all) the Resource(s) (op. generator HE Zakučac) at the Accounting Point (op. 'sučelje s mrežom'), that are involved in the intended flexibility service(s)«, str. 20. [9]}.

⁷⁶ Ovakav je pristup primijenjen u hrvatskoj praksi za DS Smith Belišće Croatia d.o.o. u 2018., a u konkretnom je slučaju nazvan »mjerenje prije/mjerenje poslije«, izvor: Andrić Antun, Tadin Tonči, Sipl Dalibor, Jurčević Josipa (2018), »Pilot projekt upravljanja potrošnjom – iskustva i daljnji razvoj«, HRO CIGRÉ 2018. Rovinj, 2-15. U [9] na str. 9. je za to bitan naziv *reference line* koji je čini se istoznačnica za *baseline* (zanemarujući način njihovog određivanja).

⁷⁷ Tu se ne misli na pokretanje proizvodne jedinice iz izvanpogonskog stanja bez prisutnosti mrežnog napona u stanje spremnosti za sinkronizaciju (»crni start«, engl. *black start*), niti na sigurno podnošenje opterećenja između tehničkog minimuma i trajne snage u izdvojenom dijelu elektroenergetskog sustava (»otočni pogon«).

Nedovoljna briga 'odgovornog za odstupanja' za 'odstupanja', dovodi ili do financijskih gubitaka u poslovanju ili do smanjenja novčane dobiti dionika⁷⁸. Može dovesti i do nepovoljnih učinaka po neravnotežu područja za operatora⁷⁹. Neodgovarajuće trenutačno stanje proizvodnje i potrošnje u području gdje vlada ista frekvencija, dovodi do trenutačnih »odstupanja frekvencija« od nazivne (npr. što može dovesti do razdvajanja sustava⁸⁰, kašnjenja satova⁸¹, uništenja generatora [17] i sl.).

2.2. Pogreške, odstupanja i neravnoteže

'Odgovoran za odstupanja' prilikom osmišljenja svoje djelatnosti organizira za svaki 'dio vremena' prognoziranje (i planiranje) potrošnje i proizvodnje (razmjene energije na svojim sučeljima), naprema količinama iz trgovanja. Uz to, on djelomično upravlja isporukom u mrežu (npr. termoelektrane) i preuzimanjem iz mreže (npr. pumpne hidroelektrane) unutar objekata čije su instalacije priključene na sučelja s mrežom (čije razmjene su mu inputi koji se koriste u izračunu odstupanja). Upravljanje i planiranje nije potpuno samostalno jer gdje god ovisi o odobrenju operatora (npr. za veće elektrane, za neki portfelj sučelja s mrežom). Ne ulazi se dalje u unutarnju organizaciju subjekata koji posredno prouzrokuju 'odstupanja' za koja je ispred operatora neki subjekt 'odgovoran za odstupanja'. Ne ulazi se u mogućnosti tehnoloških procesa u proizvodnji električne energije (npr. tehnički minimum, trajanje ulaska u pogon) ni u utjecaj okoline na mogućnosti proizvodnje električne energije (nužnost proizvodnje hidroelektrane eda bi se izbjegla poplava, engl. *must-run generation*, uskraćenje rada termoelektrani zbog temperature rijeke). 'Pogreške' u prognožiranju (prijedlog za

⁷⁸ U [2] se uz financijsku odgovornost navodi i pravna odgovornost (engl. *brought to rights, legally and financially*).

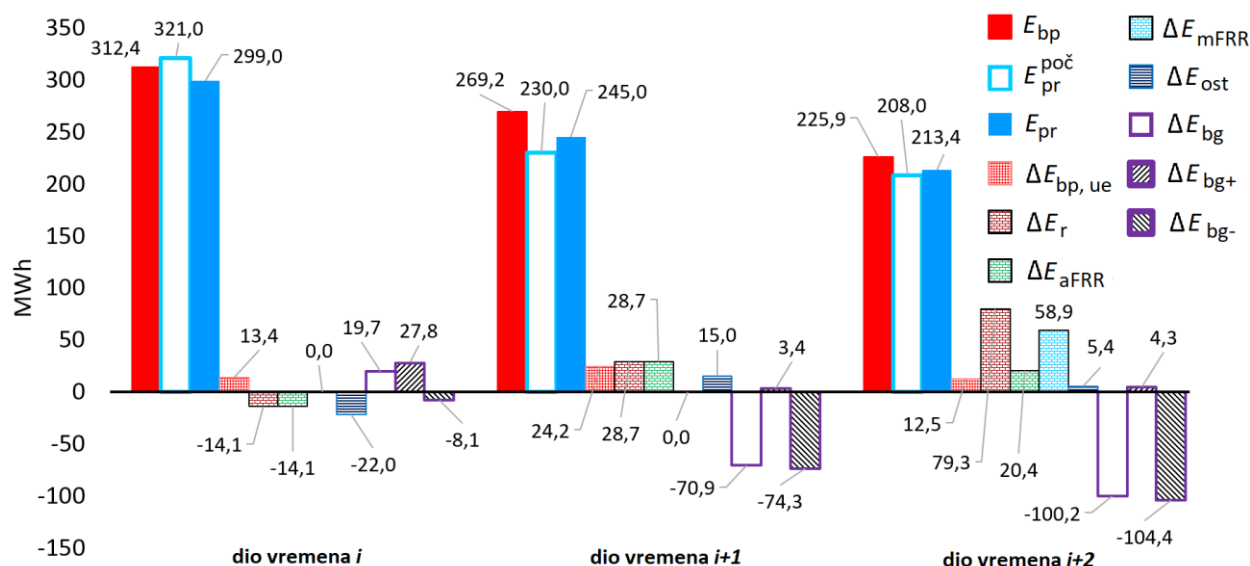
⁷⁹ Razdiobe apsolutnih i relativnih 'neravnoteža' sustava u 2011. za Republiku Sloveniju, Bosnu i Hercegovinu i Republiku Hrvatsku {čija su 'bilančna područja' zajedno u »kontrolnom bloku« (*LFC block* [2])} grafički su prikazane na str. 41. godišnjeg izvješća slovenskog operatora prijenosnog sustava ELES za 2011., dostupno na: <https://www.eles.si/Portals/EN/Publications/ELES-LP-2011-ANG.pdf>, pristup 18. 12. 2019.

⁸⁰ Npr. 28. 9. 2003. *blackout* u Italiji; 4. 11. 2006. razdvajanje (engl. *network split*) u UCTE-u (Europa); 14. 1. i 8. 5. 2012. razdvajanje u Turskoj, 30. 3. i 31. 3. 2015. razdvajanje u Turskoj s *blackoutom* u Turskoj 31. 3. 2015. [14], u kontinentalnoj Europi na dva dijela 8. 1. 2021. gdje je crta razdvajanja išla kroz Republiku Hrvatsku [19], 24. 7. 2021. između Francuske i Španjolske, razdvajanje europske mreže UCPTA dogodilo se 1991. na I. zonu i na II. zonu, što je trajalo do 2004. (opisao Ivica Toljan na prošlom simpoziju *Povijest i filozofija tehnike*).

⁸¹ Npr. neravnoteže LFC bloka u kojemu su bili Srbija, Kosovo i Crna Gora od sredine siječnja 2018. bile su uzrok »odstupanja frekvencije« »kontinentalne Europi« što je dovelo do kašnjenja satova od šest minuta, manjak energije objavljen 6. ožujka 2018. bio je 113 GWh, izvor: <https://www.entsoe.eu/news/2018/03/06/press-release-continuing-frequency-deviation-in-the-continental-european-power-system-originating-in-serbia-kosovo-political-solution-urgently-needed-in-addition-to-technical/>, pristup 4. 12. 2018. U sinkronom području »kontinentalne Europe« od 1995. do 2013. stalnim se trendom pogoršavala kvaliteta frekvencije po broju sati izvan granica 49,9 i 50,1 Hz, pogoršanje u 2013. s obzirom na 1995. bilo je 10,4 puta [10]. To se povezuje s integracijom sunčanih i vjetroelektrana koja je smanjivala tromost elektroenergetskog sustava na promjene frekvencije.

engleski naziv: *error*, npr. u primjeni *mean absolute error*) treba, u istom dijelu vremena za istog odgovornog za odstupanja, razlikovati od 'odstupanja' (prijedlog za engleski naziv: *deviation*).

'Neravnotežu' $\Delta E_{bp, ue}$ (prijedlog za engleski naziv: *imbalance*⁸²) prouzročuje zbroj individualnih 'odstupanja' ΔE_{bg} . Pritom treba razlikovati: zbroj svih 'odstupanja' $\Delta E_{ODST, j}$ svake j -te od n_{bg} bilančnih grupa za 'dio vremena' $\Delta E_{bg} = \sum_{j=1}^{n_{bg}} \Delta E_{ODST, j}$; 'neravnotežu' srednje snage intervala i (trajanja Δt) u 'dijelu vremena' $\Delta P_{ACE, i}$; 'neravnotežu' energije od prvog intervala $i = 1$ 'dijela vremena' do nekog intervala $i = n_t$ u tom istom 'dijelu vremena' $\Delta E_{bp, n_t} = \sum_{i=1}^{n_t} \Delta P_{ACE, i} \cdot \Delta t$; 'neravnotežu' energije od $i = 1$ do posljednjeg intervala 'dijela vremena' $i = n_{uk}$, koja se koristi u obračunu između operatora za 'dio vremena' $\Delta E_{bp, ue}$ (te su tri neravnoteže prikazane na slici 6.)⁸³. Pritom se odgovornost za 'odstupanje' odnosi na energiju za cijeli 'dio vremena', a ne na snage koje stvaraju 'odstupanje', pa u 'dijelu vremena' mogu postojati 'neravnoteže' u snazi $\Delta P_{ACE, i}$ iako je energije odstupanja ΔE_{bg} jednaka nuli.



Sl. 3: Vrijednosti za tri dijela vremena na 1. siječanj 2020. za RH (ΔE_{bg+} zbroj pozitivnih odstupanja bilančnih grupa, ΔE_{bg} zbroj negativnih odstupanja bilančnih grupa, ΔE_{aFRR} i ΔE_{mFRR} su regulacijske energije iz procesa aFRP i mFRP)

Virtualna 'pseudoneravnoteža' ($\Delta E_{ACE OL}$, engl. *area control error open loop*) dobivena anuliranjem 'neravnoteže' ($\Delta E_{bp, ue}$) s količinom energija za vođenje 'neravnoteže' k nuli (ΔE_r) je, za 'dio vremena' (ako nema manjkavosti u dizajnu ni velikih odstupanja frekvencije), približno jednaka zbroju 'odstupanjâ' 'odgovornih za odstupanja' u 'području' 'operatora', $\Delta E_{ACE OL} = \sum_{i=1}^{n_{uk}} \Delta P_{ACE OL, i} =$

⁸² Nazivi *error*, *deviation* i *imbalance* ne koriste se u tom značenju u [2], npr. riječ *imbalance* se u nazivima iz [2] odnosi na 'odstupanja' (engl. *imbalance settlement responsible*), a riječ *deviation* na 'neravnotežu' $\Delta E_{bp, ue}$ (engl. *compensation of unintentional deviation*), dok se riječ *error* inače koristi za 'neravnotežu' $\Delta P_{ACE, i}$ (engl. *area control error*).

⁸³ U [3] se u izričaju za 'odstupanje' uporabio izraz »*deviation (the "imbalance")*«, dakle dva naziva (*deviation*, »*imbalance*«) od kojih su autori jedan stavili u navodnike; za 'neravnotežu' snage u intervalu i dijela vremena koristi se naziv *system imbalance* kao i naziv ACE.

$\Delta E_{bp, ue} - \Delta E_r \approx \Delta E_{bg}$ ⁸⁴. Njezinu energiju treba razlikovati od njezina profila snage $\Delta P_{ACE OL, i} = \Delta P_{ACE, i} - \Delta P_{f, re, i} - \Delta P_{ost, i}$ u intervalima i 'dijela vremena'. Tu je $\Delta P_{f, re, i}$ profil snage 'regulacijske energije' [čiji se profil iz zahtjeva (engl. *setpoint*) bilježi, a njen odziv se mjeri], a $\Delta P_{ost, i}$ ostalih energija za vođenje 'neravnoteže' k nuli ($\Delta P_{r, i} = \Delta P_{f, re, i} + \Delta P_{ost, i}$). Slika 3. ilustrira neke od ovih vrijednosti za dio vremena.

2.3. Cijene

Koriste se sljedeći nazivi za cijene: 'potrošačka cijena', 'proizvođačka cijena', 'proizvodna cijena' (ona koja sadrži varijabilne troškove OPEX i investicijske troškove CAPEX elektrane), 'trgovačka cijena' (koja se za 'dio vremena' razlikuje kroz tijek vremena, 'bilančna područja' i mjesta trgovanja; tijek vremena: npr. *forward market*, *day ahead*, *intraday*, mjesta: npr. bilateralno, na burzi), 'cijene regulacijskih energija' (te cijene se razlikuju u istom 'bilančnom području' u istom 'dijelu vremena' ovisno o tipu postupka koji aktivira energiju, dok se ovisno o dizajnu u istom 'bilančnom području' u istom 'dijelu vremena' u istom postupku mogu razlikovati: u obračunu između operatora; od cijena u obračunu između 'operatora' i 'pružatelja resursa'⁸⁵), 'cijena odstupanja' (koja može ovisno o dizajnu biti ili jednaka za sva 'odstupanja' ili nejednaka za 'odstupanja' u istom 'bilančnom području' u istom 'dijelu vremena' ili složaj tih dvaju pristupa ovisno o stanju sustava). Postoji još cijena.

'Potrošačka cijena' ona je koju potrošač plaća 'obračunatelju' za »preuzetu« energiju iz sučelja s mrežom (uz sastavnice za energiju sadrži sve druge poreze i naknade). 'Proizvođačka cijena' ona je koju obračunatelj plaća proizvođaču za isporučenu energiju u mrežu iz sučelja s mrežom. Tu je riječ o *ex post* 'obračunu razmjena'. Ne ulazi se u troškove koje ima proizvođač ('proizvodna cijena').

'Trgovačka cijena' je ona kojom se trguje na burzi (engl. *power exchange*) ILI bilateralno (engl. *over the counter*, OTC). To je ona cijena čije količine energije podliježu odgovornosti za odstupanja (energija koja se prijavljuje 'operatoru tržišta', uz nju idu ostale količine koje su inputi za izračun

⁸⁴ Zbroj neto 'odstupanja' $\Delta E_{bg} = \sum_{j=1}^{n_{bg}} \Delta E_{bg, j}$ i ukupno upotrijebljene energije od strane HOPS-a za vođenje 'neravnoteže' k nuli ΔE_r , bio je jednak za 'dio vremena' 'neravnoteži' $\Delta E_{bp, ue}$ ($\Delta E_{bp, ue} = \Delta E_{bg} + \Delta E_r$), izvor: HOPS (2019), <https://www.hops.hr/obavijesti/javno-savjetovanje-vezano-uz-prijedlog-pravila-o-uravnoteženju-elektroenergetskog-sustava>, pristup 21. 11. 2019.

⁸⁵ Npr. »[d]ue to dynamic effects of the controllers and the aFRR delivery of locally accepted bids not selected by [activation optimisation function] (...) might either show higher price than the cross border marginal price specified by [activation optimisation function](...)«, str. 35. [16] ILI zbog lokalnih aktivacija nestandardnih proizvoda po volji 'operatora' koje nisu posljedica aktivacijsko-optimizacijske funkcije str. 42. [16]. 'Dio vremena' u postupku aFRP-a može biti podijeljen na pod-dijelove vremena (engl. *optimisation cycle*) gdje svaki pod-dio u 'bilančnom području' ima svoju 'cijenu regulacijske energije' uz pridruženu mu količinu 'energije' str. 37. [16]. Cijene su općenito različite od ponuditelja do ponuditelja koristi li se model *pay-as-bid* u odnosu na ovdje pretpostavljeni model *marginal pricing method*.

odstupanjâ). 'Cijena regulacijske energije' cijena je koja se ili plaća ili je plaća 'pružatelj resursa' za energiju ostvarenu iz 'rezerve snage' za 'dio vremena', a koja se kod njene razmjene među područjima obračunava i između operatora⁸⁶. 'Cijena odstupanja' ona je cijena po kojoj 'odgovorni za odstupanja' ili plaćaju operatoru ili im plaća operator za 'odstupanje' za neki dio vremena (operator prijenosnog sustava tu ima ulogu »*imbalance settlement responsible*« [2]).

»Prošireni razmjer« (npr. $a : b : c = k_1 : k_2 : k_3$, $a : b : c = 100 : 50 : 20$) procijenjenih ILI ostvarenih novčanih iznosa je 2018. u Republici Hrvatskoj imao sljedeće vrijednosti: 100,0 (ostvareni iznos po potrošačkoj cijeni bio je 14,4 milijarde kuna, usporedno s tim bruto domaći proizvod Republike Hrvatske bio je 383 milijarde kuna⁸⁷) : 57,2 (procijenjeni iznos troška trgovačke cijene izračunat za isporuku potrošačima s gubicima po dijelovima vremena po pripadnim cijenama CROPEX-a) : 37,6 (ostvareno iz naknada za korištenje mreže koje sadrže trošak energije gubitaka: na operatora razdjelne mreže se odnosi 26,7, a na operatora prijenosne mreže 10,9) : 48,4 (ostvareni iznos koji potrošači plaćaju 'obračunateljima' za energiju) : 0,5 (ostvareno za 'regulacijsku energiju') : 0,2 (ostvareno za energije u cilju vođenja 'neravnoteže sustava' k nuli, koje nisu 'regulacijska energija') : 1,3 (ostvareno po 'cijenama odstupanja') : 1,9 (ostvareno za 'rezervu snage') : 0,4 (ostvareno za usluge operatoru koje nisu ni energije za vođenje 'neravnoteže' k nuli ni 'rezerva snage') : 17,0 (ostvareno prema proizvođačkim cijenama u sustavu poticanja za količinu u iznosu od 13,5 % isporuke potrošačima iz mreže s tehničkim gubicima) : 8,2 (ostvareni iznos koji po trgovačkoj cijeni 'obračunatelji' plaćaju za energiju iz sustava poticanja) : 12,6 (ostvareni iznos koji su potrošači platili za energiju iz sustava poticanja kroz naknadu) : 11,5 (porez na dodanu vrijednost u potrošačkoj cijeni) : 1,5 (za solidarnu naknadu) : 5,8 (ostvareno za gubitke u prijenosu i razdjeli energije) : 10,2 (ostvarene investicije u prijenosnu i razdjelnu mrežu) : 0,8 (ostvareno po 'cijenama odstupanja' uslijed sustava poticanja, što je činilo 4,4 % u proizvođačkoj cijeni te energije⁸⁸)⁸⁹.

2.4. Grafički prikaz interakcija unutar operatorovog područja

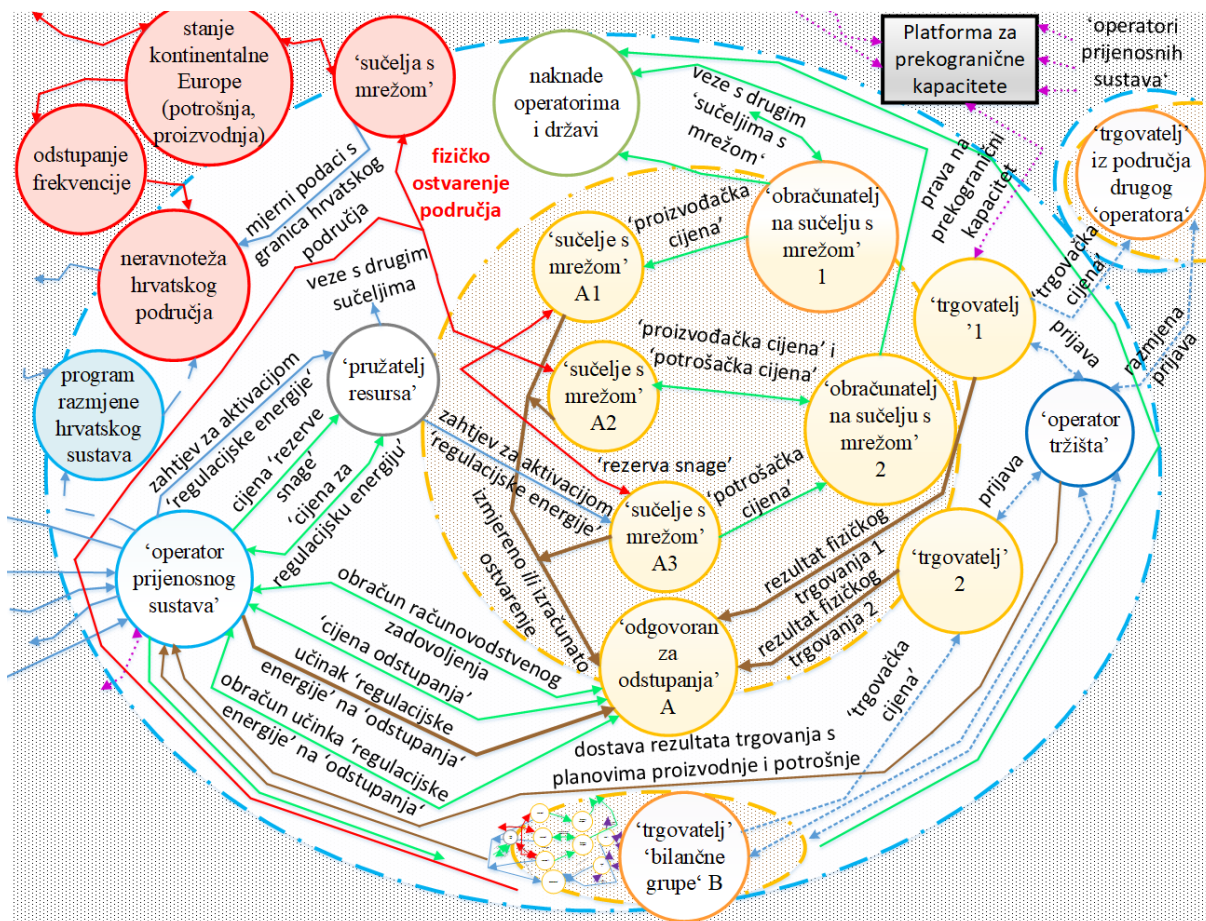
⁸⁶ Za 'dio vremena' je moguće aktivirati 'regulacijsku energiju' prije nego što 'dio vremena' počne (npr. u 00:10:10 za 'dio vremena' <00:15:00, 00:30:00]) kada se to zove »proaktivnim pristupom« (npr. sl. 6. RRP), a dio aktivirane 'regulacijske energije' za dio vremena može biti isporučen i u sljedećem 'dijelu vremena' (npr. sl. 6. mFRP).

⁸⁷ Izvor za BDP: <https://www.hnb.hr/statistika/glavni-makroekonomski-indikatori>, pristup 22. 1. 2020.

⁸⁸ Za precizniji iznos troška, koji ovdje nije iskazan, potrebno je uvažiti »oportunitetni trošak« kako je to naznačeno u odsječku 6.1., D. Brkić, S. Žutobradić, M. Poljak (2016), »Moguće podloge za odlučivanje u pogledu elektroenergetskog sektora«, HRO CIGRÉ, C5-03.

⁸⁹ Izvor podataka za izračun »proširenog razmjera« je Godišnje izvješće HERA-e Hrvatskom saboru za 2018., https://www.hera.hr/hr/docs/HERA_izvjesce_2018.pdf, pristup 24. 1. 2020.

Na slici 4. unutar isprekidanog plavog oblika prikazane su neke uloge, interakcije i pojave unutar bilančnog područja operatora prijenosnog sustava. Žuto ispunjeni kružići simboliziraju subjekte koji imaju usko 'povezane' (engl. *affiliated*)⁹⁰ uloge s 'bilančnom grupom'. U pravilu ima više bilančnih grupa u području operatora (npr. jedno od njih je manje područje na slici obuhvaćeno žutim isprekidanim oblikom). Površina okružena najvećim plavim isprekidanim oblikom podskup je područja koje ima istu frekvenciju u iznosu i vremenu (»sinkroniziranu« frekvenciju) kao i područje izvan njega označeno crnim točkicama (do granica s nesinkroniziranim 'područjima', sl. 5.).



Sl. 4.: Prikaz nekih interakcija unutar područja operatora prijenosnog sustava (u edukativne svrhe iz ove slike bi se mogle ostaviti samo odabrane interakcije kada bi ona bila manje natrpana čime bi se dobilo više slika)

Crveni kružić »neravnoteže hrvatskog sustava« označava: trenutačnu 'neravnotežu' u intervalu i ($\Delta P_{ACE, i}$); neravnotežu od početka 'dijela vremena' do intervala $i = n_t$, a koja proizlazi iz $\Delta P_{ACE, i}$ -ova ($\Delta E_{bp, n_t}$); te neravnotežu za 'dio vremena' ($\Delta E_{bp, ue} = \sum_{i=1}^{n_{uk}} \Delta P_{ACE, i} \cdot \Delta t$). Nju u mjestu upravljanja

⁹⁰ Pod pojmom 'povezano' smatra se trajni ugovorni odnos koji podrazumijeva redovite obveze poznate 'operatoru', a koje određuju uporabu inputa za izračun 'odstupanja' 'odgovornog za odstupanja'. To se razlikuje od međusobnog trgovanja između 'trgovatelja' koje može biti na *ad hoc* razini i gdje je samo jedan 'trgovatelj' bitan za input jedne 'bilančne grupe'. Taj pojam može podrazumijevati i to da više uloga obavlja isti subjekt koje su tako 'povezane'. Drugi primjer 'povezanosti' je »opskrbljivač« u 2019. u RH koji uvijek ima i ulogu 'obračunatelja' i ulogu 'trgovatelja'.

vidi 'operator prijenosnog sustava'. Operator vidi te neravnoteže pa preko 'pružatelja resursa' aktivira 'regulacijsku energiju' $\Delta E_{f, re}$ u objektima (proizvodne jedinice, trošila, skladišta) s učinkom na razmjenu toka energije kod 'sučelja s mrežom'. Te aktivacije mijenjaju odnos proizvodnje i potrošnje u 'bilančnom području', a ta promjena odnosa posljedično mijenja mjerenu razmjenu energije s drugim područjima P_i (mjereno na graničnim sučeljima područja, gdje treba razdijeliti gubitke dalekovoda koji povezuju područja). I tako operator (simboliziran plavim kružićem) kroz 'dio vremena' vodi neravnotežu (ili $\Delta P_{ACE, i}$ ili $\Delta E_{bp, n_t}$) k nuli. Mogu biti dva modela: ili model koji vodi $\Delta E_{bp, n_t}$ k nuli; ili model koji vodi $\Delta P_{ACE, i}$ k nuli (npr. prema [14] je prvi nepoželjan jer dovodi do nestabilnosti frekvencije). Neravnoteža energije dobivena integracijom kroz sve intervale i 'dijela vremena' (engl. *unintended exchange*, $\Delta E_{bp, ue}$) obračunava se između operatora, ili naturalno ili finansijski (engl. *compensation of unintentional deviations*).

Prisilne (namjerne) promjene potrošnje ILI proizvodnje u području gdje vlada sinkronizirana frekvencija⁹¹ (područje 'operatora' je dio tog područja), po voljama (dizajnu) operatora, čine se s ciljem vođenja trenutnog »odstupanja frekvencija« k nuli. U području gdje vlada sinkronizirana frekvencija (npr. područje »kontinentalne Europe«⁹²) vođenje odstupanja frekvencije k nuli težnja je ka »globalnom optimumu« svih operatora. Vođenje individualne neravnoteže područja k nuli za pripadnog je operatora težnja k njegovom »individualnom optimumu«.

Fizičko ostvarenje 'bilančne grupe' j za 'dio vremena' $E_{fiz, j}$ se razlikuje od njenog virtualnog ostvarenja za dio vremena $E_{vir, j}$. Crvene crte iz žutih 'sučelja s mrežom' do prvog čvora čine fizičko ostvarenje bilančne grupe »odgovornog za odstupanja A« (koje se u pravilu može mjeriti samo djelomično). Virtualno »izmjereno ILI izračunato ostvarenje« 'bilančne grupe' koristi se za potrebe izračuna njenog 'odstupanja'. Jednakost virtualnog ostvarenja s fizičkim ostvarenjem bilančne grupe se može za 'dio vremena' slučajno ostvariti (npr. kada je ostvarenje u cijelosti izmjereno i korišteno za sva sučelja s mrežom pa više nije virtualno nego stvarno / izmjereno). Fizičko ostvarenje bilančne grupe j u intervalu i (trajanja Δt) 'dijela vremena' $E_{fiz, j, i}$ (među kojima su ostvarenja bilančnih grupa, s tehničkim gubicima u razdjelnoj i prijenosnoj mreži), određuje »mjerne podatke na granicama hrvatskog sustava« u intervalu i ($E_{bp, i} = \sum_{j=1}^{n_{bg}} E_{fiz, j, i}$). Netozbroj virtualnih ostvarenja bilančnih grupa (ako nema manjkavosti u dizajnu) za dio vremena je jednak energiji integriranoj iz mjernih podataka na granicama kroz cijeli 'dio vremena' ($E_{bp} = \sum_{j=1}^{n_{bg}} E_{vir, j} = \sum_{j=1}^{n_{bg}} E_{fiz, j} = \sum_{i=1}^{n_{uk}} E_{bp, i}$).

⁹¹ Iako, frekvencija se u jedinstvenom sinkronom području može malo (engl. *slightly*) razlikovati (pogotovo u većim sinkronim područjima), str. 55. iz [13], za potvrdu na podacima pogledaj str. 16. [14].

⁹² Izraz kontinentalna Europa iz prijevoda takozvanog *Continental European Synchronous Area* se, iz razloga što je u »sinkrono« područje uključena euroazijska Turska i dio afričkog područja preko Gibraltara, stavlja u navodnike.

U plavom kružiću »program razmjene hrvatskog sustava« su vrijednosti u intervalima i 'dijela vremena' (za količine koje planirano izviru ILI uviru iz susjednih 'područja' u 'operatorovo' 'područje') početno utvrđene *ex ante* $P_{pr,i}^{poč}$, a te vrijednosti proizlaze iz: uvozno-izvoznih razmjena trgovatelja za količine s 'bilančnim područjima' susjednim operatorovu području; iz intervencija operatora (npr. za predmnijevana preopterećenja sastavnica mreže); i iz ublažavanja diskretnih promjena zacrtane snage razmjene iz jednog 'dijela vremena' u drugo (engl. *ramping period*, str. 6. [14]) (rezultati trgovanja daju diskretne vrijednosti, a promjene snage su analogne). Tijekom 'dijela vremena' za taj 'dio' dolazi do izmjena tog programa u njegovim intervalima i , uslijed namjernih razmjena energija između sustava (npr. razmjena 'regulacijskih energija', energija iz »postupka razmjena neravnoteža«, energija za otklanjanje preopterećenja sastavnica mreže).

Razlika ΔP_i u intervalu i 'dijela vremena' trajanja Δt , između »mjernih podataka na granicama sustava« (P_i) te »programa razmjene« ($P_{pr,i}$), uz odstupanje frekvencije f_i od nazivne f_{naz} i uvaženu »korekciju sinkronog vremena« (engl. *time control*) $f_{off,i}$ ($\Delta f_i = f_i - f_{naz} + f_{off,i}$), te individualni *ex ante* utvrđen koeficijent »regulacijska konstanta« 'područja' K^{93} (*K-factor*), određuje 'neravnotežu' $\Delta P_{ACE,i}$ u tom intervalu i 'dijela vremena' ($\Delta P_{ACE,i} = P_i - P_{pr,i} + K \cdot \Delta f_i = \Delta P_i + K \cdot \Delta f_i$)⁹⁴ (tu 'neravnotežu' predstavlja crveni kružić). Crvena crta do kružića »stanje kontinentalne Europe (potrošnja, proizvodnja)« simbolizira pseudotrenutno elektroenergetsko međudjelovanje priključenih instalacija na sučelja s mrežom (i mreže koja je dio cjeline) u »kontinentalnoj Europi«. Stanje cjelokupne mreže »kontinentalne Europe« određuje njezino trenutačno odstupanje frekvencije (koja nije svugdje u mreži potpuno jednaka), a simbolizira ga crveni kružić (na odstupanje frekvencije mogu se odraziti dalekovodi s drugim sinkronim područjima⁹⁵, a ona mogu pomagati jedna drugima regulirati frekvenciju pa i najbržim postupkom FCP⁹⁶).

Žuta iscrtana kružnica simbolizira virtualnu 'povezanost' 'odgovornog za odstupanja' s inputima iz nekih sučelja s mrežom (oba smjera toka energije), kao i 'povezanost' s inputima iz naznačenih subjekata (kupnja te prodaja s »fizičkom isporukom«). Žuta boja punih kružića za navedene uloge također označava 'povezanost' njihovih inputa s odgovornim za odstupanja koji je također žute boje (za sučelja s mrežom subjekt s ulogom obračunatelj mora pribaviti energiju ulogom

⁹³ »K-factor (op. [MW/Hz]) represents the assumed reaction of a LFC area/block to a frequency deviation« [14].

⁹⁴ Konvencije su: P_i i $P_{pr,i}$ veće su od nule kada energija izvire iz 'bilančnog područja' (izvoz ILI isporuka energije u druga 'područja'), f_i i f_{naz} uvijek su veći od nule, $f_{off,i}$ veći je od nule ako sinkrono vrijeme kasni za UTC-om (engl. *universal time control*).

⁹⁵ Npr. istosmjerni vodovi između sinkronog područja »kontinentalne Europe« i »sinkronog« područja Velike Britanije u 2019., interaktivni prikaz dostupan na <https://www.entsoe.eu/data/map/>, pristup 3. 12. 2019.

⁹⁶ Pogledati doprinos sinkronog područja između kontinentalne Europe i Velike Britanije preko istosmjernog voda prilikom razdvajanja sinkronog područja na dva dijela 8. 1. 2021., str. 59. u [19]

trgovatelj; i outputi sučelja s mrežom i outputi trgovatelja kao inputi pridružuju se nekom odgovornom za odstupanja).

Nuđenje i ugovaranje proizvođačke i potrošačke cijene *ex ante*, prikazuju zelene crte. Te zelene crte predstavljaju i *ex post* obračune razmjena za sučelja s mrežom, koje obavljaju 'obračunatelji na sučelju s mrežom' (općenito ih može biti više te jedan obračunatelj može vezati svoja sučelja s mrežom s različitim 'odgovornima za odstupanja'). Zelene crte označavaju i plaćanje nekih uloga operatorima i državi (naknade), što simbolizira zeleni kružić »naknade operatorima i državi«.

Ex ante trgovanje između trgovatelja predstavljaju isprekidane plave crte. Rezultati trgovanja dvaju trgovatelja u žutim kružićima, pridružuju se kao inputi za izračun 'odstupanja' (dvama smeđim crtama: »rezultat fizičkog trgovanja 1« i »rezultat fizičkog trgovanja 2«) pripadnom žutom odgovornom za odstupanja. Količine iz trgovanja trgovatelji dostavljaju 'operatoru tržišta', koji ih bilježi za obračun 'odstupanja' (operator prijenosnog sustava može uskratiti odobrenje na planove isporuke u mrežu i planove preuzimanja iz mreže koji se hoće prijaviti, to ovisi o predmnijevanom učinku na mrežu). Ta dostava je označena isprekidanom plavom crtom (»prijava«). Operator tržišta nalazi se u tamno plavom kružiću⁹⁷. Operator tržišta ih bilježi samo ako su mu 'uredno' prijavljene *ex ante*⁹⁸.

Smeđe crte iz sučelja s mrežom prema odgovornom za odstupanja simboliziraju *ex post* utvrđena virtualna ostvarenja isporuke ILI preuzimanja sučelja s mrežom. To je ostvarenje dio inputa za izračun 'odstupanja' (»izmjereno ILI izračunato ostvarenje«, neizmjereno ostvarenje određuje se 'apstraktnim sustavom'). Odstupanje jednoznačno slijedi iz debljih smeđih crta.

Zelena crta »cijena odstupanja« simbolizira *ex post* obračun za 'odstupanja' 'bilančne grupe' koji obavlja operator (uloga *imbalance*⁹⁹ *settlement responsible* [2]). Tu operator izdaje račun odgovornom za odstupanja (ili odgovoran za odstupanja operatoru) (uloga *billing agent* [2]).

'Prekogranični prijenosni kapaciteti' (engl. »*cross-zonal capacities*«, *cross border capacities*) nužan su uvjet 'uredne' razmjene radne energije između trgovatelja dvaju bilančnih

⁹⁷ Kada se rezultati trgovanja prijavljuju 'operatoru tržišta' ILI kad se koriste u izračunu »programa razmjene«, to se smatra trgovanjem s »fizičkom isporukom« (engl. *physical delivery*). Npr. mađarska burza »nefizičkom isporukom« HUDEX (hudex.hu) počela je s radom 3. siječnja 2018., s iznimnom mogućnošću »fizičke isporuke« na tržištu dan unaprijed {»*No direct physical delivery shall be possible. Optional physical delivery may be requested. Physical delivery* (op. *physical delivery* je istoiznačnica *firm contract* iz [2])? *will be executed through HUPX Day-Ahead Market*«, izvor: hudex.hu, pristup 7. 1. 2020.}.

⁹⁸ Npr. kada rezultate trgovanja tijekom dana isporuke unutar 'bilančnog područja' dostavlja »voditelj bilančne grupe« ('odgovoran za odstupanja') najkasnije 48 sati nakon dana isporuke, sukladno »odobrenim izmjenama plana prekozonske razmjene električne energije, plana isporuke električne energije sumarno za krajnje kupce i plana proizvodnje električne energije od strane operatora prijenosnog sustava«, čl. 72. st. 6. *Pravila organiziranja tržišta električne energije* (Narodne novine, br. 121/15, 48/16, 50/18) (koja su prestala važiti u studenom 2019.).

⁹⁹ Ovdje se koristi riječ *imbalance* koja po [2] označava 'odstupanje' (prijedlog je koristiti naziv: *deviation*).

područja (engl. *zonal pricing*). Trgovatelji preko »platforme za prekogranične kapacitete« (engl. *transmission capacity allocator* [2]) kupuju 'kapacitet' *ex ante*, uz suglasnost operatora s obje strane granice (»eksplicitna dodjela«). Kapacitet im nakon kupnje predstavlja potencijal za razmjenu energija koji ne moraju iskoristiti (engl. *use it or loose it, use it or sell it*). Poseban je slučaj kad im se kapacitet pridruži preko burze istovremeno s količinom energije (»implicitna dodjela«). Moguće je omogućiti ili samo jedan od ta dva načina ili oba. Mjera razlike trgovačkih cijena u dvama susjednim bilančnim područjima, uglavnom je cijena tog 'kapaciteta' koja se određuje na temelju slobodnih ponuda [npr. iznimka je unutarдневно trgovanje (engl. *intraday*) na burzi koje se za dio vremena odvija neprestano do zatvaranja trgovanja za taj 'dio' – načelo *first come first serve* – pa nema cijene 'kapaciteta'¹⁰⁰]. 'Kapacitet' se mora imati na svakoj granici kroz crtu dobave energije (npr. ako se energija hoće dovesti iz Njemačke do Hrvatske, mora se osigurati i platiti kapacitet kroz crtu dobave, npr. i na granici Njemačke i Austrije, i na granici Austrije i Slovenije, i na granici Slovenije i Hrvatske). Bilježenje prekograničnih razmjena trgovatelja koordinirano provode 'operatori tržišta' interakcijom »razmjena prijava«.

2.5. Utjecaj aktivacije regulacijske energije na odgovornog za odstupanja

Debela smeđa crta »učinak regulacijske energije na odstupanje« na slici 4. iz operatora do 'odgovornog za odstupanja' simbolizira *ex post* učinak protrgovane 'regulacijske energije' na 'odstupanja' (i drugih energija iz samovoljne intervencije operatora nakon zatvaranja tržišta, za 'dio vremena' ILI u 'dijelu')¹⁰¹. Taj učinak pojavljuje se uslijed isporuke regulacijske energije u dijelu vremena na sučeljima s mrežom. Ta smeđa crta simbolizira količinu (odziv / zahtjev za 'regulacijskom energijom') koja se koristi kao input za izračun 'odstupanja' odgovornog za odstupanja (aktivacija za dio vremena može se odraziti na susjedne dijelove vremena). Kada se ne bi uvažavala količina iz te crte, nastale bi nepravedne količine u 'odstupanjima' prouzročene intervencijama operatora.

Za slučaj 'povezanosti' 'pružatelja resursâ' i 'odgovornog za odstupanjâ' (ili ista pravna osoba; ili kada pružatelj resursa kao subjekt obnaša ulogu čije se posljedice pripisuju odgovornom za

¹⁰⁰ Suprotno tome, na burzi dan unaprijed (engl. *day ahead*) određuje se cijena 'kapaciteta' gdje su prihodi od tih 'kapaciteta' (prihodi se dijele 'operatorima') jedna od vrijednosti funkcije cilja u optimizacijskom postupku, a razmjene ponuditelja se za 'dio vremena' utvrde kad završi taj postupak (kada one 'trgovateljima' predstavljaju »zatečeno stanje«). Nasuprot tome, razmjene za 'dio vremena' se mogu na unutarдневноj burzi (npr. u projektu XBID) ostvarivati za neki 'dio vremena' neprestano (na burzi dan unaprijed se mogu ostvariti za jedan dio vremena samo jednom), pa se za količinu 'kapaciteta' ne natječe više ponuditelja čijim ponudama bi se (nakon što se prikupe, sa zadržkom) mogla optimizacijskim algoritmom odrediti jedna cijena za jedan 'dio vremena'.

¹⁰¹ Npr. kao kroz formulu iz čl. 19. st. 1. *Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava (HOPS, 5/2016. i 3/2017.)* koja su se primjenjivala do 31. prosinca 2019.

odstupanja), uz pojavu aktivirane 'regulacijske energije' iz 'sučelja s mrežom' čije je ostvarenje input tom odgovornom za odstupanja, vrijedi sljedeće: obračun simboliziran zelenom crtom »obračun učinka regulacijske energije na odstupanja« između odgovornog za odstupanja i operatora se ne provodi za učinke iz te aktivacije. Tada financijski učinak količine iz te smeđe crte (koja uz ostalo određuje odstupanja) postaje interno pitanje tih dvaju 'povezanih' subjekta'. To se njihovo interno pitanje u radu ne obrađuje. Input za izračun odstupanja tad je količina iz zahtjeva za aktivaciju energije, a izmjerena količina aktivirane regulacijske energije nije input kod izračuna odstupanja.

U slučaju kada pružatelj resursa nije 'povezan' s 'odgovornim za odstupanja' kojemu uvire input sučelja s mrežom¹⁰², vrijedi sljedeće: između odgovornog za odstupanja tog sučelja s mrežom i operatora se za tu aktivaciju provodi obračun učinka¹⁰³ regulacijske energije na odstupanja¹⁰⁴. U tom slučaju ili operator plaća ili mu odgovoran za odstupanja plaća za količinu energije iz smeđe crte »učinak regulacijske energije na odstupanje« (zeleni crta »obračun učinka regulacijske energije na odstupanja«). To se provodi uz cijene i količine (koje se utvrđuju po algoritmu) po kojima ni odgovoran za odstupanja (ni drugi s njim 'povezani' subjekti) ni operator neće biti nepravedno oštećeni [npr. za cijene: najbliže cijeni po kojoj su trgovatelji kupili ILI prodali energiju za dio vremena za koji se obračun provodi, npr. za količine: prema učinku aktivacije na odgovornog za odstupanja (npr. procjena aktivirane energije)]. Kako bi operator tu ostao financijski neutralan, on za taj novčani iznos ili umanjuje ili uvećava financijski iznos iz obračuna koji slijedi iz postignute 'cijene regulacijske energije' pružatelja resursa (netoiznos je u obračunu označen zelenom crtom »cijena za regulacijsku energiju«, koristi se ista količina i cijena kao u obračunu s odgovornim za odstupanja). Kada su aktivirana sučelja različitih odgovornih za odstupanja, primjenjuje se konvencija po kojoj se količina energije iz aktivacije razdjeljuje na te odgovorne za odstupanja. Tu se za možebitni neispunjen (ili djelomično ispunjen) zahtjev za aktivacijom iz ovog slučaja, ne ulazi u financijsku odgovornost pružatelja resursa (ispred operatora). To je prepušteno ugovornom odnosu kojeg ima s operatorom (npr. ugovorne kazne, izravna ili posredna bilančna odgovornost za odstupanje agregatora).

¹⁰² Npr. u Francuskoj je taj slučaj postao moguć 2014. str. 47-48., izvor: Bertoldi P, Zancanella P, Boza-Kiss B. (2016), *Demand Response Status in EU Member States*, EUR 27998 EN, Europska komisija, dostupno na: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101191/Idna27998enn.pdf>, pristup 26. 11. 2019.

¹⁰³ Tu se ne misli na »rebound effect« koji ima učinak na 'odstupanje' nakon aktivacije (npr. klima uređaj je smanjio potrošnju u aktivacijskom razdoblju, pa pojačano radi nakon aktivacije da bi zadržao sobnu temperaturu), str. 29-30. NordREG (2020), »Nordic Regulatory Framework for Independent Aggregation«, http://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2020/02/A-New-Regulatory-Framework_for_Independent_Aggregation_NordREG_recommendations_2020_02.pdf, pristup 19. 6. 2020.

¹⁰⁴ Tad je 'pružatelj resursa' npr. u govoru »neovisni agregator« (engl. *independent aggregator*).

U oba slučaja (nezavisni agregator, zavisni agregator) potrebno je uvažavati učinak na subjekta čije je sučelje s mrežom, u pogledu obračuna koji se na tog subjekta odnose. Naime, kada agregator aktivira energiju na instalacijama priključenima na to sučelje s mrežom, netokoličina energije u obračunu prema subjektu na sučelju može biti povezana s raznim obračunima razmijenjene energije ovisno o izvedenom modelu [npr. obračun za količinu energije između agregatora i sučelja s mrežom, obračun između subjekta na sučelju s mrežom i obračunatelja na sučelju s mrežom, obračun između tog sučelja s mrežom i odgovornog za odstupanje, obračun između obračunatelja na sučelju s mrežom i odgovornog za odstupanje]. Ti odnosi mogu biti interna pitanja bilančne grupe u okviru ograničenom općim pravilima, a utjecaj na subjekta može biti znatan (npr. subjekt na sučelju s pumpnom hidroelektranom putem fleksibilnosti kupuje od zavisnog agregatora energiju, tu energiju agregator kupuje od operatora, nakon toga dolazi obračun energije između subjekta na sučelju i obračunatelja na sučelju s mrežom gdje se ta količina energije uvažava u obračunu).

2.6. Obračun računovodstvenog zadovoljenja

Zelena crta »obračun računovodstvenog zadovoljenja« (engl. *reconcillation*¹⁰⁵ [2]) označava obračun koji se provodi između 'operatora' i 'odgovornog za odstupanja'. On se provodi uslijed razlike ΔE_A između: netokoličine energije E_B koju obračunatelj na sučelju s mrežom obračunava sučeljima s mrežom u 'obračunu razmjena' s jedne strane (mjerjenja, procjene); i netokoličine E_C koja je zbroj: netokoličine E_{C1} koju 'trgovatelji' odgovornog za odstupanja protruju s drugim trgovateljima *ex ante* i netokoličine E_{C2} kojom odgovoran za odstupanja protruje s operatorom *ex post* (za 'odstupanja', za aktiviranu 'regulacijsku energiju' itd.) s druge strane ($\Delta E_A = E_B - E_C$, $E_C = E_{C1} + E_{C2}$). Taj obračun postoji uslijed razlike ΔE_A , koja nastaje zbog nemogućnosti utvrđivanja razmjena energija ugrađenom mjernom opremom za pojedine 'dijelove vremena' na dijelu 'sučelja s mrežom' (nekorištenje / neimanje mjerenja razlučivosti 15 minuta¹⁰⁶ ILI djelomična nepouzdanost mjerenja i dohvata podataka uslijed kvarova, *profiled accounting points* [2] – to su ograničenjâ 'fizičkog sustava' koja sanira 'apstraktni sustav'). Svrha je ostvariti jednakost kupljenih s prodanim količinama energija subjekata 'povezanih' s bilančnom grupom, objedinjenjem količina energija svih razina (engl.

¹⁰⁵ »reconciling... the volumes used in the imbalance settlement process for profiled Accounting Points and the (op. tu nije nužno riječ o stvarnim izmjerenim količinama) *actual metered quantities*« [2].

¹⁰⁶ Udio isporučene energije 'potrošačima' s gubicima HEP-ODS-a čije se vrijednosti u 'dijelovima vremena' izračunavaju u obračunu 'odstupanja' činio je u 2018. 33 % (od ukupne isporuke svim 'potrošačima' uz gubitke prijenosa i razdjela, u [6] je to »preostalo opterećenje«), ta energija nije po dijelovima vremena slijedila iz mjerenja po sučeljima, jer dio potrošača nije imao mjerila s periodom od 15 minuta ILI mjerni podaci nisu bili dostupni/korišteni.

wholesale, retail, balancing market, imbalance settlement itd.), nakon čega operator ostaje financijski neutralan.

U tom obračunu se primjenjuje jednaka cijena u obračunskom razdoblju (npr. jedan mjesec) za sve količine energije za sve subjekte kojima se energija obračunava. Ta cijena ne sadržava kaznenu sastavnicu. Osim toga se nastoji postići takva cijena koja će odgovarati nabavnoj cijeni energije na tržištu. Operator je nakon toga obračuna financijski neutralan.

2.7. Svrhe kratkoročnih postupaka i vrijeme

Planiranje sadašnjosti i budućnosti nikad nije djelo samo tehničkog znanja. To je stoga jer tehničko znanje kao takvo ne predstavlja svrhe (op. odgovor na »zašto?«¹⁰⁷ [1]) nego samo mogućnosti (op. odgovor na »kako?« [1]). Prema tome, čovjek ne živi samo od tehničkog planiranja, nego u svojoj nutрини prije svega od osmišljenja koje mora proizlaziti iz drugačije vrste zapažanja. Osim toga, čovjekovo planiranje budućnosti nikada ne može anticipirati budući naraštaj sa svojim vlastitim nacrtima i spoznajama. Sv. Augustin je smatrao da sjećanje stvara »sadašnjost« i to tako što obuhvaća određeno okruženje u stalnom protjecanju stvari te ga drži na okupu i označava kao ono »danas«. Po njemu je i prošlost sadašnja, ali na drugačiji način od sadašnjosti onoga što se obično smatra »sadašnjim«. Slično se po njemu odnosi na budućnost [4]. To je što se tiče vremena i svrhe.

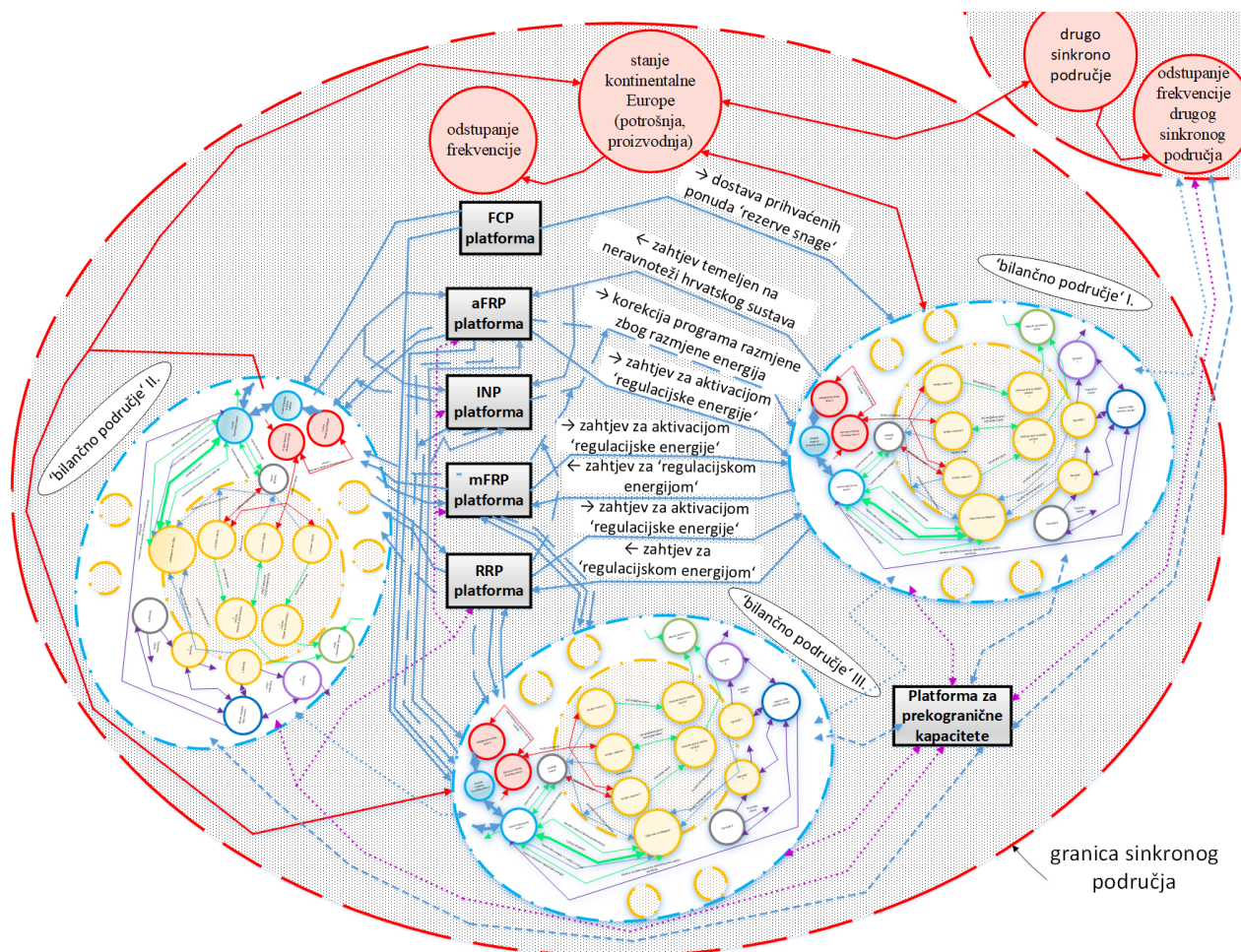
Svrhe europskih postupaka u Europskoj uniji definiraju se za sadašnju budućnost [10]. Ovdje će se dio koji je naznačen za budućnost, uz prilagodbu kontekstu u radu, donekle koristiti.

'Dio vremena' u mozaiku vremena već je ranije definiran i korišten. 'Dio' se u promatranju postavlja kao središnji vremenski interval dok se zapažanja poopćuju. U definiranju svrha postupaka za dio vremena u okup se stavlja 'dio' prije i 'dio' poslije njega, što prikazuje slika 6. (kasnije će se slika objasniti). Prema tome, za definiciju biti aktivnosti u dijelu vremena te njega samog kao »sadašnjosti«, potrebno je i vrijeme koje mu prethodi (»prošlost«) i koje mu slijedi (»budućnost«).

Postupci koje vode operatori između bilančnih područja, a koji se odvijaju blisko (npr. jedan sat prije) ILI u 'dijelu vremena' za 'dio', odnose se na razmjene radnih energija za vođenje individualnih 'neravnoteža' (ili $\Delta P_{ACE,i}$ ili $\Delta E_{bp, n_t}$) ILI za vođenje »odstupanja frekvencija« k nuli (iz standardnih proizvoda, operator za sebe može zadržati nestandardne proizvode). Sekundarna je svrha

¹⁰⁷ Pitanju »zašto?« može se pristupiti na barem tri načina: zaniijekati postojanje odgovora na pitanje; prihvatiti postojanje svrhe i odbaciti problem traženja svrhe izvan onoga što su puke činjenice; traženje odgovora na pitanje izvan pukih činjenica, više u dr. sc. Goran Lojkić (2019), »Metafizički krajobraz ateizma«, *Obnova*, br. 12., Zagreb.

osloboditi brze 'rezerve' (npr. 'rezervu' FCR 'rezervom' aFRR). Provode se i za otklanjanje preopterećenja sastavnica mreže (engl. *congestion management*).



Sl. 5.: Prikaz nekih interakcija između bilančnih područja unutar sinkronog područja (slika bi mogla asociirati na međustaničnu suradnju u biologiji) bez nekih veza s drugim sinkronim područjima

Za svaki dio vremena se isporučuje spremnost za proizvodnju 'regulacijske energije' ('rezerva snage'). 'Rezerva snage' može se bilo »dijeliti« (dva operatora se oslanjaju na 'rezervu snage' kod istih 'sučelja s mrežom') bilo »razmjenjivati« između operatora (jedan operator se oslanja na 'rezervu snage' u području drugog operatora na koju se ne oslanja taj drugi operator)¹⁰⁸. Aktivnosti koje se tiču nabave spremnosti 'rezerve snage' mogu se odvijati puno prije 'dijela vremena' (npr. jednu godinu ranije, jedan dan ranije). Za rezervu snage operator plaća *ex post* po ostvarenju (kn/MW za svaki dio vremena). Kod razmjene ILI dijeljenja rezerve snage potrebno je metodološki odrediti kako će se odrediti dio prekograničnog prijenosnog kapaciteta, koji će se uskratiti ostalim tržištima i pridijeliti

¹⁰⁸ Opis »razmjene« (engl. *exchange*) i »dijeljenja« (engl. *sharing*) 'rezerve snage' dan je u poglavljima 9.1.1 i 9.1.2 u ENTSO-E (2013), *Supporting Document for the Network Code on Load-Frequency Control and Reserves*, https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/_library/resources/LCFR/130628-NC_LFCR-Supporting_Document-Issue1.pdf, pristup 11. 12. 2017.

za razmjenu ILI dijeljenje rezerve snage (engl. *optimal capacity split problem*). Naime, druga tržišta (npr. *day ahead market*) konkuriraju istoj ograničenoj količini kapaciteta. Tek nakon zatvaranja internog unutardnevnog tržišta, sav slobodni prekogranični prijenosni kapacitet postaje dostupan operatoru za njegove svrhe. Nabava rezerve snage ovdje se detaljnije ne opisuje.

Postupci s pripadnim 'rezervama snage' su sljedeći: »postupak održavanja frekvencije« (FCP) je postupak kojim se nastoji hitro (u sekundama) bez čovjekova stabilizirati frekvencija sustava 'regulacijskom energijom' iz 'rezerve snage' FCR (vođenje »odstupanja frekvencije« k nuli, npr. početak isporuke kod »odstupanja frekvencije« izvan ± 20 mHz [14])¹⁰⁹; »postupak ponovne uspostave nazivne frekvencije« (FRP) postupak je kojim se nastoji uspostaviti frekvencija sustava na nazivnu vrijednost (vođenje »odstupanja frekvencije« k nuli), osloboditi FCR i voditi 'neravnotežu' sustava (ili $\Delta P_{ACE, i}$ ili $\Delta E_{bp, n_t}$) k nuli 'regulacijskom energijom'; FRP postupak koristi dva tipa 'rezerve snage' (FRR) što povlači dva podpostupka, jedan se podpostupak odvija uz slanje aktivacijskih signala bez sudjelovanja čovjeka (automatski aFRP), a drugi slanjem aktivacijskih signala (npr. telefonski i elektroničkom poštom) na temelju nahođenja čovjeka koji uživo bdije nad sustavom i djeluje u okviru 'operatora' (»ručni« mFRP); »postupak ponovnog osiguravanja rezerve« (RRP) podrazumijeva postupak oslobođenja aktivirane 'rezerve snage' FRR ILI dopune djelovanja FRR-a isporukom 'regulacijske energije' iz 'rezerve snage' RR, s dugotrajnim odzivom (npr. isporuka više od 15 minuta od zahtjeva 'operatora'); »postupak razmjene neravnoteža« (engl. *imbalance netting cooperation*, INC) između 'operatora prijenosnih sustava' omogućuje izbjegavanje istodobne aktivacije 'rezerve snage' FRR u suprotnim smjerovima (zanemaruje se mogućnost oslobađanje zauzetog aFRR-a INC-om) uzimanjem u obzir 'neravnoteža' 'bilančnih područja' koje vodi k nuli, mijenjanjem »programa razmjena« u pripadnim intervalima t ¹¹⁰.

Ovi postupci u bilančnom području mogu biti autonomni prema istim tipovima postupaka u drugim područjima (iznimka je postupak INC koji nužno traži sudjelovanje barem dvaju područja). Međutim, pojedini postupci se mogu objediniti u centralizirani sustav (platforme) koji ima učinak na upravljanje bilančnim područjima. Slika 5. ilustrira interakcije triju bilančnih područja (I., II. i III. u

¹⁰⁹ Pogledati mjerenja odziva FCR-a na nekoliko hrvatskih agregata (hidroelektrane HE Peruča i HE Čakovec) i odziv agregata koji nisu uključeni u FCR, u I. Ivanković, R. Rubeša, M. Rekić, T. Plavšić, D. Brnobić (2019), »Monitoring primarne regulacije frekvencije zasnovano na sinkroniziranim mjerenjima fazora«, HRO CIGRÉ, C2-12, Šibenik.

¹¹⁰ U hrvatskom jeziku nazivi su bili: »primarna regulacije frekvencije« za FCR, »sekundarna regulacija frekvencije i snage razmjene« za aFRR, »tercijarna regulacija« se dijelila na »tercijarnu regulaciju za uravnoteženje« i »tercijarnu regulaciju za sigurnost sustava« i to je mFRR, rezerva RR se nije koristila pa nije bila ni imenovana. Usporediti priloženi opis svrha s opisom na str. 5. iz [11].

isprekidanim plavim oblicima) za navedene postupke unutar jednog područja sa sinkroniziranom frekvencijom (u isprekidanom crvenom obliku, to je *synchronies area*).

Operatori tih 'područja' za postupke mFRP i RRP dostavljaju platformama zahtjeve za regulacijskom energijom, nakon čega platforme na temelju ekonomsko-tehničke optimizacije određuju: gdje, koja, kad i koliko će se rezerve snage aktivirati. Po odabiru, platforma šalje operatorima zahtjeve za aktivaciju odabrane rezerve snage. Razmjene regulacijskih energija između područja se ostvaruju promjenama »programa razmjena« u intervalima i (uz imanje 'kapaciteta'), što simbolizira isprekidana plava crta. Postupak aFRP djeluje slično, a kod njega platforma dobiva za intervale i 'dijela vremena' inpute operatora temeljene na neravnotežama njihovih područja (ili ΔP_{ACE} , i ili $\Delta E_{bp, n_t}$) (engl. *aFRR demand*), te nakon svog optimizacijskog postupka bez čovjeka (automatski) šalje zahtjeve za aktivaciju regulacijske energije područjima (*setpoint* $P_{aFRR, set, i}$, a zahtjev za promjenom snage regulacijske energije iz aFRP-a se može mijenjati svaki interval i 'dijela vremena' pa time i odziv aFRR-a¹¹¹, dok zahtjev za mFRR podrazumijeva standardan oblik odziva snage¹¹²). U postupku INC zahtjevi za energijom se šalju bez čovjeka te se automatski »poništavaju« suprotne 'neravnoteže' (bez aktivacije 'regulacijske energije'). Postupci aFRP i INC se izmjenjuju tijekom dijela vremena u ciklusima (npr. svake četiri sekunde).

Na platformi FCP ne aktivira se 'regulacijska energija' nego se *ex ante* odabiru ponude 'rezerve snage' FCR, iz kojih se onda tijekom 'dijela vremena' autonomno aktivira regulacijska energija na input »odstupanje frekvencije« u intervalima i dijela vremena (suradnja između sinkronih područja je zanemarena, iako je moguća). Tu se 'regulacijska energija' iz FCR-a razlikuje od energija iz ostale inercije sustava (engl. *self regulation of the load, auto-control of generation*¹¹³). Energija se iz tog postupka za dio vremena obračunava između operatora. Izračunava se preko prosječnih vrijednosti odstupanja frekvencije Δf_i u intervalima i te »regulacijske konstante« K ($E_{FCP} = -K \cdot \frac{1}{n_{uk}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{uk}} \Delta f_i \cdot \Delta t$, npr. prema [14]).

¹¹¹ »setpoint singnals sent to BSP (op. 'pružatelju resursa') can constantly change their values, depending on aFRR demand« str. 22. [15], npr. druga slika na str. 10. u [3].

¹¹² Npr. za mFRR je trapezni oblik, s kašnjenjem od zahtjeva za aktivaciju koji 'operator' uputi platformi do početka isporuke (engl. *preparation period*), vrijeme od početka isporuke do postizanja maksimalne snage (engl. *ramping period*), trajanje maksimuma (engl. *delivery period*), vrijeme spuštanja od maksimalne vrijednosti do početne točke (engl. *deactivation period*), skup ponuda (engl. *bid*) za neki 'dio vremena' može se aktivirati u razdoblju koje počinje nešto prije početka 'dijela' do nešto prije kraja 'dijela vremena' (engl. *validity period*) [12], primjer za *validity period* tamnije su osjenčana razdoblja na sl. 6.

¹¹³ »K-factor« »expressed in megawatts per hertz (MW/Hz), which is as close as practical to, or greater than the sum of the auto-control of generation (op. $\Delta P_{ACG} / \Delta f$), self-regulation of load (op. $\Delta P_{SRL} / \Delta f$) and of the contribution of frequency containment reserve (op. $\Delta P_{FCR} / \Delta f$)«, str. 6. [14], matematički zapisano $K \geq (\Delta P_{ACG} + \Delta P_{SRL} + \Delta P_{FCR}) / \Delta f$

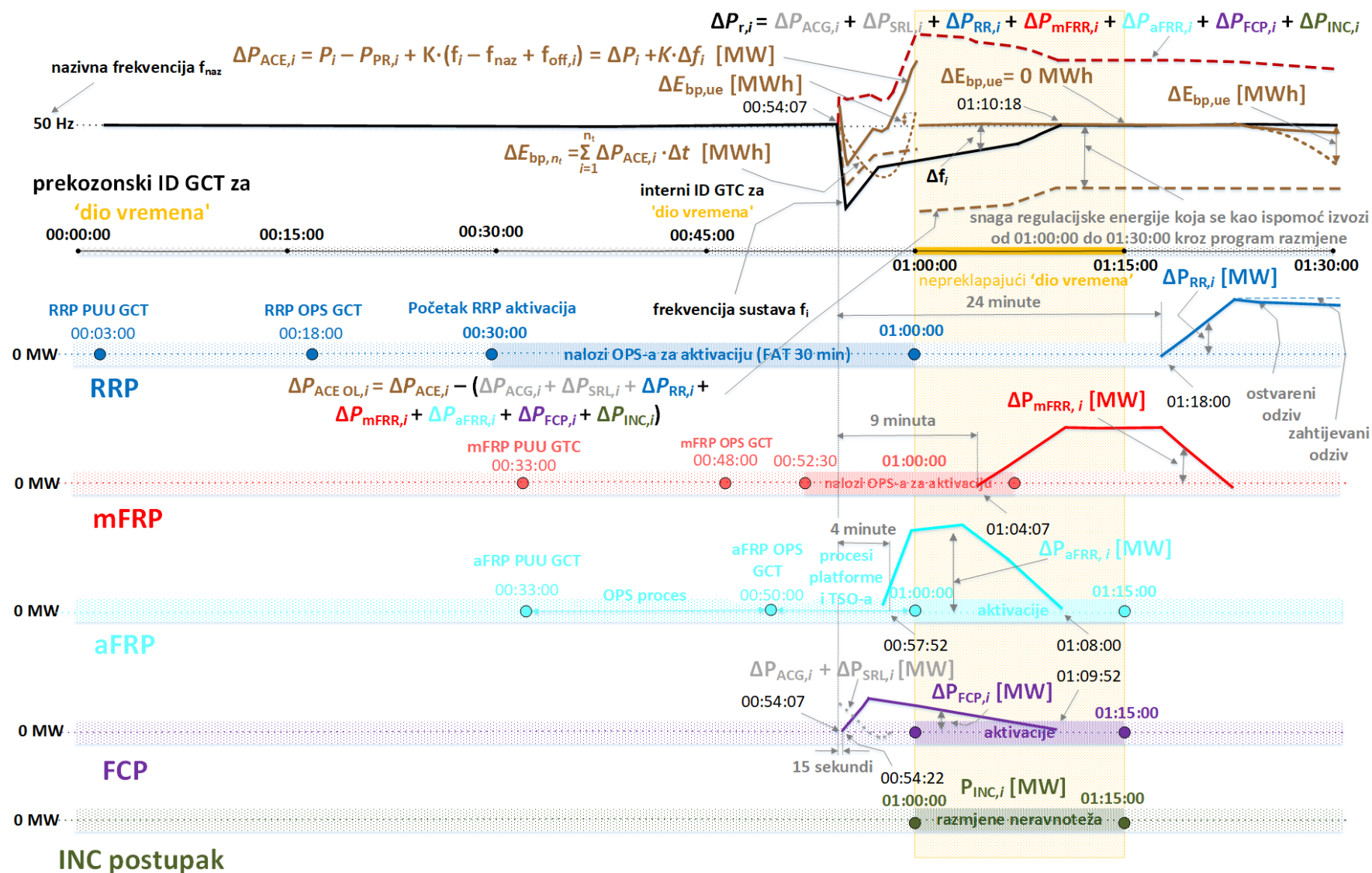
Prepreke kod razmjena 'regulacijskih energija' mogu predstavljati ograničenja između područja ('prekogrančni kapaciteti' na granicama područja ILI ograničenja unutar područja). Na svakoj granici između bilančnih područja kroz crte prolaska razmijenjene energije potrebno je imati 'prekogrančne kapacitete' koji proizlaze iz »platforme za prekogrančne kapacitete«.

2.8. Ilustracija kratkoročnih postupaka

Nije se pokazalo lakim na jedinstvenom grafičkom prikazu dočarati u vremenu zapisanu svrhu svih postupaka iz prethodnog pododsjeka. Primjer je dan na tipu grafičkog prikaza na slici 6. (inspiriran slikama sa str. 5. [11], str. 19. [12] i str. 7. [14]¹¹⁴). Na tom primjeru se ilustriraju događaji uz sljedeća pojednostavljenja i postavke: od 00:00:00 do 00:52:00 'neravnoteža' je nula; u prva tri 'dijela vremena' nije došlo ni do aktivacije 'regulacijske energije' u području ni do njezine razmjene na granicama; u sustavu »kontinentalne Europe« se dogodilo »odstupanje frekvencije« od nazivne koje je bilo prisutno u dva susjedna 'dijela vremena' koja traju od 00:45:00 do 01:15:00; u ta dva 'dijela vremena' nije došlo do 'neravnoteže' zbog razlike »mjerenog ostvarenja hrvatskog sustava« od *ex ante* kupoprodaje za sustav (osim za RRP u posljednjem 'dijelu vremena'), nego zbog ispada jedinica za proizvodnju energije u drugim područjima (iako $\Delta P_i = P_i - P_{pr, i}$ postaje različito od nule zbog solidarnog doprinosa k anuliranju Δf_i); nije prikazan »program razmjene«; nisu prikazane varijable i događaji u drugim područjima ni interakcije s njima¹¹⁵ (osim trenutaka do kojih treba dostaviti ponude za regulacijsku energiju i naloge za njihovu aktivaciju); odzivi 'rezerve snage' nisu realni (vidjeti realni odziv aFRR-a na str. 35 u [15]), a trajanje odstupanja frekvencije je netipično dugo; u postupcima mFRP i RRP dogodila se jedna aktivacija; primjer ne dočarava ono što će biti niti što je, nego ono što bi u zamišljenom scenariju moglo biti moguće. Postavio se cilj dovesti energiju $\Delta E_{bp, n_t}$ do nule jer je to složeniji slučaj (alternativa tome je prikazana na str. 10. u [3] i str. 7. u [14], koja je tehnički prihvatljivija kako je drugdje u radu navedeno).

¹¹⁴ Npr. okvirno je odziv do početka isporuke 'regulacijske energije' za FCP do 30 sekundi, za aFRP od 30 sekundi do 15 minuta, za mFRP do maksimalno 15 minuta, za RRP ne manje od 15 minuta [11].

¹¹⁵ Na str. 34. [16] grafički je prikazana ilustracija četiriju varijabli iz aFRP-a za tri 'bilančna područja', za četiri intervala (BEPP) 'dijela vremena', to su: početni zahtjevi za 'regulacijskom energijom' upućeni platformi (engl. *original aFRR demand*), zahtjevi za 'regulacijskom energijom' korigirani od platforme (engl. *corrected aFRR demand*), profil zadan 'pružateljima resursa' iz upravljača 'bilančnog područja' (engl. *LFC controller output*) i profil snage isporučene 'regulacijske energije' (engl. *aFRR activation*) u svakom BEPP-u svakog 'bilančnog područja' (profili na slici nemaju stalnu vrijednost tijekom BEPP-a što ih razlikuje od neprofila).



Sl. 6: Postupci unutar bilančnog područja (proporcije snage 'regulacijske energije' iz [11] su promijenjene, dodana je prema [14] inercija kod FCP-a koja ne uključuje FCR, krivulje su izrađene u Excelu i grafički obrađene u Visiu) s isključenim postupkom INC

Na slici 6. prikazani su karakteristični trenutci za te postupke. Za trgovatelje je naznačeno vrijeme otkad im je uskraćeno trgovanje s »fizičkom isporukom« za žuti dio vremena (ID GTC, engl. *intraday gate closure time*), što ne isključuje mogućnost ekonomske optimizacije sučelja s mrežom (s ΔE_f) odgovornog za odstupanja, čak i u dijelu vremena bez odobrenja operatora. Oznaka GTC (engl. *gate closure time*) označava vrijeme otkad je onemogućena neka aktivnost bilo za 'pružatelje resursa' (PUU) za 'dio vremena', bilo za operatore prijenosnih sustava (OPS). Za PUU-ove se to odnosi na dostavu ponuda OPS-u, a za OPS-ove na prosljeđivanje ponuda europskim platformama. GTC za OPS-ove potreban je zbog toga što se izvršenje algoritama ne odvija trenutačno, pa je potrebno vrijeme za pripremu ILI izvršenje ILI za procedure kod možebitnih grešaka u radu algoritma.

Frekvenciju predstavlja crna crta. U primjeru na slici 6. ispadi jedinica za proizvodnju električne energije izvan hrvatskog sustava doveli su do trenutačnog odstupanja frekvencije koje se dogodilo u 00:54:07. Ono stvara neravnoteže čije vrijednosti predstavlja smeđa crta ($\Delta P_{ACE, i}$). Odstupanje frekvencije uzrokuje automatsku aktivaciju (s kašnjenjem od 15 sekundi) 'regulacijske energije' u postupku FCP, isporučivanu od 00:54:22, koja k nuli vodi i odstupanje frekvencije i neravnotežu ($\Delta E_{bp, n_t}$). 'Regulacijska energija' iz FCP proteže se kroz dva 'dijela vremena' te je njena snaga došla do nule u 01:09:52. Smanjenju odstupanja frekvencije doprinijela je i isporuka 'regulacijske energije' iz postupaka aFRP i mFRP.

Isporuca regulacijske energije iz postupka aFRP počela je u 00:57:52 u prethodnom 'dijelu vremena' <00:45:00, 01:00:00]. Te aktivacije imaju učinak na neravnoteže u sljedećem 'dijelu vremena' <01:00:00, 01:15:00] (osjenčani žuti 'dio vremena') sve do 01:08:00. 'Energije' iz aFRP postupka omogućile su trend vođenja neravnoteže ($\Delta E_{bp, n_t}$) k nuli u 'dijelu vremena' koji je prethodio žutom 'dijelu', uz istovremeno »oslobađanje« rezerve snage iz postupka FCP bez nepovoljnih učinaka na odstupanje frekvencije. Ručna aktivacija mFRP-a, čija je isporuka energija počela u 01:04:07, dogodila se na temelju nahođenja osobe iz operatora koja je instinktivno odlučila tako anulirati predmnijevanu neravnotežu ($\Delta E_{bp, n_t}$) tijekom žutog dijela vremena¹¹⁶. Iako je odstupanje frekvencije u 01:10:18 bilo jednako nuli zahvaljujući doprinosu operatora »kontinentalne Europe«, sustav je trebao dalje isporučivati dodatnu energiju u druga 'područja' kako bi se održala zajednička frekvencija i vlastita neravnoteža na nuli. Tako je količina te dodatne potrebne energije uvrštena u »program razmjene« za žuti dio vremena i sljedeći dio vremena kako bi se njezina isporuka nastavila (to je objašnjenje skokovite 'neravnoteže' snage u 01:00:00). Nakon toga je u 01:18:00 počela

¹¹⁶ »Integral« trenutačnih vrijednosti neravnoteža hrvatskog sustava označenog smeđom bojom u žutom 'dijelu vremena', drugim riječima razlika apsolutne vrijednosti površine iznad i apsolutne vrijednosti ispod grafa do nekog intervala i .

isporuka regulacijske energije iz RRP postupka, čime se omogućilo oslobađanje rezerve snage mFRR iz mFRP-a bez odudaranja neravnoteže od nule i bez pojave odstupanja frekvencije. Ipak, odudaranje »ostvarenog odziva« RR-a od »zahtijevanog odziva« RR-a u posljednjem dijelu vremena (od 01:15:00 do 01:30:00) dovelo je do neravnoteže u tom dijelu vremena.

2.9. Sažeti opis sustava koji pretpostavlja poznavanje simboličkog sustava

Elektroenergetski sustav sastoji se od sinkronih područja, sinkrona od bilančnih područja, bilančna područja sadrže bilančne grupe. Bilančnim područjima upravljaju operatori prijenosnih sustava, za odstupanja bilančnih grupa ispaštaju odgovorni za odstupanja, za neravnoteže bilančnih područja ispaštaju operatori. Bilančna područja sadrže sučelja s mrežom na kojima energiju s mrežom razmjenjuju potrošači i proizvođači. Pridružene razmjene energija (virtualne, izmjerene) tim sučeljima u dijelovima vremena su inputi koji uviiru u bilančne grupe (koje su apstraktni koncept, engl. *account* [2]). Output iz svakog sučelja mora biti pridružen kao input nekoj bilančnoj grupi.

Sučelja s mrežom (proizvođači, potrošači, skladišta) moraju *ex ante* sklopiti ugovore s obračunateljima za obračun razmijenjene radne energije s mrežom. Količina razmijenjene energije za 'obračun razmjene' utvrđuje se *ex post*. U općem slučaju za razmijenjenu energiju na sučelju s mrežom za dio vremena (npr. za četvrt sata) nema mjerenja. Ako se za takva sučelja s mrežom (engl. *profiled accounting points*) uspije pristupiti opremi na sučelju s mrežom, tada se može očitati koliko je energije razmijenjeno u razdoblju između dva očitavanja (npr. 27 dana). Tu količinu onda obračunatelj koristi u obračunu razmjene. Ako se ne uspije pristupiti sučelju s mrežom, onda se za obračun u pripadnom razdoblju koristi procjena razmjene algoritmom definiranim *ex ante*. Količina tobože razmijenjene energije za takva sučelja s mrežom za izračun odstupanja za dio vremena (što je input obračunu odstupanja *ex post* i koji se planira za kupoprodaju) određuje se na unaprijed definiran način (apstraktnim sustavom). Ta izračunata količina (koja se računa *ex post*) razlikuje se (osim iznimno) od količine koju obračunatelj obračunava tim sučeljima s mrežom u obračunu razmjene, također *ex post*. Za tu razliku ($\Delta E_A = E_B - E_{C1} - E_{C2}$) obavlja se poseban obračun (engl. *reconciliation*). Ta razlika je preciznije, razlika: između energija koje obračunava obračunatelj *ex post* (E_B) u obračunu razmjene (engl. *retail*); i energija koje su kupljene (ILI prodane) za izmjerenu/izračunatu razmjenu za dio vremena između trgovatelja (E_{C1}) *ex ante* (engl. *wholesale*) te one protrgovane s operatorom *ex post* (E_{C2}) (engl. *balancing energy, congestion management, »imbalance settlement«*).

Obračunatelji moraju biti 'povezani' s trgovateljima koji trguju *ex ante*. Trgovatelji za svaki dio vremena idejno (*ex ante*) trguju energijom, eda bi ona čim više odgovarala pseudorazmjenama sučelja s mrežom, koja pripadaju bilančnoj grupi za dio vremena. To se temelji na prognozi razmjene

energije (potrošnje, proizvodnje) za dio vremena, i na njezinu planiranju ILI upravljanju. Trgovatelji mogu trgovati s trgovateljima iz drugih bilančnih područja za što im je potreban prekogranični prijenosni kapacitet, a rezultati tog trgovanja uvrstavaju se u programe razmjena sustava *ex ante*. Trgovatelji mogu trgovati ne samo u tu svrhu nego i radi zarade na arbitraži (k *Pareto efficiency*, npr. uslijed pouzdanja u vlastitu sadašnju budućnost koja je različita od one drugog dionika). Nedugo prije dijela vremena (npr. sat prije) trgovateljima je onemogućeno trgovanje za taj dio vremena (engl. *intraday gate closure time*). U izračunu odstupanja ($\Delta E_{bg, j}$) koristi se samo one količine koje su trgovatelji *ex ante* 'uredno' prijavili operatoru tržišta (»fizičko trgovanje«, uz količine iz učinaka koji nastaju uslijed intervencija operatora).

Netoiznos odstupanja svih odgovornih za odstupanja (ΔE_{bg}) određuje razliku između neravnoteže ($\Delta E_{bp, ue}$) i energija za vođenje neravnoteže k nuli (ΔE_r), za svaki dio vremena ($\Delta E_{bg} = \Delta E_{bp, ue} - \Delta E_r$). Financijsku odgovornost za rezultate obračuna odstupanja ispred operatora u ime obračunatelja i trgovatelja preuzima odgovorni za odstupanja. Nepovoljna cijena odstupanja primijenjena na odgovornog za odstupanja odvraća ga od odstupanja. Odgovarajuće cijene regulacijske energije u odnosu na cijenu odstupanja, pružatelja resursa motiviraju na nuđenje regulacijske energije¹¹⁷. Neravnoteže energija za dio vremena (engl. *unintended exchange*) operatoru se obračunavaju na temelju algoritma koji dogovore operatori, ili naturalno ili financijski (uz korekciju te neravnoteže operatora u obračunu zbog stvaranja $\Delta P_{ACE, i}$ -a kod operatora koji ispunjava zahtjev za regulacijskom energijom, uslijed nemogućnosti skokovitog / diskretnog fizičkog odziva razmjene, npr. *FRCE adjustment process* str. 60-61 u [15]).

Nakon što se trgovateljima zabrani trgovanje za dio vremena (engl. *intraday gate closure time*) operator provodi aktivnosti u vođenju neravnoteže sustava (ili $\Delta P_{ACE, i}$ ili $\Delta E_{bp, n_t}$) k nuli, aktivacijom regulacijske energije iz postupaka FCP, aFRP, mFRP i RRP. Neravnoteža u energiji ($\Delta E_{bp, n_t}$) razlikuje se od energije iz neravnoteže u srednjoj snazi u svakom intervalu i trajanja Δt ($\Delta P_{ACE, i} = n_t \cdot \Delta t \neq \Delta E_{bp, n_t}$). Prije zabrane trgovanja je operator *ex ante* (npr. tjedan dana unaprijed) osigurao od pružatelja rezerve spremnost za proizvodnju regulacijske energije ($\Delta E_{f, re}$), a količinu te rezerve snage (P_{rez}) je temeljio i na odstupanjima u ondašnjoj prošlosti i procjeni odstupanja u

¹¹⁷ »[t]he relation between the ['cijene regulacijske energije'] and ['cijene odstupanja'] determines how attractive is for a ['pružatelj resursa'] to place a bid. If the ['cijena odstupanja'] is more costly than the ['cijena regulacijske energije'] paid for the bid over the same ['dio vremena'], ['pružatelj resursa'] may decide to hold back a bid, since it is worth more when delivered as [energija za otklanjanje 'odstupanja' koje je u smjeru 'neravnoteže' i koje se više kažnjava] or [kao energija za pojačanje 'odstupanja' koje anulira 'neravnotežu' i koje se nagrađuje] than it would be when delivered as a [ponuda 'regulacijske energije' 'operatoru']«, str. 6. [3], u navedenom se podrazumijeva *single imbalance price*. Sadržaj ove podrubnice po sustavskom bi mišljenju [1] bio primjena koncepta »svrhovitosti« koji odgovara na pitanje »zašto?«, umjesto informacije koja odgovara na pitanje »što?« i znanja koje odgovara na pitanje »kako?«.

ondašnjoj budućnosti. Pružatelj rezerve kod aktivacije regulacijske energije ($\Delta E_{f, re}$) posreduje između sučelja s mrežom i operatora. Regulacijsku energiju operator dobiva promjenama radne snage na sučeljima s mrežom u svojem bilančnom području. Dobavlja je i uvozom/izvozom putem programa razmjene (aktivacija regulacijske energije u drugim područjima koju provode drugi operatori za njegove potrebe uz korištenje prekograničnih prijenosnih kapaciteta). Količine aktivirane regulacijske energije se uvažavaju prilikom izračuna odstupanja. Osim aktivacijom regulacijske energije, vođenju neravnoteže sustava k nuli pridonosi INC postupak. INC-om se razmjenjuju suprotne neravnoteže sustava bez aktivacije regulacijske energije, uz preduvjet imanja prekograničnog prijenosnog kapaciteta. Operator se ujedno brine o preopterećenju pojedinih sastavnica mreže odgovarajućim planiranjem i intervencijama, uz priznavanje kasnijeg učinka intervencija na odgovornog za odstupanja.

Na mrežama povezanih elektroenergetskih sustava u svakom trenutku postoje točke s izvorima i ponorima toka električne energije (potrošnja, proizvodnja, skladišta). Na tim se točkama, djelomično spontano a djelomično s predumišljajem, trenutačno i neprestano razmjenjuju energije s mrežom. Na dijelu sučelja s mrežom operator može po potrebi u stvarnom vremenu (u pogonu) mijenjati tok energije s mrežom, a tokovi na drugom dijelu sučelja su neupravljivi. Umijeće je osmisliti suradnju operatora eda se postiže takav odnos proizvodnje i potrošnje (s gubicima) u sustavu uz koji će frekvencija sinkronih područja biti zadovoljavajuća, uz ostale tehničke kriterije u pogonu (npr. napon, zaštita). Osim toga, cilj je postići i prihvatljive ekonomske kriterije prema dionicima povezanim sa sustavom, a i za sustav kao cjelinu.

Najveću pažnju javnosti privlači potrošačka cijena koja u svojoj strukturi u redovnom stanju implicitno sadržava trgovačku cijenu, cijenu odstupanja, poreze i naknade državi i operatorima, operativne troškove, rizike i profitnu marginu obračunatelja na sučelju s mrežom (moguća bruto margina je *mark up*¹¹⁸). To je stoga što su potrošači najbrojniji, pa se ona odražava na sva kućanstva i poduzetnike u Republici Hrvatskoj. 'Proizvođačka cijena' koja privlači pozornost je ona koja se isplaćuje za poticanje obnovljivih izvora energije.

¹¹⁸ Izračun (procjena) *mark up*-a definiran je na str. 288. u *ACER/CEER Annual Report on the Results of Monitoring the Internal Electricity and Natural Gas Markets in 2014*, studeni 2015.

2.10. Ograničenja simboličkog sustava

Simbolički sustav u ovom radu je ograničen na djelatnu snagu¹¹⁹ (*active power flow*) i djelatnu energiju, a opisuje: trgovinske razmjene radnih energija s »fizičkom isporukom« između trgovatelja unutar i izvan operatorova područja; osiguravanje spremnosti te kasnije korištenje snage i energije za vođenje neravnoteža sustava k nuli; obračun razmjena (isporučenih energija u mrežu, »preuzetih« energija iz mreže); odgovornost za individualna odstupanja; pomoćne obračune (npr. *reconciliation*).

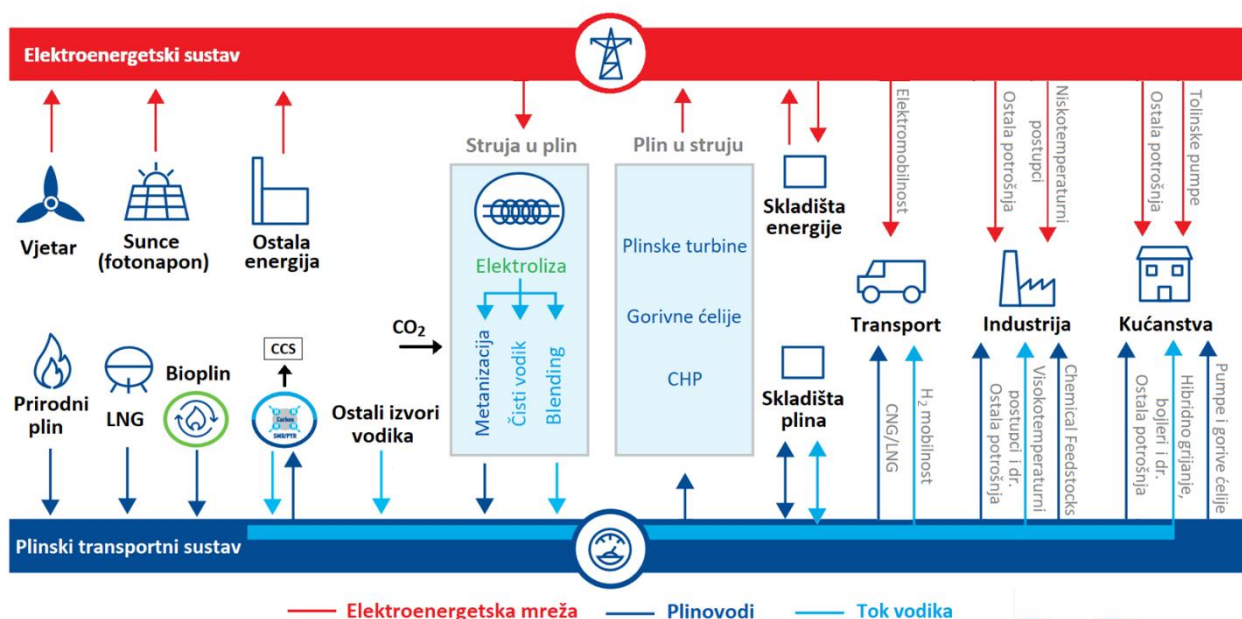
Rad podrazumijeva unaprijed zadana bilančna područja, dakle zonalni pristup (engl. *zonal pricing*) umjesto čvorišnog (engl. *nodal pricing*). Pretpostavlja samostalni dispečerski model umjesto središnjeg. Tržište promjena razmjene djelatne energije koje se odvija *ex ante* između pružatelja resursa i trgovatelja nije obrađeno. Oblikovanje ograničenja u davanju ponuda rezerve snage i regulacijske energije nije obrađeno¹²⁰. Algoritmi i inputi kojima se računaju vrijednosti 'prekograničnih prijenosnih kapaciteta' nisu obrađeni¹²¹.

Nije obrađena djelatnost prikupljanja mjernih podataka (engl. *metering data* [2]). Nije obrađeno određivanje podataka za razne svrhe iz mjernih podataka: za vođenje sustava (osiguravanje povezanosti sučelja s mrežom, *ex ante* prognoziranje razmjena na sučeljima s mrežom i sl.) niti za određivanje obračunskih podataka (engl. *accounting data* [2]). U [2] su definirane uloge koje se tiču mjernih podataka (npr. *metered data collector*, *metering point administrator* [2]).

¹¹⁹ Ivan Flegar (2020) je u radu iz ovoga zbornika umjesto naziva »snaga« predložio, po njemu, bitno bolji naziv jakost toka (struje) energije (kraće tok energije).

¹²⁰ Npr. kao što je obrađeno u poglavlju 4.1 za aFRR u [15].

¹²¹ Npr. u radu L. Wagmann, H. Miličić (2018) »Kritični elementi mreže i pripadajući parametri za proračun prekozonskog kapaciteta temeljenog na tokovima snaga« (2-21, HRO CIGRE) je dočarana »metoda proračuna kapaciteta temeljena na tokovima snaga« (engl. *flow based capacity calculation*). Pokazani su inputi na koje u modelu za izračun 'kapaciteta' samovoljnom odlukom može utjecati operator [npr. na odabir »kritičnih elemenata mreže« (prekogranični vod, interni vod ILI transformator)]. Tu se navodi da ta metoda na teoretskoj razini ima prednosti pred metodom koja se zasniva na preostalom prijenosnom kapacitetu (engl. *available transfer capacity*).



Sl. 7.: Poveznice između elektroenergetskog i plinskog transportnog sustava (CHP – Combined Heat and Power, CNG – Compressed Natural Gas, CCS – Carbon Capture Storage, Blending – reakcija u kojoj nastaje spajanje vodika i metana)¹²²

Sadržaj u podrubicama upućuje na šire područje (npr. fuzija¹²³, dugoročno poticanje kapaciteta za sigurnost). Jalova snaga i energija se ne obrađuju iako su bitne (trgovatelji ne trguju s jalovom energijom ni s jalovom snagom)¹²⁴. Preostaje obraditi i druge aspekte elektroenergetskog sustava¹²⁵ i poveznice s drugim sustavima (npr. s plinskim sustavom¹²⁶, npr. za ilustraciju slika 7.).

¹²² Prevedena te bitno prerađena i dopunjena slika; inspirirana je slikom na str. 14. u ENTSO-G (2019), *ENTSO-G 2050 ROADMAP FOR GAS GRIDS*, <https://entsog.eu/sites/default/files/2019-12/ENTSO-G%20Roadmap%202050%20for%20Gas%20Grids.pdf>. Što se tiče vodika ENTSO-G je procjenjivao 2019. (»ENTSO-G's Input to the EU Strategy on Energy Sector Integration«, svibanj 2020., https://www.entsog.eu/sites/default/files/2020-07/EU%20Strategy%20on%20Energy%20Sector%20Integration_ENTSO-G%27s%20Input_14%20May%202020.pdf, pristup 8. 7. 2020.) da će njegova količina 2050. biti 1.000 TWh ili 14 % potrošnje (engl. *final energy demand*). Pregled inovativnih projekata iz gledišta ENTSO-G-a može se vidjeti ovdje, <https://www.entsog.eu/ipp> (npr. jedna od kategorija koja se može odabrati projekti su pretvaranje električne energije u plin, <https://www.entsog.eu/power-gas>).

¹²³ Npr. oko fuzije poslušati *The Economist*, priredio Alok <https://www.iter.org/print/of-interest/880>, pristup 18. 1. 2020., objava 5. lipanj 2019. i pogledati publikaciju ITER-a iz rujna 2019., dostupno na: https://www.iter.org/doc/www/content/com/Lists/list_items/Attachments/863/ITER_A2_PLANET_2019_c.pdf, pristup 18. 1. 2020.

¹²⁴ Npr. jalova snaga i energija reguliraju napon koji ako je previsok uzrokuje skraćivanje vremena upotrebljivosti opreme (npr. transformatori), a na razdjelnoj mreži i trenutno uništenje opreme (npr. žarulje). O značaju tog pitanja govori projekt zajedničke koordinacije u regulaciji napona SINCRO.GRID između Republike Slovenije i Republike Hrvatske, poglavlje 2.4.2. u HOPS (2019.), *Desetogodišnji plan razvoja prijenosne mreže 2020. – 2029. s detaljnom razradom za početno trogodišnje i jednogodišnje razdoblje*, https://www.hera.hr/hr/docs/2019/Prijedlog_2019-10-03_01.pdf, pristup 20. 1. 2019.

¹²⁵ Npr. formiranje i svrha netržišnog dijela 'potrošačke cijene' po sastavnicama, npr. utjecaj društva na sustav (npr. utjecaj složenosti zaduženosti, robne razmjene, bruto domaćeg proizvoda države i međunarodnih okolnosti na trend potrošnje električne energije u državi) itd.

¹²⁶ ENTSO-E i ENTSO-G su 2017. prvi put u povijesti napravili i predstavili prijedloge zajedničkih scenarija za tadašnju budućnost *TYNDP 2018 scenarios*, <https://tyndp-2018-scenarios.netlify.com/>. Pristup koji je predstavio

Ne bavi se utjecajem postupaka donošenja propisa na sadašnju budućnost (npr. utjecaj europskih prijedloga dokumenata na budućnost u 2018.¹²⁷). Rad se površno bavi korelacijama između vremenski pomaknutih događaja (npr. političkih odluka na energetski miks¹²⁸).

Interne interakcije subjekata 'povezanih' u aktivnostima koje se tiču 'odstupanja' u radu se ne obrađuju (npr. razdioba troška proizašlog iz interne odgovornosti za prognoziranje isporuke u mrežu ILI preuzimanja iz mreže ILI upravljanja proizvodnjom ILI potrošnjom ILI skladištenjem unutar bilančne grupe, jer odgovorni za odstupanja za bilančnu grupu to samostalno uređuje).

Nije obrađeno pitanje troškova kapitala ni kod netržišnih djelatnosti (npr. operator prijenosnog sustava, proizvođač sa zajamčenom 'proizvođačkom cijenom' koja mu osigurava povrat investicijskih troškova) ni kod tržišnih djelatnosti (npr. proizvođač koji prodaje energiju po 'proizvođačkoj cijeni' približno jednakoj 'trgovačkoj cijeni' na burzi dan za danom kada mu je ponuda prihvaćena a cijena mu ne jamči povrat investicijskih troškova, npr. proizvođač koji dugoročnije ugovara prodaju energije i nabavu energenta za proizvodnju prema mogućnostima na tržištu, engl. *hedging*)¹²⁹. Granica između tržišnih i netržišnih djelatnosti ne može se uvijek jasno povući budući da u gdje kojoj djelatnosti postoji i tržišna i netržišna sastavnica.

CEER u lipnju 2020. obuhvaća i plinski i elektroenergetski sustav, *CEER Paper on Whole System Approaches*, <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/c52735ff-54db-9d8b-146d-753d7edc141d>, pristup 30. 6. 2020.

¹²⁷ L. Wagmann, S. Žutobradić, M. Žunec, S. Hutter (2018), »Regulatorni pogledi na prijedloge paketa Čiste energije za svakog Europljanina u pogledu maloprodajnog tržišta električne energije i distribucijske djelatnosti«, HRO CIRED, SO6-01. Tu se obrađuju neke interakcije 'operatora prijenosnog sustava', 'pružatelja resursa', 'obračunatelja na sučelju s mrežom', 'potrošača' i operatora razdjelnog sustava. Naznačuju se koncepti: »energetska zajednica«, elektromobilnost, »neovisni agregator«, skladištenje energije, »pomoćne usluge« (operatorima razdjelnog i prijenosnog sustava), »napredno mjerenje« te razdioba troškova priključenja na mrežu i korištenja mreža po 'sučeljima s mrežom'. Za koncept »energetske zajednice« pogledati RESCOOP.EU, CLIENTEARTH.ORG (2020), *Energy Communities under the Clean Energy Package*, <https://www.managenergy.eu/node/980>, pristup 28. 9. 2020. i Caramizaru, A. and Uihlein, A. (2020), *Energy communities: an overview of energy and social innovation*, EUR 30083 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC119433/energy_communities_report_final.pdf, pristup 2. 10. 2020.

¹²⁸ Korelacije su vidljive kroz scenarije ENTSO-E-a i ENTSO-G-a (*The European Network of Transmission System Operators for Gas*) indikativnih naziva gdje se politikama utječe na prisustvo plinskih i elektrana na ugljen za 2025.: u scenariju *Coal Before Gas* cijena CO₂ je 25,7 €/t, s *New Policies Scenario* agencije IEA (koji »includes nationally determined contributions, submitted as part of the UNFCCC Paris Climate Change Agreement«); u scenariju *Gas Before Coal* cijena je 54 €/t, s *450 Scenario* agencije IEA (koji »assumes the global community will meet its minimum commitment under the Paris Agreement, namely to keep global warming to a limit of 2 degrees Celsius«), ENTSO-E i ENTSO-G (2017), <https://tyndp-2018-scenarios.netlify.com/newchapters/chapter21>, pristup 5. 12. 2019. i Europski parlament (2016), [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2016/595862/EPRS_ATA\(2016\)595862_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2016/595862/EPRS_ATA(2016)595862_EN.pdf), pristup 19. 1. 2020.

¹²⁹ U tom smislu pogledati poglavlje *The cost of capital* knjige Geoffrey Rothwell, Gómez Tomás (2003), *Electricity economics – regulation and deregulation*, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) i poglavlje 4. EKONOMSKA REGULACIJA u već navedenoj knjizi iz 2009. *Tržište električne energije*. Neki su pojmovi: promjena vrijednosti iste količine novca (npr. broj kuna) kroz vrijeme (inflacija, deflacija), uz pripadno svođenje predviđenih količina novca u sadašnjoj budućnosti (engl. *future net cash flows*) na netosadašnju vrijednost (engl. *discounting, net present value*); »vrijednost prosječne cijene kapitala« $VPC_{pond} = VK / (VK + dug) \cdot K_e + dug / (VK + dug) \cdot K_d$

Apstraktni model uvelike je ograničen na promatranje aktivnosti u okupu dva mjeseca (pripreme, razmjene energija, analiza ispunjenja obveza). Nije obrađen postupak odlučivanja o izgradnji elektrane niti njihovo održavanje i vođenje. Također ni odlučivanje o priključenju objekata na mrežu ni s ekonomske (koliki udio troškova i koje troškove priključenja kandidat treba platiti) ni s tehničke strane (stohastički, deterministički pristup neizvjesnim stanjima u budućnosti) ni s proceduralne strane (osmišljenje procedure u slučaju većeg broja kandidata u odnosu na mogućnosti priključenja)¹³⁰.

Zaključak

Simbolički sustav u radu je omogućio koncizan opis sustava u pododsječku »Sažeti opis sustava koji pretpostavlja poznavanje simboličkog sustava«. Simbolički sustav zadovoljavajući je za opis sadašnje budućnosti, dok će vrijeme pokazati njegovu prikladnost za nepredviđeni put razvoja. Kvaliteta drugih simboličkih sustava bi se mogla gledati kroz to mogu li objasniti isti sadržaj uz usporedbu po nekim kriterijima (kriteriji bi mogli biti: jasnoća, sažetost i koherentnost kojima prethodi jasna misao¹³¹ koja poboljšava dimenziju »ljepote« [1]).

Na putu razvoja obično su u početku dovoljni manje složeni modeli, dok se kasnije pojavljuje potreba za modelima s većom razinom općenitosti¹³². Veća općenitost zamorna je dionicima ako za njom odmah ne vide potrebe u praksi. Novi nazivi za postojeće i nove pojmove u odnosu na ustaljeni pojmovni sustav uglavnom u početku izazivaju nelagodu i zbunjenost, a nakon toga ako je kvalitetan

(engl. *weighted average cost of capital*, WACC) određene iz količine novca koja je uložena ili u tržišnu ili netržišnu investiciju iz vlastitog kapitala (VK, engl. *equity*), iz količine novca uložene iz duga (zaduživanja, engl. *debt*), uz uvažavanje kamate na dug K_d (engl. *rate of interest* ili *firm's nominal cost of debt*), »kamate na vlastiti kapital« $K_e = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$ (engl. *rate of return*, dobivene iz procijenjenog prinosa nerizičnih ulaganja $R_f = i + r_e + i \cdot r_e$ (engl. *nominal risk-free interest rate*, koja se sastoji od inflacije i te troška nemogućnosti korištenja vlastitih sredstava, engl. *real risk-free rate*, r_e), procijenjenog prinosa rizičnih ulaganja R_m (engl. *nominal expected rate of return on an efficient market portfolio*) i parametra β uz koji se dobiva premija za tržišni rizik vlastitog kapitala $\beta \cdot (R_m - R_f)$) i uz možebitno korištenje stope državnog poreza na dobit T_p (op. u knjizi IEEE-a se u izrazu za $VPC_{K_{pond}}$ ne koristi T_p); vrijednost priznatih reguliranih sredstava RS_{pro} (koja npr. ne uključuje imovinu dobivenu besplatno ni amortiziranu ni otuđenu ni rashodovanu imovinu) na koju se dobiva prinos PRS_t u jednoj od metoda regulacije netržišnih mrežnih djelatnosti ($PRS_t = RS_{pro} \cdot VPC_{K_{pond}}$). Pogledaj pododsječak 1.1. ovoga rada glede tržišta kapaciteta.

¹³⁰ U Estoniji postoji platforma koja daje pregled potencijala za priključenje na estonsku prijenosnu mrežu s pripadnim troškovima (»allows immediate calculation of connection cost«), <https://vla.elering.ee/?lang=en>, pristup 15. 12. 2020., <https://elering.ee/en/e-gridmap-launched-elering-allows-immediate-calculation-connection-cost>, pristup 15. 12. 2020.

¹³¹ »Težnja za dobrim stilom je težnja za jasnim sadržajem. Ne dotjeruje se rečenica, nego misao. Nema stila bez sadržaja«, str. 235., Zvonko Benčić (2018), *Na rubnici moje učinske elektronike*. U toj knjizi na su str. 233-285 dane lako primjenjive smjernice za pisanje radova, a uz to su definirane svrhe naslova, sažetka, uvoda i zaključka (koncept »svrhovitosti« u sustavskom mišljenju).

¹³² Npr. omogućavanje (ili zabrana) 'pružatelju resursa' da nudi 'regulacijsku energiju' iz 'sučelja s mrežom', čiji inputi za izračun 'odstupanja' uviru u algoritam izračuna odstupanja različitih 'bilančnih grupa'.

olakšanje (omogućavanje) razumijevanja. Ipak, tu treba imati u vidu posljedice promjene ustaljenih naziva¹³³.

Elektroenergetski tržišni sustav potrebno je prilikom projektiranja sagledavati kao cjelinu. To nije jednostavno zbog brojnih subjekata i njihovih interakcija. U tom je stanju potrebno prilagoditi se odgovarajućem načinu mišljenja (npr. sustavskom mišljenju). Ipak, ovisno o svrsi i k cilju dovoljne razine razumijevanja, obično postoji potreba za odgovarajućim pojednostavljenjima (po načelu »manje je više«) pri čemu treba poznavati sustav za odgovarajuću odluku o zanemarenjima.

Učinjeno razlikovanje uloga u razmišljanju omogućava uvid u sastavnice sustava koje se tako rasvjetljuju, što je vidljivo iz »proširenog razmjera« za 2018. (npr. trošak 'regulacijske energije' i 'rezerve snage' činio je 2,4 % 'potrošačke cijene', a prije 1. srpnja 2014. nije bio određivan po ostvarenju usluga¹³⁴). Neke od razdvojenih uloga na dionika mogu imati učinak koji mu predstavlja zanemariv trošak (npr. trošak 'cijena odstupanja' u 'potrošačkoj cijeni' je bio 1,3 %). Nasuprot tomu, ta ista uloga kod drugog dionika može imati učinak koji dioniku znači ili prosperitet ili propadanje, kada bi takav dionik bio zainteresiran za smanjenje tog troška (npr. u 'potrošačkoj cijeni' iznos iz 'cijene odstupanja' činio je 1,3 %, a u 'proizvođačkoj cijeni' za sustav poticanja 4,4 %). Višeumno stanje uslijed razdvajanja djelatnosti, uz takvu razvidnost (troškovi, podaci)¹³⁵ i odgovarajuće slobode i odgovornosti (neslobode), vodi k učinkovitijem sustavu¹³⁶. To je stoga jer dionici imaju poslovni interes biti učinkoviti radi opstanka i prestiža. To je i stoga jer su tada u njemu vidljivije sustavske neučinkovitosti.

Interakcije koje su prikazane nije moguće zanemariti ako se želi razumjeti razvoj elektroenergetskog tržišta. Za razumjeti opisani dio sustava je potrebno utrošiti dovoljno vremena (npr. pamćenje značenja pojmova i njihovih naziva, čitanje rada više puta uz primjenu na stvarnim sustavima). Bez razumijevanja opisanog dijela sustava nije moguće pouzdano projektiranje 'apstraktnog sustava'.

¹³³ Oko načela i primjera kod razvoja tehničke terminologije pogledati Snježana Kereković (2014), »Primjena terminoloških načela na sinonimne tehničke nazive«, *Polimeri* 35(2014)1-2:18-24, <https://hrcak.srce.hr/137295>, pristup 24. 9. 2020.

¹³⁴ N. Švarc (2018), »Utjecaj regulative RH, regulacijskih potreba HOPS-a i tržišnih signala na stanje angažiranosti i plan razvoja HEP-ovog proizvodnog portfelja«, HAZU, 17. 4. 2018., okrugli stol »Prilagodba modela vođenja ees-a i tržišta električne energije u povećanoj integraciji obnovljivih izvora energije«.

¹³⁵ Članci 101. i 102. *Ugovora o funkcioniranju Europske unije* zabranjuju ne-tržišne ugovore (engl. *anti-competitive agreements*) i zlorporabu dominantnog tržišnog položaja u jedinstvenom tržištu, Europska komisija (2014), *Competition policy brief*, http://ec.europa.eu/competition/publications/cpb/2014/003_en.pdf, pristup 10. 1. 2018. Objava bitnih podataka i na četvrtstnoj razini odvija se na razini Europe na platformi koja je dostupna na ovoj poveznici <https://transparency.entsoe.eu/>.

¹³⁶ Npr. od 2012. do 2017. neprestano je dolazilo do bitnih poboljšanja u 'neravnoteži' Republike Hrvatske, što se podudaralo s dolaskom 'obračunatelja' (»opskrbljivača«) izvan HEP-a.

Istaknuta ograničenja modela ukazuju na potrebu za dopunom simboličkog sustava i tekstualno i s inovativnim slikama. Potrebno je još primjera u okviru forme sa slike 6. (ILI npr. interaktivni simulator) s različitim složajima promatranih varijabli, k boljem razumijevanju svrhe međudjelujućih postupaka koje slika ilustrira.

Prikupljanje podataka i njihova obrada (npr. za proračune struja i napona u mreži) uz popisivanje događaja ne vodi nužno k potpunom shvaćanju elektroenergetskog tržišta. Tako je uz puke činjenice, a k cilju potpunog shvaćanja sustava, potrebno osmisliti apstraktne modele za stvaranje odgovarajućih kvalitativnih uvida. Primjer takvog modela je popularna »lista ekonomskog prvenstva« (engl. *merit order list*). Ona se koristi na putu k intuitivnom razumijevanju načina rada burze električne energije na tržištu dan unaprijed (engl. *day ahead power exchange*), koji je inače presložen ako se hoće prikazati potpuno¹³⁷. Prilikom izrade pojednostavljenih modela potrebno je imati u vidu problem koji se rješava te se ne smiju smetnuti s uma učinjena pojednostavljenja¹³⁸.

Primjetno je da se u razmatranjima ovoga rada ne koriste ni integralni ni diferencijalni oblici zakonitosti iz teorije elektromagnetskih polja (npr. $\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\partial/\partial t \cdot \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$, koji npr. mogu objasniti analogno odstupanje frekvencije). Kreće se od diskretnih (neanalognih) vrijednosti u vremenu (npr. Δt , Δf_i , $\Delta P_{ACE, i}$) iz kojih se definiraju neke pravilnosti (npr. $\Delta E_{bg} = \sum_{i=1}^{n_{uk}} \Delta P_{ACE, i} \cdot \Delta t - \Delta E_r$), što se za svrhe rada pokazalo dovoljnim. Jedna je od svrha opis odgovornosti za razmjene energija u tim diskretnim 'dijelovima vremena', kako bi se postigao uredan rad sustava (npr. frekvencija, strujna opterećenja sastavnica mreže i njihova zaštita, pravedna razdioba troškova i odgovornosti). U odnosu na te neanalogne pravilnosti mogu postojati modeli po kojima su te pravilnosti drugačije nego što su u priloženom simboličkom modelu, pa su samim tim kontingentne.

Pokazalo se prikladnim u simboličkom sustavu (pojmovni, nazivi) razlikovati: 'apstraktni sustav' od 'fizičkog sustava'; fizička od virtualnih ostvarenja energija; količine energija koje obračunavaju 'obračunatelji', od energija i srednjih snaga za 'dio vremena', i te prve dvije kategorije od energija i srednjih snaga u intervalima dijela vremena; razmjene energija među 'trgovateljima' od obračuna razmjena za 'sučelja s mrežom' ('proizvođači', 'potrošači'); razmjene 'trgovatelja' s »fizičkom isporukom« od njihovih razmjena s »nefizičkom isporukom«; aktivnosti 'trgovatelja' do trenutka prekida njihovih aktivnosti t za 'dio vremena' (GCT), od aktivnosti 'operatora' nakon trenutka

¹³⁷ Precizniji opis algoritma: EPEX SPOT–GME–Nord Pool Spot–OMIE–OPCOM–OTE–TGE, »EUPHEMIA Public Description PCR Market Coupling Algorithm«, version 1.2, January 5, 2016., dostupno https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/EuphemiaPublicDocumentation20160105.pdf, pristup 8. 1. 2020.

¹³⁸ Npr. Ivan Flegar (2019) oko modela iz teorije električnih mreža upozorava da su zakonitosti iz njega poseban slučaj teorije elektromagnetskog polja, te da se u primjeni mora provjeriti jesu li s dovoljnom točnošću zadovoljeni uvjeti pod kojima vrijede postulati i primitivni pojmovi teorije električnih mreža, »Uloga matematičkih modela u projektiranju električnih uređaja«, *Povijest i filozofija tehnike*.

t za 'dio vremena' i u 'dijelu vremena' do njegova kraja; energija u intervalima dijela vremena od energije za dio vremena; 'odstupanja' 'odgovornih za odstupanja' od 'neravnoteža' 'operatora'; tri značenja pojma 'neravnoteža'. Razdvajanje tih pojmova omogućilo je lakše razmatranje i ilustraciju elektroenergetskog tržišta koje ih sadrži kao dio cjeline.

Iako je usporedno s definiranjem simboličkog sustava počelo objašnjavanje nekih sadržaja elektroenergetskog tržišta Gharajedaghievim principima sustavskog mišljenja, definiranje simboličkog sustava bio je tek preduvjet za daljnja sustavna proučavanja elektroenergetskog tržišta sustavskim mišljenjem.

Literatura

- [1] Jamshid Gharajedaghi (2008), *Sustavno razmišljanje – Upravljanje kaosom i složenošću: platforma za kreiranje poslovne arhitekture*, drugo američko izdanje, Stanke d.o.o., Varaždin
- [2] ebIX, ENTSO-E, EFET (2019), *The harmonised electricity model*, VERSION: 2019-01 FOR APPROVAL, dostupno na: https://mwgstorage1.blob.core.windows.net/public/Ebix/Harmonised_Role_Model_2019-01.pdf, pristup 7. 1. 2020.
- [3] Mathieu Fransen, Timon Dubbeling, (2019), *ACM Position Paper Marginal Pricing for Balancing Energy a comparison between pricing methods*, dostupno na: <https://www.acm.nl/sites/default/files/documents/position-paper-marginal-pricing-of-balancing-energynew.pdf>, pristup 3. 2. 2020.
- [4] Joseph Ratzinger (2017), *Eshatologija – Smrt i vječni život*, Verbum, 2017., izvorno izdanje na njemačkom je iz 1977., str. 200-203, str. 175.
- [5] Emmanuel Cerqueira, A. Dallagi, EDF Energy R&D UK Centre, R. Belhomme, M. Trotignon, R. Jover, L. Glorieux, EDF, Research and Development France, *A methodology for the analysis of market designs at the horizon 2030.*, CIGRÉ Paris, 2016., F-75008.
- [6] Davorin Brkić, Srđan Žutobradić, Marko Poljak, *Prognoza satne potrošnje i proizvodnje*, HRO CIRED 2018., SO5-01, dostupno na: <https://www.ho-cired.hr>, pristup 15. 12. 2019.
- [7] Damir Karavidović (2018), *Vrijeme izazova za ustaljene funkcije distribucijskog sustava i njegovog operatora*. HRO CIRED, SO6-07 dostupno na: <https://www.ho-cired.hr>
- [8] Ivica Toljan, Ivana Kajinić Grizbaher (2018), *Hrvatska burza električne energije – sustav obračuna i namire*, CROPEX, HRO CIGRÉ 2018.
- [9] ebIX (2020), *Overview of energy flexibility services*, version 1.0, dostupno na: <https://mwgstorage1.blob.core.windows.net/public/Ebix/ebIX%20Overview%20of%20energy%20flexibility%20services%20-%20v1r0A%2020200106.pdf>, pristup 29. 1. 2020.
- [10] Davorin Brkić, Marko Poljak, Lahorko Wagmann, *Uredba za uravnoteženje (tzv. Uredba GLEB ili Uredba EBGL) iz 2017. – teorija, primjeri, dio odredbi i očekivanih posljedica*, HRO CIGRÉ, 2-10, 2018.
- [11] ENTSO-E (2018), *Electricity balancing in Europe – an overview of the European balancing market and electricity balancing guideline*, dostupno na: <https://docstore.entsoe.eu/>, pristup 18. 12. 2018.
- [12] ENTSO-E (2018), *Explanatory document to all TSOs' proposal for the implementation framework for a European platform for the exchange of balancing energy from frequency restoration reserves with manual activation in accordance with Article 20 of Commission Regulation (EU) 2017/2195 (...)*, dostupno na: <https://docstore.entsoe.eu>, pristup 20. 12. 2018.

- [13] Yann Rebours (2008), *A Comprehensive Assessment of Markets for Frequency and Voltage Control Ancillary Services*, doktorat na *The University of Manchester*
- [14] ENTSO-E (2019), *Explanatory document to the All continental European TSOs' proposals for Common settlement rules for exchanges of energy in accordance with the Articles 50(3) and 51(1) of Commission Regulation (EU) 2017/2195 (...)*, dostupno na: <https://docstore.entsoe.eu>
- [15] ENTSO-E, *Explanatory document to all TSOs' proposal for the implementation framework for a European platform for the exchange of balancing energy from frequency restoration reserves with automatic activation in accordance with Article 21 of Commission Regulation (EU) 2017/2195 establishing a guideline on electricity balancing*, prosinac 2018., dostupno na: <https://docstore.entsoe.eu>, pristup 20. 12. 2018.
- [16] ENTSO-E, *Explanatory Document to all TSOs' proposal for a methodology to determine prices for the balancing energy and cross-zonal capacity used for exchange of balancing energy or for operating the imbalance netting process in accordance with Article 30 of Commission Regulation (EU) 2017/2195...*, prosinac 2018., dostupno na: <https://consultations.entsoe.eu>, pristup 05. 10. 2018.
- [17] Research Institute of Industrial Economics (2018), *Central-versus Self-Dispatch in Electricity Markets*, Stockholm, Švedska, <https://www.newton.ac.uk/files/seminar/20190110143015301-1481151.pdf>, pristup 3. 8. 2020.
- [18] Lahorko Wagmann, Hrvoje Miličić (2019), Koordinirani redispečing i trgovanje u suprotnom smjeru u Core regiji, C5-04, HRO CIGRE
- [19] ENTSO-E (2021), *Continental Europe Synchronous Area Separation on 08 January 2021 ICS Investigation Expert Panel » Final Report » 15 July 2021 Main Report*, https://eepublicdownloads.azureedge.net/clean-documents/SOC%20documents/SOC%20Reports/entso-e_CESysSep_Final_Report_210715.pdf, pristup 15. 7. 2021.

Pojmovnik kratica za kvantizirane vrijednosti s usporednim nazivima na engleskom¹³⁹

Oznaka	Opis
f_{naz}	nazivna frekvencija (<i>nominal system frequency</i>)
K	»regulacijska konstanta« koja se koristi za kvantificiranje dijela fizičkog odziva 'bilančnog područja' na odstupanje frekvencije od nazivne (<i>K-Factor</i>)
Δt	trajanje intervala i u 'dijelu vremena' (» <i>imbalance settlement period</i> «, » <i>real time</i> «, » <i>time granularity</i> , » <i>market time unit</i>), koji može ovisno o potrebi biti različit (npr. manje od sekunde za mjerenje i analizu frekvencije, manje od 10 sekundi za 'neravnotežu' $\Delta P_{ACE, i}$)
i	redni broj vremenskog intervala trajanja Δt unutar 'dijela vremena'
n_{uk}	ukupan broj intervala i u 'dijelu vremena'
n_{bg}	broj 'bilančnih grupa' (<i>balance group</i>) u 'bilančnom području' (<i>LFC area</i>) 'operatora prijenosnog sustava' (<i>system operator</i>)

¹³⁹ Pogledati usporedive pojmove iz: I. Toljan, M. Kelava, L. Wagmann, D. Brkić, B. Markota, N. Švarc, T. Robina, D. Beljan (2019), »POJMOVNIK I INTERPRETACIJE Pripremni dokument za okrugli stol (HAZU, 17.4.2019.) o pravilima za određivanje cijene odstupanja u organizaciji HRO CIGRE-a« <http://www.hro-cigre.hr/downloads/Pojmovnik%20i%20Interpretacije.pdf>, pristup 27. 10. 2020.

Oznaka	Opis
P_{rez}	količina 'rezerve snage' (<i>reserve capacity, active power reserve</i>) u 'dijelu vremena' do koje 'pružatelj resursa' može početi aktivirati snagu na 'sučeljima s mrežom' za potrebe 'operatora prijenosnog sustava' na operatorov zahtjev. Iz te snage se stvara 'regulacijska energija' ILI energija za otklanjanje »zagušenja« (<i>congestion management</i>), koja se dijeli po smjeru (smjer povećanja isporuke u mrežu ILI smanjenje preuzimanja iz mreže, te na smjer smanjenja isporuke u mrežu ILI povećanje preuzimanja iz mreže) kao i po tipovima postupaka (FCP, mFRP, aFRP, RRP)
$P_{pr, i}^{poč}$	početna zacrtana razmjena (»program razmjene«, »regulacijski program«, <i>control program</i>) koja predstavlja utvrđenu količinu snage za interval i 'dijela vremena' tik prije početka tog 'dijela vremena'. Ta je količina utvrđena nakon što je 'trgovateljima' (<i>trader</i>) zabranjeno trgovanje s 'trgovateljima' iz drugih 'bilančnih područja' za taj 'dio vremena', a koja proizlazi iz netoiznosa protrgovane energije tih trgovatelja po granicama i iz 'operatorovih' intervencija u tu vrijednost prije nego što 'dio vremena' počne
$E_{fiz, j, i}$	fizičko ostvarenje 'bilančne grupe' j u intervalu i 'dijela vremena' koje može i ne mora biti izmjereno (s pripadnom pogreškom u mjerenju)
P_i	izmjerena netorazmjena 'bilančnog područja' u intervalu i 'dijela vremena' (<i>total interconnector active power flow, measured actual real time power interchange value</i>)
$P_{pr, i}$	ostvarena količina snage u zacrtanoj razmjeni s drugim 'bilančnim područjima' u intervalu i 'dijela vremena' (<i>control program</i>)
ΔP_i	odstupanje snage razmjene koja je razlika između izmjerene netorazmjene 'bilančnog područja' u intervalu i 'dijela vremena' i zacrtane razmjene (»programa razmjene«) u istom intervalu (» <i>power control error</i> «)
f_i	izmjerena frekvencija u intervalu i 'dijela vremena' (<i>actual frequency of the synchronous area, instantaneous frequency data</i>)
$f_{off, i}$	korekcija sinkronog vremena u intervalu i 'dijela vremena' (<i>time control process</i>)
Δf_i	odstupanje frekvencije u intervalu i 'dijela vremena' prema nazivnoj frekvenciji (<i>frequency deviation</i>), od čega treba razlikovati $K \cdot \Delta f_i$ što je »regulacijska pogreška frekvencije« (<i>frequency control error</i>)
$\Delta P_{ACE, i}$	'neravnoteža' snage u intervalu i (koriste se nazivi: » <i>area control error</i> «, » <i>frequency restoration control error</i> «, prijedlog za naziv na engleskom: <i>imbalance</i>)
$\Delta P_{ACG} / \Delta f$	samoregulacija proizvodnih jedinica (» <i>automatska regulacija proizvodnje</i> «) u 'bilančnom području' na promjenu frekvencije (<i>auto-control of generation</i>)
$\Delta P_{SRL} / \Delta f$	samoregulacija potrošačkih jedinica (» <i>samoregulacija opterećenja</i> «) u 'bilančnom području' na promjenu frekvencije (<i>self-regulation of load</i>)
$\Delta P_{FCR} / \Delta f$	odziv 'rezerve snage' FCR (<i>frequency containment reserves</i>) na odstupanje frekvencije
$\Delta P_{ost, i}$	iznos snage koja je postignuta za smanjenje 'neravnoteže' u intervalu i , a koja nije aktivirana iz 'rezerve snage'

Oznaka	Opis
$\Delta E_{\text{ost}, i}$	količina energije u intervalu i koja je ostvarena za vođenje 'neravnoteže' 'bilančnog područja' k nuli, a nije 'regulacijska energija'
$\Delta P_{\text{FCR}, i}$	iznos aktivirane 'rezerve snage' FCR u intervalu i 'dijela vremena' u 'bilančnom području'
$\Delta P_{\text{INC}, i}$	iznos snage u programu razmjene koji proizlazi iz INC postupka (<i>»imbalance netting process«</i>) u intervalu i 'dijela vremena'
$P_{\text{aFRR}, \text{set}, i}$	postavna vrijednost snage u intervalu i 'dijela vremena' kojoj teži 'pružatelj resursa' u aFRP-u (<i>setpoint value by the frequency restoration controller</i>)
$\Delta P_{\text{aFRR}, i}$	iznos aktivirane 'rezerve snage' aFRR u intervalu i 'dijela vremena' u 'bilančnom području' (<i>activation of automatic frequency restoration reserves</i>)
$\Delta P_{\text{mFRR}, i}$	iznos aktivirane 'rezerve snage' mFRR u intervalu i 'dijela vremena' u 'bilančnom području' (<i>activation of manual frequency restoration reserves</i>)
$\Delta P_{\text{RR}, i}$	iznos aktivirane 'rezerve snage' RR u intervalu i 'dijela vremena' u 'bilančnom području' (<i>activation of replacement reserves</i>)
$\Delta P_{\text{f, re}, i}$	iznos aktivirane 'rezerve snage' u intervalu i za potrebe otklanjanja 'neravnoteže' 'pseudoneravnoteža' u intervalu i 'dijela vremena', gdje se pretpostavlja da bi bila jednaka vrijednosti 'neravnoteže' u slučaju da za 'dio vremena' nije aktivirana energija za vođenje 'neravnoteža' k nuli u tom intervalu i (<i>»area control error open loop«</i>)
$\Delta E_{\text{bp}, n_t}$	'neravnoteža' energije od početnog intervala $i = 1$ do intervala $i = n_t$ (<i>unintended exchange of energy</i> , prijedlog za naziv na engleskom: <i>imbalance</i>)
E_{FCP}	količina energije za 'dio vremena' koja se koristi u obračunu operatoru za proces FCP (<i>intended exchange of energy as a result of the frequency containment process</i>)
$E_{\text{fiz}, j}$	fizičko ostvarenje 'bilančne grupe' j za 'dio vremena' koje može i ne mora biti izmjereno
$\Delta E_{\text{bp}, \text{ue}}$	'neravnoteža' za 'dio vremena' (<i>unintended exchange of energy</i> , prijedlog za naziv na engleskom: <i>imbalance</i>)
ΔE_{r}	ukupna količina energije za vođenje 'neravnoteže' k nuli za 'dio vremena'
$\Delta E_{\text{f, re}}$	količina 'regulacijske energije' (<i>balancing energy</i>) koja se promatra ili za dio vremena ili po intervalima i 'dijela vremena', a koja može biti ili energija iz zahtjeva za aktivaciju 'regulacijske energije' ili stvarno isporučena 'regulacijska energija'
$\Delta E_{\text{f, ds}}$	količina ili isporučene ili zahtijevane energije za 'dio vremena' koju je aktivirao 'pružatelj resursa' za potrebe 'operatora prijenosnog sustava' ILI za potrebe drugih subjekata kada ta svrha nije otklanjanje 'neravnoteža'
ΔE_{f}	ostvarena količina energije ili isporučene ili zahtijevane u 'dijelu vremena' koju je 'operator prijenosnog sustava' posredno aktivirao putem 'pružatelja resursa' za svoje potrebe, a koja se sastoji od 'regulacijske energije i ostalih energija. Ona uključuje i energiju koju su 'pružatelji resursa' aktivirali u 'dijelu vremena' za druge subjekte

Oznaka	Opis
$\Delta E_{ACE\ OL}$	'pseudoneravnoteža' za 'dio vremena', gdje se pretpostavlja da bi bila jednaka vrijednosti 'neravnoteže' u slučaju da za 'dio vremena' nije aktivirana energija za vođenje 'neravnoteža' k nuli u tom 'dijelu vremena' (<i>»area control error open loop«</i>)
$E_{TRG, j}$	količina iz ostvarenog trgovanja s »fizičkom isporukom« 'trgovatelja' 'povezanog' s 'bilančnom grupom' <i>j</i> za 'dio vremena', koja uključuje i energiju protrgovanu s 'operatorom prijenosnog sustava' za 'regulacijsku energiju', za otklanjanje »zagušenja« i za druge svrhe (<i>final position of that balance responsible party, position</i>)
$E_{vir, j}, E_{OST, j}$	virtualno ostvarenje 'bilančne grupe' <i>j</i> za 'dio vremena' koje služi za obračune za 'dio vremena' (<i>allocated volume attributed to balance responsible party</i>)
$\Delta E_{ODST, j}$	'odstupanje' 'bilančne grupe' <i>j</i> za 'dio vremena' (koristi se »imbalance«, prijedlog za naziv na engleskom jeziku: <i>deviation</i>)
ΔE_{bg}	zbroj pojedinih 'odstupanja' svih 'bilančnih grupa' za 'dio vremena'
E_{bp}	netoostvarenje svih 'bilančnih grupa' u pripadnom 'bilančnom području' za 'dio vremena'
ΔE_{bg+}	zbroj pozitivnih odstupanja bilančnih grupa za dio vremena
ΔE_{bg-}	zbroj negativnih odstupanja bilančnih grupa za dio vremena
ΔE_{aFRR}	netokoličina energije iz postupka aFRP (<i>automatic frequency restoration process</i>) za dio vremena
ΔE_{mFRR}	netokoličina energije iz postupka mFRP (<i>mannual frequency restoration process</i>) za dio vremena
ΔE_A	razlika između zbroja količina energija na 'sučeljima s mrežom' korištenih u 'obračunu odstupanja' (<i>allocated volume attributed to balance responsible party</i>) i ukupno ostvarenje energije na 'sučeljima s mrežom' korištenih u 'obračunu razmjene', u razdoblju za koje se provodi obračun računovodstvenog zadovoljenja (naziv za taj obračun na engleskom je <i>reconciliation</i>)
E_B	netokoličina energije koju 'obračunatelji' u 'obračunu razmjene' obračunaju 'sučeljima s mrežom' te 'bilančne grupe' u obračunskom razdoblju
E_{C1}	netokoličina energije koju 'trgovatelji' jedne 'bilančne grupe' protrguju s 'trgovateljima' izvan te 'bilančne grupe' <i>ex ante</i> u obračunskom razdoblju
E_{C2}	Netokoličina energije koju 'odgovoran za odstupanja' protrguje s 'operatorom prijenosnog sustava' <i>ex post</i> u obračunskom razdoblju

Usporedba naziva i sintagmi

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>accounting dana</i>	obračunski podaci
<i>accounting point</i>	'sučelje s mrežom', najbliže »obračunskom mjernom mjestu«

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>activation of automatic frequency restoration reserves</i>	iznos aktivirane 'rezerve snage' »za ponovnu uspostavu frekvencije s automatskom aktivacijom« (aFRR) u intervalu <i>i</i> 'dijela vremena'
<i>activation of manual frequency restoration reserves</i>	iznos aktivirane 'rezerve snage' »za ponovnu uspostavu frekvencije s ručnom aktivacijom« (mFRR) u intervalu <i>i</i> 'dijela vremena'
<i>activation of replacement reserves</i>	iznos aktivirane 'rezerve snage' »zamjenske rezerve« RR u intervalu <i>i</i> 'dijela vremena'
<i>active power flow</i>	»tok djelatne snage« (tok djelatne energije)
<i>active power reserve</i>	'rezerva snage'
<i>actor</i>	subjekt koji je preuzeo neku ulogu (npr. ulogu 'odgovoran za odstupanja')
<i>actual frequency of the synchronous area</i>	stvarna frekvencija
<i>affiliated</i>	'povezano', pravno uređena 'povezanost' između dionika u kontekstu odgovornosti za 'odstupanja'
<i>aFRR activation</i>	količina aktivirane snage iz aFRR-a u intervalu <i>i</i> dijela vremena
<i>aFRR demand</i>	količina potrebne aktivacije snage za bilančno područje u intervalu <i>i</i>
<i>allocated volume attributed to balance responsible party</i>	jedna od dvije konačne vrijednosti za izračun 'odstupanja', koja za 'dio vremena' kvantificira sve razmjene 'sučelja s mrežom' pripadne 'bilančne grupe'
<i>ancillary market</i>	tržište pomoćnih usluga
<i>area control error (ACE)</i>	'neravnoteža', »regulacijska pogreška područja«, najčešće u kontekstu neravnoteže snage u intervalu <i>i</i> dijela vremena, jednaka kao » <i>frequency restoration control error</i> « (FRCE) za bilančna područja sinkronog područja, prijedlog za engleski naziv: <i>imbalance</i>
<i>area control error open loop</i>	pseudoneravnoteža, računa se tako da se 'neravnoteža' (ACE, FRCE) anulira za količinu energije za vođenje neravnoteže k nuli, prijedlog za engleski naziv: <i>area control imbalance open loop</i>
<i>auto-control of generation</i>	samoregulacija proizvodnih jedinica, »automatska regulacija proizvodnje«
<i>automatic frequency restoration process</i>	postupak aFRP
<i>available transmission capacity (ATC)</i>	količina 'prekograničnog prijenosnog kapaciteta' slobodna za 'trgovatelje' ili metoda za izračun te količine
<i>balance group</i>	'bilančna grupa', algoritam za izračun 'odstupanja' određen predodređenim skupom inputa, iako se u hrvatskom jeziku naziv »bilančna grupa« koristi za skup subjekata za koje se izračunava 'odstupanje'
<i>balance responsible party</i>	uloga 'odgovoran za odstupanja'
<i>balance supplier</i>	uloga 'obračunatelj na sučelju s mrežom', najbliže pojmovima »opskrbljivač« i »otkupljivač«
<i>balancing energy</i>	'regulacijska energija', a ponekad se u engleskom jeziku koristi u širem smislu pa obuhvati i ostale energije kojima operator vodi neravnotežu k nuli, pa se takvo značenje prenese i na hrvatski jezik preko upotrebe

engleski jezik	hrvatski jezik
	naziva »energija uravnoteženja« što je naziv koji je ponekad sinonim za 'regulacijsku energiju'
<i>balancing market</i>	tržište uravnoteženja, skup pojedinih tržišta koja se tiču pripreme i izvedbe aktivnosti za vođenje 'neravnoteže' k nuli
<i>balancing service provider</i>	'pružatelj resursa', u kontekstu pružanja 'rezerve snage' i 'regulacijske energije'
<i>baseline</i>	konvencijom utvrđena razmjena energije u intervalima i sučelja s mrežom, uz pretpostavku da nije bilo aktivacije 'regulacijske energije' (»što bi bilo kad bi bilo«), isto kao <i>reference line</i>
<i>bid</i>	ponuda ili za kupnju ili za prodaju nekog proizvoda upućena burzi ili 'operatoru prijenosnog sustava'
<i>bidding zone</i>	'bilančno područje', u kontekstu rada podudarno s »kontrolnim područjem«
<i>bidding zone review process</i>	postupak kojim se provodi revizija granica 'bilančnih područja', isto kao <i>delineation</i>
<i>billing agent</i>	uloga zadužena za račune
<i>black start</i>	»crni start« djelomično opisana u radu a nije pomoćna usluga 'rezerva snage'
<i>blackout</i>	»raspad sustava«, stanje sustava u kojem prestanu teći tokovi energije ili u dijelu prijenosnog sustava ili u cijelom prijenosnom sustavu
<i>blending</i>	reakcija u kojoj nastaje spajanje vodika i metana
<i>brought to rights, legally and financially</i>	financijska i pravna odgovornost za 'odstupanja', subjekta koji ima ulogu 'odgovoran za odstupanja'
<i>capacity market</i>	»tržište kapaciteta«, podsustav koji uz tržište energije i tržište pomoćnih usluga donosi dodatne prihode subjektima priključenima na 'sučelja s mrežom', k cilju njihovog dodatnog doprinosa u postizanju dugoročne »sigurnosti opskrbe«, to je podskup <i>capacity remuneration mechanism</i> (»mehanizma za razvoj kapaciteta«)
<i>carbon capture storage (CCS)</i>	tehnički sustav za izdvajanje i spremanje ugljikovog dioksida
<i>central dispatch model</i>	»središnji dispečerski model«
<i>centralised market</i>	centralizirano tržište
<i>chopperplate</i>	»bakrena ploča«. Idealizirano viđenje dijela elektroenergetske mreže (»ploče«) u paradigmi sa zonalnim pristupom, gdje mreža ima beskonačne prijenosne mogućnosti za izvore i ponore tokova energije na »ploči«. Najkraći električni put između 'sučelja s mrežom' ocrtava se isključivo na »ploči« (nema kružnih tokova). Ograničenja koja postoje su između te »ploče« i njoj susjednih »ploča« (prekogrančni prijenosni kapacitet), a susjedne »ploče« preko međusobnih veza razmjenjuju tokove energije. Kružni tokovi i unutarnja zagušenja predstavljaju raskorak između idealiziranog viđenja i stvarnog svojstva tog dijela mreže.
<i>CO₂ market</i>	tržište emisijama ugljičnog dioksida (CO ₂) gdje se administrativno odredi raspoloživa težina CO ₂ , koju onda dionici koji planiraju emitirati ugljični dioksid u svojoj djelatnosti (npr. elektrane na ugljen) moraju <i>ex ante</i> kupiti na organiziranom tržištu (€/t)

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>combined heat and power</i>	kogeneracija, istodobna proizvodnja električne energije i topline za potrošače tih dvaju energija
<i>compensation of unintentional deviation</i>	ili financijska ili prirodna nadoknada neravnoteže bilančnog područja za dio vremena, koju operator prijenosnog sustava nadoknađuje drugim operatorima, prijedlog za engleski naziv: <i>compensation of unintentional imbalance</i>
<i>compressed natural gas (CNG)</i>	ukapljeni prirodni plin (LNG)
<i>congestion management</i>	»upravljanje zagušenjima«, gdje se zagušenja odnose bilo na predmnijevana bilo na preopterećenja sastavnica mreže u pogonu
<i>consumer</i>	'potrošač', najbliže pojmu »krajnji kupac«
<i>Continental European Synchronous Area</i>	»sinkrono područje kontinentalne Europe«, koje obuhvaća dio Afrike i dio Azije
<i>control program</i>	zacrtna razmjena bilančnog područja, »program razmjene«
<i>corrected aFRR demand</i>	korigirana postavna vrijednost za postupak aFRP, a koja nastaje uslijed razmjene 'regulacijske energije'
<i>countertrading</i>	trgovanje s fizičkom isporukom u »suprotnom« smjeru na granici s drugim bilančnim područjem, u svrhu otklanjanja zagušenja
<i>cross border capacity</i>	prekogranični prijenosni kapacitet, »prekozonski prijenosni kapacitet«, isto kao <i>cross zonal capacity</i> i <i>cross border capacity</i> . Koristi se u nazivu riječ »granični« jer se tok energije prenosi između susjednih područja (zona) preko granice između njih. Ako trgovatelj za isti dio vremena na jednoj granici uvozi energiju a na drugoj izvozi istu količinu energije preko iste zone (bilančnog područja), tada se zona koristi samo za prijenos toka energije između dvaju zona koje (u pravilu) nisu susjedne, a to se zove tranzit
<i>cross zonal capacity</i>	isto kao <i>cross border capacity</i>
<i>curative redispatching</i>	otklanjanje zagušenja nakon ostvarenog trgovanja s fizičkom isporukom na burzi dan unaprijed
<i>curtailment</i>	prisilno ograničenje toka energije u pogonu na sučelju s mrežom, od strane operatora prijenosnog sustava
<i>day ahead</i>	dan unaprijed, odnosi se na razdoblje trgovanja u danu koji prethodi danu za koji se odvija trgovanje s fizičkom isporukom, a traje do nekog trenutka u danu koji prethodi danu isporuke (npr. do 14:30)
<i>day ahead energy market</i>	u kontekstu rada, tržište električne energije za dan unaprijed koje traje do <i>day ahead gate closure time</i>
<i>day ahead security constrained unit commitment and economic dispatch</i>	naziv postupka u Poljskoj koji se, u okviru središnjeg dispečerskog modela, odnosi na određivanje razmjena nesamostalnih 'sučelja s mrežom'
<i>deactivation period</i>	svojstvo standardnog proizvoda za mFRP postupak
<i>debt</i>	dug
<i>decentralised electricity markets</i>	necentralizirano tržište električne energije
<i>delineation</i>	postupak revizije granica 'bilančnih područja', isto kao <i>bidding zone review process</i>
<i>delivery period</i>	svojstvo standardnog proizvoda za mFRP postupak

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>demand-response scheme</i>	program upravljanja potrošnjom
<i>deregulation</i>	otvaranje sustava za nezavisne tržišne dionike. Može se odnositi na veće slobode dane djelatnostima koje po svojoj prirodi (npr. monopol) ILI uslijed stanja sustava (npr. tržišni udio) imaju veću moć. U elektroenergetskom sektoru ima značenje koje se odnosi na razdvajanje proizvodnje i trgovanja električnom energijom od djelatnosti koje se bave elektroenergetskom mrežom. Jednako kao <i>liberalisation</i> i <i>restructuring</i>
<i>deviation</i>	'odstupanje', iako se u engleskom jeziku za 'odstupanje' koristi riječ »imbalance«, prijedlog za engleski naziv: <i>deviation</i>
<i>deviation (the "imbalance")</i>	nizozemska sintagma za 'odstupanje', upotrijebljena prilikom izražavanja Nizozemaca na engleskom jeziku
<i>discounting</i>	diskontiranje, ekonomski pojam
<i>electricity exchange</i>	burza električne energije, isto kao <i>power exchange</i>
<i>energy community</i>	»energetska zajednica«, organizacijski koncept koji se može dozvoliti u modelu tržišta
<i>energy efficiency</i>	energetska učinkovitost
<i>energy supplier</i>	po inačici 2020-01 <i>The harmonised electricity role modela</i> najbliže <i>balance supplieru</i> iz inačice 2019-01
<i>energy trader</i>	po inačici 2020-01 <i>The harmonised electricity role modela</i> isto što i <i>trader</i> iz inačice 2019-01
<i>equity</i>	vlastiti kapital
<i>error</i>	'pogreška', u kontekstu razlike između prognozirane i ostvarene razmjene sučelja s mrežom (prognoza proizvodnje i potrošnje), a razlikuje se od 'odstupanja' a i od 'neravnoteže', iako se ta riječ koristi u nazivu nekih 'neravnoteža', prijedlog za engleski naziv: <i>error</i>
<i>European Federation of Energy Traders (EFET)</i>	Europsko udruženje trgovatelja energije
<i>European forum for energy Business Information eXchange (ebIX)</i>	Europski forum za razmjenu energetske poslovnih informacija
<i>final position of that balance responsible party</i>	netokoličina energije 'odgovornog za odstupanja' za 'dio vremena' utvrđena tik pred izračun 'odstupanja', kasnije eventualno korigirana uslijed intervencija operatora, a koja je jedan od dva konačna inputa za izračun 'odstupanja'
<i>firm contract</i>	ugovor s fizičkom isporukom između 'trgovatelja', a koji podrazumijeva korištenje količine iz kupoprodaje u izračunu 'odstupanja', isto kao ugovor s <i>physical delivery</i>
<i>firm energy contract</i>	isto kao <i>firm contract</i>
<i>firm's nominal cost of debt</i>	kamata na dug
<i>first come first serve</i>	dodjela prekograničnog prijenosnog kapaciteta temeljem najranijeg prispjeća ponude, u pravilu kod unutardnevnog tržišta

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>flexibility</i>	fleksibilnost, u užem smislu sposobnost promjene toka energije u pogonu na 'sučelju s mrežom' koji mijenja 'pružatelj resursa'. U širem smislu može biti i sposobnost autonomne promjene toka energije s mrežom subjekta na 'sučelju s mrežom', na ekonomski poticaj
<i>flow based capacity calculation method</i>	metoda dodjele prekograničnih (»prekozonskih«) kapaciteta temeljena na »tokovima snaga«
<i>forward market</i>	kupoprodaja s fizičkom isporukom između trgovatelja, koja se odvija prije tržišta dan unaprijed
<i>FRCE adjustment process</i>	korekcija neravnoteže za dio vremena zbog nemogućnosti skokovitog odziva 'rezerve snage', kod operatora koji razmjenjuje regulacijsku energiju s drugim bilančnim područjima
<i>frequency control error</i>	umnožak regulacijske konstante i odstupanja frekvencije, ovdje riječ <i>error</i> ne označava 'pogrešku'
<i>frequency deviation</i>	odstupanje frekvencije, gdje riječ <i>deviation</i> ni riječ »odstupanje« ne označavaju 'odstupanje'
<i>future net cash flows</i>	buduće novčane vrijednosti
<i>gate closure time</i>	vremena zatvaranja tržišta, obično nakon zatvaranja jednog tržišta započinje s radom prvo sljedeće tržište (npr. zatvaranjem tržišta dan unaprijed započinje s radom unutarodnevno tržište)
<i>get pre-qualification from system operator</i>	verifikacijski postupak koji vodi 'operator prijenosnog sustava', za resurse iz kojih 'pružatelj resursa' pruža uslugu operatoru
<i>granularity</i>	zrnatost, rezolucija, u kontekstu vremena označava period diskretizacije (npr. 15 minuta, 10 sekundi), a u kontekstu prostora označava podjelu prostora po različitim cjenovnim područjima (npr. cijena po bilančnim područjima na burzama u zonalnom pristupu, cijena po grupama čvorova u čvorišnom pristupu)
<i>green certificates</i>	zeleni certifikati, koji se upotrebljavaju za programe potpore
<i>guarantee of production origins</i>	jamstvo podrijetla električne energije (npr. proizvodnja iz vjetroelektrana na teritoriju Republike Hrvatske), koje postoji za svrhu ispunjenja ponuda koje 'obračunatelj na sučelju s mrežom' ugovara s 'potrošačem'
<i>hedging</i>	taktika na tržištu s kojom se dugoročnim ugovorima (npr. na godinu dana) štiti od potencijalno nepovoljnih kratkoročnih cijena električne energije (npr. na tržištu dan unaprijed)
<i>hubs</i>	skupina čvorova s jednakom cijenom u čvorišnom pristupu
<i>imbalance</i>	'odstupanje' u kontekstu 'odstupanja' 'bilančne grupe', ali se ta riječ kao dio naziva koristi u nazivu za 'neravnotežu' 'bilančnog područja', prijedlog je za 'odstupanje' u engleskom jeziku koristiti naziv: <i>deviation</i> umjesto <i>imbalance</i> , a prijedlog je za 'neravnotežu' koristiti naziv <i>imbalance</i>
<i>imbalance area</i>	u radu jednako kao 'bilančno područje'
<i>imbalance netting cooperation</i>	»proces razmjene odstupanja«, u radu: postupak razmjene neravnoteža
<i>imbalance settlement</i>	obračun 'odstupanja', prijedlog za engleski naziv: <i>deviation settlement</i>
<i>imbalance settlement period</i>	'dio vremena' za koji se računa količina 'odstupanja', prijedlog za engleski naziv: <i>deviation settlement period</i>

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>imbalance settlement responsible</i>	uloga koja je zadužena za izračun i obračun 'odstupanja', prijedlog za engleski naziv: <i>deviation settlement responsible</i>
<i>independet aggregator</i>	nezavisni agregator, 'pružatelj resursa' koji nije 'povezan' s 'bilančnom grupom' na čijem 'sučelju s mrežom' mijenja tok energije
<i>infra-marginal rent</i>	pojam vezan za belgijski kontekst, predstavlja zaradu otklanjatelja zagušenja, a razlika je između: naknade koja se dobiva otklanjanjem zagušenja po zahtjevu operatora; i cijene na burzi dan unaprijed
<i>instantaneous frequency data</i>	podatak o izmjerenoj frekvenciji
<i>intended exchange of energy as a result of the frequency containment proces</i>	količina energije za 'dio vremena' koja se koristi u obračunu između operatora za proces održavanja frekvencije FCP
<i>inter-zonal congestion</i>	stanje u kojemu je na granici između dva 'bilančna područja' u cijelosti iskorišten 'prekogrančni prijenosni kapacitet', a još uvijek postoji potražnja za njime
<i>intraday</i>	unutardnevno tržište koje se odvija nakon tržišta dan unaprijed, i za trgovatelje je posljednje tržište za dio vremena
<i>intraday gate closure time</i>	trenutak zatvaranja unutardnevnog tržišta, mogu biti dva: jedno zatvaranje koje se odnosi na trgovanje između zona, i nakon njega zatvaranje koje se odnosi na trgovanje unutar zone
<i>intra-zonal congestion</i>	stanje kada se očekuje preopterećenje (zagušenje) neke sastavnice mreže (ILI kada je neka sastavnica mreže preopterećena) unutar 'bilančnog područja'
<i>K-factor</i>	regulacijska konstanta
<i>LFC block</i>	kontrolni blok, koji se sastoji od najmanje dva 'bilančna područja'
<i>LFC controler output</i>	izlaz iz upravljača 'bilančnog područja', koji se šalje u svrhu vođenja 'neravnoteža' k nuli
<i>LFC operator</i>	'operator prijenosnog sustava' odgovoran za neravnotežu 'bilančnog područja'
<i>liberalisation</i>	jednako kao <i>deregulation</i>
<i>locational marignal price</i>	dobivene cijene na čvorovima u čvorišnom pristupu, koje se trebaju preslikati na 'obračun razmjene' 'potrošačima' na njihovim sučeljima
<i>long term</i>	dugoročno razdoblje prije 'dijela vremena' na koji se neka aktivnost odnosi
<i>loop flow</i>	kružni tok
<i>lower-context culture</i>	izražavanje kod kojeg nije potrebno poznavati puno konteksta za razumijevanje teksta
<i>maintance schedule programming</i>	plan neraspoloživosti, može se odnositi na plan neraspoloživosti jedinica za proizvodnju električne energije ILI sastavnica mreže
<i>mannual frequency restoration process</i>	postupak mFRP
<i>marginal costs</i>	granični trošak, za elektranu on znači trošak proizvodnje dodatnog MWh-a, a razlikuje se u odnosu na prosječan trošak koji se dobije tako da se varijabilni troškovi ukupne proizvodnje iz ponude u nekom 'dijelu vremena', podijele s ponuđenom proizvodnjom

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>marginal pricing method, 'pay-as-clear' market</i>	način izračuna cijene po kojem svi 'trgovatelji' u istom 'dijelu vremena' u istom 'bilančnom području' postignu istu 'trgovačku cijenu' za odabrane ponude i to cijenu iz najskuplje ponude za prodaju, jednako se može primijeniti u kontekstu tržišta za pojedini tipa 'regulacijske energije' ILI 'rezerve snage'
<i>mark up</i>	približno izračunata brutozarada 'obračunatelja na sučelju s mrežom' u nekom 'bilančnom području'
<i>market failure</i>	stanje na slobodnom tržištu
<i>market model</i>	tržišni model
<i>market operator</i>	'operator tržišta'
<i>market time unit</i>	'dio vremena'
<i>mean absolute error</i>	srednja kvadratna pogreška, u korištenom kontekstu je statistički pokazatelj za 'pogrešku' u prognoziranju razmjene na sučeljima s mrežom, iskazuje se posebno za potrošnju i posebno za proizvodnju
<i>measured actual real time power interchange value</i>	izmjerena netorazmjena po svim granicama 'bilančnog područja'
<i>medium term</i>	srednjoročno razdoblje prije 'dijela vremena' na koji se neka aktivnost odnosi
<i>merit order list</i>	lista ekonomskog prvenstva, dva popisa: jedan po redoslijedu ponuda za prodaju s rastućom cijenom (<i>supply</i>), i drugi popis po redoslijedu ponuda za kupnju s padajućom cijenom (<i>demand</i>)
<i>metered data collector</i>	uloga koja prikuplja mjerne podatke
<i>metering data</i>	mjerni podaci dobiveni izravno iz mjerila
<i>metering point administrator</i>	uloga zadužena za bilježenje veza subjekata sa 'sučeljem s mrežom', kao i za bilježenje te dostavu podataka o svojstvima sučelja
<i>missing money problem</i>	Stanje u kojemu elektrane ne uspijevaju nadoknađivati svoje fiksne troškove (npr. kapitalne) s prihodima od prodaje električne energije prema cijenama na burzi, ILI kada projicirani prihodi prema burzovnim cijenama nisu dostatni za odluku o izgradnji elektrana potrebnih za sustav. To se događa uslijed sustava s <i>marginal pricing method</i> u kojemu elektrane formiraju cijenu u svojoj ponudi tako da pokriju samo varijabilne troškove (kod hidroelektrana uključuju oportunitetne troškove), jer nemaju utjecaj na burzovnu cijenu (engl. <i>price taker</i>). Naime, u tom stanju im razlika između prihoda prema cijeni na burzi i njihovih ponuđenih varijabilnih troškova, nije dovoljna za namirenje fiksnih troškova u cijelosti. Jer, ako im je cijena koju ponude burzi veća od cijene potrebne za namirenje varijabilnih troškova a uz to i veća od ostvarene cijene na burzi, onda ne zarade ništa i uopće ne proizvode. U alternativnom slučaju, ako im je cijena prema varijabilnim troškovima bila manja od cijene na burzi i kao takvu su je ponudili, ponuda im je odabrana, a burzovna cijena pokriva im sve varijabilne troškove i barem dio fiksnih troškova te se time izbjegava oportunitetni trošak u tom danu, stoga je to za elektranu povoljniji

engleski jezik	hrvatski jezik
	slučaj u odnosu na to kada ne proizvodi jer tada ne pokriva ni dio fiksnih troškova ¹⁴⁰ . Druge taktike mogu se pojaviti kod ponuđača koji znaju da će im elektrane biti potrebne za namirenje potražnje (engl. <i>price maker</i>). Oni <i>de facto</i> znaju da će njihova ponuda određivati cijenu na burzi, jer će im ona izgledno morati biti prihvaćena i u slučaju kada ponude veću cijenu u odnosu na svoje varijabilne troškove. Postojanje <i>price makera</i> implicira stanje gdje ne postoji savršena konkurencija te tu treba imati u vidu moguće tržišne manipulacije.
<i>mindset</i>	način razmišljanja, način mišljenja, mentalitet
<i>multi-minded</i>	višeumni sustav
<i>must-run generation</i>	jedinice za proizvodnju električne energije za koje se zna da će zbog tehničkih razloga proizvoditi električnu energiju, neovisno o rezultatima tržišta električne energije, stoga su spremni čak i ponuditi negativnu cijenu na burzi (platiti da bi proizvodili)
<i>Nash equilibrium</i>	stanje sustava opisano u radu
<i>net present value</i>	netosadašnja vrijednost, ekonomski pojam
<i>network split</i>	razdvajanje sustava, u smislu razdvajanja elektroenergetske mreže u više područja koja međusobno ne razmjenjuju tok energije
<i>nodal pricing</i>	čvorišni pristup određivanja 'trgovačkih cijena', u radu se podrazumijeva zonalni pristup
<i>no-load costs</i>	troškovi elektrane koji ne uključuju troškove proizvodnje električne energije
<i>nominal expected rate of return on an efficient market portfolio</i>	prosječan prinos od rizičnih ulaganja
<i>nominal risk-free interest rate</i>	prinos ostvaren od nerizičnih ulaganja
<i>nominal system frequency</i>	nazivna frekvencija, u Europi 50 Hz
<i>nominate energy on a wholesale level</i>	prijava kupoprodaje s fizičkom isporukom
<i>optimal capacity split problem</i>	metoda podjele dostupne količine 'prekozonskog prijenosnog kapaciteta': za svrhu razmjene ILI dijeljenja 'rezerve snage'; i za svrhu kupoprodaje između 'trgovatelja'
<i>optimisation cycle</i>	vremenski period izmjene procesa aFRP i INC u 'dijelu vremena'
<i>original aFRR demand</i>	postavna vrijednost tražene količine regulacijske energije iz postupka aFRP u intervalu dijela vremena <i>i</i> , prije nego što dođe do korekcije te vrijednosti uslijed razmjene 'regulacijske energije' s drugim bilančnim područjima
<i>other pollutant markets</i>	druga tržišta onečišćivača, ona koja nisu za ugljični dioksid
<i>over the counter</i>	bilateralna kupoprodaja između 'trgovatelja'

¹⁴⁰ „All electricity producers (including renewables, demand-side response and technologies such as storage) in the same bidding zone are incentivised to bid their true costs (so they are dispatched the maximum amount of time) and are all paid the same price for their electricity, provided their bid comes under the final clearing price.“, iz već navedenog rada ACER (2021), *HIGH ENERGY PRICES*, str. 10.

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>Pareto efficiency</i>	stanje sustava opisano u radu
<i>party connected to the grid</i>	'proizvođač' ILI 'potrošač' koji je kao subjekt pridružen 'sučelju s mrežom'
<i>pay-as-bid</i>	način određivanja cijene po kojemu: 'trgovatelj' za 'dio vremena' dobiva 'trgovačku cijenu' iz ponude koju je dostavio, ako mu je ponuda prihvaćena. Isto se može primijeniti u kontekstu tržišta za pojedini tip 'regulacijske energije' ILI 'rezerve snage'
<i>phase-shifting transformer</i>	transformator s mogućnošću zakretanja faze, koristi se za promjene tokova energije
<i>physical delivery</i>	trgovanje koje podrazumijeva fizičku isporuku, drugim riječima prijavu kupoprodaje 'operatoru tržišta', količina iz tog trgovanja se koristi za izračun 'odstupanja', isto kao <i>firm contract</i>
<i>post delivery</i>	razdoblje u kojemu se provode aktivnosti za 'dio vremena', nakon što je prošao taj 'dio'
<i>power control error</i>	»odstupanje snage razmjene«, riječ <i>error</i> u nazivu se ne odnosi na 'pogrešku', niti se riječ »odstupanje« odnosi na 'odstupanje', prijedlog za engleski naziv: <i>power control imbalance</i>
<i>power exchange</i>	burza električne energije
<i>power flow management</i>	»upravljanje tokom snage«, upravljanje tokovima energije
<i>power system operator</i>	uloga koja u belgijskom slučaju određuje potrebe i osigurava resurse na tržištu »capacity market«, a nakon toga ih aktivira
<i>power to gas</i>	pretvorba električne energije u plin koji se skladišti
<i>preparation period</i>	svojstvo standardnog proizvoda za mFRP postupak
<i>preventive redispatching</i>	otklanjanja predmnijevanih zagušenja prije izračuna cijena na burzi dan unaprijed, čime se postiže da ponude na burzi bolje odražavaju ostvarive razmjene na 'sučeljima s mrežom'
<i>producer</i>	'proizvođač'
<i>profiled accounting points</i>	'sučelje s mrežom' na kojemu nije dostupan izmjereni podatak o razmjeni s mrežom za 'dio vremena', pa se ta razmjena utvrđuje propisanim algoritmom
<i>ramping period</i>	svojstvo standardnog proizvoda za mFRP postupak
<i>rate of interest</i>	kamata na dug
<i>rate of return</i>	kamata na vlastiti kapital
<i>real time</i>	»stvarno vrijeme«, koje se u pravilu poistovjećuje s diskretiziranim dijelom vremena (npr. trajanja 10 sekundi), ponekad i s 'dijelom vremena' za koje se računa 'odstupanje' (npr. trajanja 15 minuta). U čvorišnom pristupu tom sintagmom se označava posljednje tržište tik pred dio vremena, dio u čvorišnom pristupu obično traje 5 minuta.
<i>rebound effect</i>	fizikalni učinak na razmjenu sučelja s mrežom koji, zbog aktivacije regulacijske energije, nastupa nakon isporučene regulacijske energije iz te aktivacije
<i>reconciliation accountable</i>	subjekt koji je ispred 'operatora prijenosnog sustava' financijski odgovoran za rezultat 'obračuna računovodstvenog zadovoljenja', u radu je to subjekt koji obavlja ulogu 'odgovoran za odstupanja'
<i>reconciliation responsible</i>	subjekt koji obavlja 'obračun računovodstvenog zadovoljenja', u radu je to 'operator prijenosnog sustava'
<i>reconcillation</i>	'obračun računovodstvenog zadovoljenja'

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>redispatching</i>	preraspodjela razmjena, »redispečing«, postupak u kojemu se s ciljem otklanjanja preopterećenja mreže, na sučeljima s mrežom mijenja razmjena tako da rezultatna promjena toka energije prema mreži bude jednaka nuli (npr. na jednom se sučelju poveća isporuka u mrežu a na drugom smanji isporuka u mrežu za isti iznos)
<i>reference line</i>	isto kao <i>baseline</i>
<i>remedial actions</i>	»korektivne mjere«, čija je svrha otkloniti bilo predmnijevana bilo trenutačna preopterećenja u pogonu (npr. opterećenja dalekovoda)
<i>reserve exchange</i>	razmjena 'rezerve snage' između 'operatora prijenosnih sustava'
<i>reserve resource</i>	jedinica za proizvodnju, potrošnju ili skladištenje električne energije koju koristi 'pružatelj resursa'
<i>reserve sharing</i>	dijeljenje 'rezerve snage' između 'operatora prijenosnih sustava'
<i>resource aggregator</i>	u kontekstu rada 'pružatelj resursa'
<i>resource provider</i>	u kontekstu rada 'pružatelj resursa'
<i>restructuring</i>	isto kao <i>deregulation</i> , uz napomenu da se naziv <i>restructuring</i> više koristi u Sjedinjenim Američkim Državama a <i>deregulation</i> i <i>liberalisation</i> u Europi
<i>retail market</i>	u značenju unutar rada 'obračun razmjene', obračun razmjene između subjekta na 'sučelju s mrežom' i 'obračunatelja na sučelju s mrežom', neovisno o tome radi li se o proizvođaču ILI potrošaču i neovisno o količini razmijenjene energije s mrežom, najbliže pojmu »maloprodajno tržište«
<i>scheduling area</i>	u radu 'bilančno područje'
<i>seams</i>	zakrpa koja se koristi kao pojam kod povezivanja dvaju tržišta koja nisu međusobno harmonizirana, a ponekad se koristi i općenito za povezivanje različitih tržišta
<i>security of supply</i>	»sigurnost opskrbe«, sposobnost isporuke električne energije potrošačima po pristupačnim 'potrošačkim cijenama'
<i>self dispatch model</i>	»samostalni dispečerski model«
<i>self regulation of the load</i>	»samoregulacija opterećenja«, samoregulacija potrošačkih jedinica
<i>setpoint</i>	profil zahtjevne aktivacije regulacijske energije po intervalima i trajanja Δt za postupak aFRP
<i>setpoint value by the frequency restoration controller</i>	postavna vrijednost snage kojoj teži pružatelj resursa u aFRP-u
<i>settlement for all layers</i>	skup svih obračuna u modelu tržišta
<i>short term</i>	kratkoročno razdoblje prije 'dijela vremena' na koji se neka aktivnost odnosi
<i>shortest electrical path</i>	crtu prolaska dominantnog toka električne energije od izvora do ponora, koja nije nužno jednaka najkraćem fizičkom putu od izvora do ponora
<i>single imbalance price</i>	model 'obračuna odstupanja' u kojemu je 'cijena odstupanja' ista za 'odstupanja' svih 'odgovornih za odstupanja' u istom 'dijelu vremena' u istom 'bilančnom području', prijedlog za engleski naziv: <i>single deviation price</i>
<i>social welfare</i>	društveno blagostanje

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>start-up costs</i>	troškovi pokretanja postrojenja za proizvodnju električne energije
<i>stress period</i>	pojam korišten u belgijskom kontekstu, koji predstavlja stanje sustava gdje je »sigurnost opskrbe« ugrožena pa se pripremaju rezervni kapaciteti
<i>structural congestion</i>	interno zagušenje unutar mreže koje se učestalo pojavljuje i koje je predvidljivo
<i>synchronies area</i>	»sinkrono područje«, područje u kojemu vlada približno jednaka frekvencija u iznosu i vremenu
<i>system imbalance</i>	'neravnoteža'
<i>system operator</i>	'operator prijenosnog sustava'
<i>The Economist</i>	britanski časopis
<i>The European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E)</i>	Europsko udruženje operatora prijenosnih sustava za električnu energiju
<i>The European Network of Transmission System Operators for Gas (ENTSO-G)</i>	Europsko udruženje operatora transportnih sustava za plin
<i>The harmonised electricity role model</i>	univerzalni model uloga na tržištu električne energije
<i>thermal capacity of interconnector</i>	maksimalni tok energije (prividne snage, MVA) za koji je dalekovod projektiran za pojedine klimatske uvjete
<i>time control process</i>	korekcija sinkronog vremena
<i>time granularity</i>	period diskretizacije vremena
<i>total interconnector active power flow</i>	isto kao <i>measured actual real time power interchange value</i>
<i>trader</i>	trgovatelj, to je uloga koju ima »trgovac«
<i>transmission capacity allocator</i>	uloga koju obavlja 'operator prijenosnog sustava', to je dodjela 'prekograničnog prijenosnog kapaciteta'
<i>TSCNET Services</i>	organizacija u okviru koje operatori koordiniraju pripremu za pogon
<i>TSO-BSP settlement</i>	obračun između 'operatora prijenosnog sustava' (OPS) i 'pružatelja resursa' (BSP)
<i>TSO-TSO settlement</i>	obračun između 'operatora prijenosnih sustava'
<i>uni-minded</i>	jednourni sustav
<i>unintended exchange</i>	»nenamjerna odstupanja«, u radu se koristi naziv 'neravnoteža' za 'dio vremena' s oznakom $\Delta E_{bp, ue}$, prijedlog za engleski naziv: <i>imbalance</i>
<i>Universal Smart Energy Framework (USEF)</i>	jedna organizacija
<i>universal time control</i>	svjetsko vrijeme (UCT)
<i>uplift payments</i>	dodatni prihod za 'sučelje s mrežom' na čvoru u čvorišnom pristupu, u radu je pretpostavljen zonalni pristup

engleski jezik	hrvatski jezik
<i>use it or loose it</i>	princip po kojemu 'trgovatelj' do određenog trenutka kupljeni 'prekogranični prijenosni kapacitet' može ili upotrijebiti ili izgubiti
<i>use it or sell it</i>	princip po kojemu 'trgovatelj' do određenog trenutka kupljeni 'prekogranični prijenosni kapacitet' može ili upotrijebiti ili prodati
<i>validity period</i>	svojstvo standardnog proizvoda za mFRP postupak
<i>weighted average cost of capital (WACC)</i>	vrijednost prosječne cijene kapitala
<i>zonal pricing</i>	zonalni pristup kod određivanja 'trgovačkih cijena', u kojem se u 'bilančnom području' trguje bez ograničenja, a gdje je na burzi u istom trenutku u istom 'dijelu vremena' u istom 'bilančnom području' jednaka 'trgovačka cijena' na burzi dan unaprijed za sve trgovatelje

System thinking and electricity market in theory

Davorin Brkić

Abstract: Croatian electricity power system in the beginning of the 21st century was becoming multi-minded. Multi-minded system is composed of many actors, with roles in which actors make their own business decisions based on their individual interests (some subset of actors can have mutual interests). In this system state they have interactions with each other. Dealing with technic in this kind of system and designing the multi-minded system brings new challenges, in comparison to single-minded system. Also, the system state is becoming more complex due to arrival of technics with significant forecast errors (inputs from solar and wind power plants, electromobility ect.). Complexity is also rising due to the inclusion of new concepts (eq. energy communities). To deal with this state properly, appropriate mindset and symbolic system which would recognise various aspects (roles, interactions, appearances) is needed. System thinking looks like appropriate mindset to deal with this, so it is applied in the paper and partially described. System thinking was used to define symbolic system both graphically and textually with examples. This was done in order to bring more clarity in this challenging state of the power system. Zonal pricing and self-dispatch model is assumed.

Keywords: system thinking, electroenergetic, balancing, electricity