

NAČINI RASPODJELE TROŠKOVA DEBALANSA NA ČLANOVE UNUTAR UDRUŽENE BALANSNE GRUPE: SOLIDARNOST VS EFIKASNOST

MODES OF DISTRIBUTION OF IMBALANCE COSTS TO MEMBERS WITHIN THE ASSOCIATED BALANCE GROUP: SOLIDARITY VS EFFICIENCY

Miroslav DIVČIĆ, Trading Energy Cluster d.o.o., Bosna i Hercegovina
Mladen APOSTOLOVIĆ, EFT Trade d.o.o., Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Agregacija ili udruživanje više manjih proizvođača iz OIE u jednu Vituelnu elektranu ili Agregatora, kao Balansno odgovornu stranu ili balansnu grupu predstavlja sve veći trend kako u zemljama u EU tako i na zapadnom Balkanu. Poslednjih godinu ipo dana svjedoci smo sve većeg izlaska malih proizvođača na otvoreno tržište električne energije u BiH i okruženju. Motiv je prvenstveno veća cijena na tržištu od trenutne podsticajne tarife. Ipak radi boljeg ostvarivanja tog motiva tj. postizanja veće cijene, nemali broj proizvođača se odlučio na udruživanje u Agregatore ili Virtuelne elektrane. Praksa je pokazala da ta udruživanja pored ostvarivanja veće prodajne cijene nose još jedan veoma važan benefit – smanjenje troškova balansiranja. Naime proizvođači udruženi kao Agregator, Virtuelna elektrana pa čak i balansna grupa unutar postojeće Balansno odgovorne strane (BOS) ostvaruju značajne uštede u troškovima balansiranja. Njihovi individualni debalansi se međusobno u određenoj mjeri kompenzuju te je stoga ukupan debalans grupe uvijek nešto niži od zbira njihovih individualnih debalansa. Usljed toga pred BOS-a kao ugovornu stranu u finansijskom poravnanju sa Nezavisnim operatorom sistema u BiH dolazi jedan novi izazov: kako na fer i transparentan način raspodijeliti nastale troškove debalansa na svoje proizvođače unutar grupe. To je upravo i tema ovog rada. Autori će prezentovati metode za raspodjelu troškova debalansa unutar balansne grupe te i na praktičnim primjerima prikazati učinke agregacije i raspodjele, kao i prednosti i nedostatke svake metode.

Ključne reči: Balansna grupa, Balansno odgovorna strana, Debalans, Raspodjela troškova, Efikasnost, Solidarnost

ABSTRACT

Aggregation of several small RES producers into one Virtual Power Plant or Aggregator, as a balance responsible party or balance group, is a growing trend in EU countries as well as in Western Balkan countries. In the last year and a half, we have witnessed an increasing number of small producers entering the open electricity market in Bosnia and Herzegovina and in the surrounding area. The motive is primarily a higher price on the market than the current incentive Feed in tariff. However, in order to achieve that motive, i.e. to achieve a higher price, a considerable number of producers have decided to join Aggregators or Virtual Power Plants. Practice has shown that, in addition to achieving a higher sales price, these aggregations bring another very important benefit - the reduction of balancing costs. Namely, producers united as an Aggregator, Virtual Power Plant and even a balancing group within the existing Balance Responsible Party (BRP) achieve significant savings in balancing costs. Their individual imbalances compensate each other to a certain amount and therefore the total imbalance of the group is always slightly lower than the sum of their individual imbalances. As a result, BRP, as a contracting party in the financial settlement with the Transmission System Operator (NOS) in BiH, faces a new challenge: how to distribute the resulting imbalance costs fairly and transparently to its producers within the group. That is exactly the topic of this paper. The authors will present methods for the distribution of imbalance costs within the balance group, and will show the effects of aggregation and distribution, as well as the advantages and disadvantages of each method, using practical examples.

Key words: Balancing group, Balance responsible party, Imbalance, Distribution of costs, Efficiency, Solidarity

1. UVOD

U današnjim savremenim elektroenergetskim sistemima, balansiranje proizvodnje i potrošnje električne energije predstavlja jedan od ključnih izazova za održavanje stabilnosti elektroenergetske mreže. Balansne grupe, koje obuhvataju različite proizvodne i/ili potrošačke jedinice, igraju ključnu ulogu u ovom procesu. Međutim, neizbežno je da dođe do odstupanja između planirane i stvarne proizvodnje ili potrošnje, što rezultira debalansom [1]. Upravo taj debalans generiše dodatne troškove koje je potrebno adekvatno raspodeliti među članovima balansne grupe. Kada se ima u vidu da je sve veće učešće obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji, a većina njih je neupravljljiva, problematika smanjivanja troškova debalansa agregacijom [2] i formiranjem balansnih grupa sve više postaje nužnost.

Dva osnovna pristupa koja se koriste za raspodelu ovih troškova su princip solidarnosti i princip efikasnosti. Princip solidarnosti podrazumeva da svi članovi balansne grupe zajednički snose troškove debalansa, bez obzira na njihov individualni doprinos debalansu. Ovaj pristup promovise kolektivnu odgovornost i smanjuje rizik pojedinačnih članova. S druge strane, princip efikasnosti nastoji da troškove raspodeli proporcionalno doprinosu svakog člana debalansu, čime se stimuliše odgovorno ponašanje i precizno planiranje.

Ovaj rad istražuje prednosti i nedostatke oba pristupa raspodele troškova debalansa u balansnim grupama, analizirajući kako solidarnost i efikasnost utiču na stabilnost mreže, ponašanje učesnika i ukupne ekonomske ishode. Kroz pregled teorijskih okvira i praktičnih primera, cilj je da se pruži sveobuhvatno razumevanje kako različiti modeli raspodele troškova mogu oblikovati dinamiku balansnih grupa i doprineti održivosti elektroenergetskog sistema.

2. BALANSNA ODGOVORNOST, BALANSIRANJE SISTEMA I ODREĐIVANJE CENE DEBALANSA TJ. PORAVNANJA

Balansni mehanizam električne energije u Bosni i Hercegovini, pod nadležnošću Nezavisnog operatora sistema (NOS), osigurava ravnotežu između lokalne proizvodnje, potrošnje i razmene energije sa susednim sistemima u realnom vremenu. Svi učesnici na tržištu moraju regulisati svoju balansnu odgovornost sa NOS-om, direktno ili kroz balansnu grupu. Cena balansne energije, koja se utvrđuje za svaki obračunski interval (u Bosni i Hercegovini 15 minutni intervale, dok su u Srbiji satni intervale), utiče na poslovne strategije i finansijske rezultate balansno odgovornih strana (BOS). Neizbalansiranost planova rada BOS-a vodi do finansijskih odgovornosti, obračunatih prema pravilima EMS-a. Pozitivna odstupanja se plaćaju BOS-u, dok negativna BOS plaća NOS-u, uz primenu korektivnih koeficijenata za odstupanja izvan prihvatljivih granica. Shodno tome BOS utvrđuje finansijske obaveze prema svojim članovima koristeći planski ili realizacijski metod obračuna debalansa [1]. Za potrebe ovog rada korišten je realizacijski metod obračuna debalansa koji izjednačava važnost opotunitetnih troškova koje donosi pozitivni debalansa i direktnih troškova negativnog debalansa.

3. AGREGACIJA I UDRUŽIVANJE U BALANSNE GRUPE

Veliki izazov je intermitentnost posmatranih i analiziranih izvora koja utiče na nepostojanje neke bazne i relativno konstantne vrednosti u odnosu na koje se promene tj. odstupanja dešavaju. Intermitentni (povremeni i varijabilni) izvor energije je svaki onaj izvor koji nije neprekidno dostupan zbog nekog činioca na koji se ne može direktno uticati. Ovi izvori mogu samo donekle biti predvidljivi, a uglavnom zavise od hidro-meteoroloških prilika pa se prognoza njihove odate snage (i proizvedene električne energije) u stvari zasniva na prognozi vremenskih uslova odnosno većem broju parametara koji tu prognozu čine kao što su padavine (kiša i sneg), oblačnost, intenzitet solarne iradijacije, ambijentalna temperatura, brzina i smer vetra, itd., kao i određenom broju tehničkih parametara koji definišu rad same elektrane (tehnička dostupnost, kriva snage, itd.).

Pored intermitentnosti, tokom perioda dostupnosti primarnog izvora energije (sunce, vetar, voda) ovi izvori su i uglavnom neupravljljivi (eng. non-dispatchable), odnosno nedovoljno upravljivi jer im se dominantno može samo prigušivati tj. smanjivati izlazna snaga, dok su mogućnosti povećanja snage svedene na mogućnosti samo kratkotrajnog povećanja u svrhu stabilizacije frekvencije (vetrogeneratori sa modulima za kontrolu inercije (eng. synthetic inertia)). Upravljljivost ne treba mešati sa mogućnošću povećanja faktora iskorišćenje primarnog izvora, npr. kod solarnih elektrana zakretanjem panela tokom dana – ali samo kod onih koje su već konstruisane sa treker sistemima a kod vetroelektrana zakretanjem celih turbina nasuprot smeru vetra, kao i lopatica turbine.

Agregacija proizvođača iz obnovljivih izvora energije odnosi se na udruživanje više manjih proizvođača energije, poput solarnih elektrana, vetroelektrana, malih hidroelektrana ili biogasnih elektrana, kako bi se stvorila

veća, koherentna jedinica za proizvodnju energije. Ovaj koncept ima nekoliko ključnih prednosti i izazova, a također uključuje određene tehničke, ekonomske i regulatorne aspekte. Prednosti agregacije su:

1. **Ekonomija obima:** Agregacija omogućava manjim proizvođačima da ostvare prednosti ekonomije obima. Veće količine energije mogu dovesti do boljih uslova njene prodaje na tržištu.
2. **Stabilnost i pouzdanost:** Kombinacija različitih izvora energije može povećati stabilnost i pouzdanost snabdevanja energijom. Na primjer, solarne elektrane proizvode energiju tokom dana, dok vetroelektrane, hidroelektrane te biogasne elektrane mogu raditi i noću, što zajedno smanjuje varijabilnost proizvodnje.
3. **Smanjenje troškova:** Upravljački i administrativni troškovi mogu se smanjiti kada se veći broj manjih proizvođača agregira u jednu jedinicu. Također, zajedničko ulaganje u infrastrukturu, poput skladištenja energije ili naprednih sistema upravljanja mrežom, može biti ekonomski isplativije. Takođe, udruživanjem proizvođači značajno smanjuju i svoje troškove debalansa usled međusobne kompenzacije pozitivnih i negativnih fizičkih debalansa u datim obračunskim intervalima.
4. **Pristup tržištu:** Mali proizvođači često nemaju pristup velikim tržištima električne energije. Agregacija omogućava sudelovanje na tržištima gdje su potrebne veće količine energije, kao i pristup povoljnijim uslovima prodaje i otkupa.

Najpoznatiji praktični primeri agregacije su:

- **Virtualne elektrane (Virtual Power Plants - VPPs):** Ovo je koncept u kojem se različiti distribuirani i najčešće distributivni izvori energije kombiniraju putem softverskih platformi koje upravljaju i optimiziraju proizvodnju i potrošnju u realnom vremenu.
- **Zajednice obnovljive energije:** Lokalne zajednice koje se udružuju kako bi zajednički proizvodile, skladištile i zajednički koristile i plasirale obnovljivu energiju.
- **Balansne grupe:** skup jednog ili više učesnika na tržištu električne energije sa ili bez fizičkih tačaka njenog preuzimanja i/ili injeckovanja u sistem.

Agregacija proizvođača iz obnovljivih izvora energije predstavlja inovativan i održiv pristup povećanju udjela obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije. Iako postoji niz izazova koji se moraju prevladati, prednosti u smislu ekonomije obima, stabilnosti snabdevanja i pristupa tržištu čine ovaj koncept vrlo atraktivnim. Ključ za uspješnu implementaciju leži u razvoju odgovarajuće tehnologije i regulative koja će podržati ove promjene.

3.1. Udruživanje u balansne grupe

Udruživanje u zajedničku balansnu grupu proizvođača iz obnovljivih izvora energije predstavlja specifičan oblik agregacije koji ima za cilj optimizaciju proizvodnje i potrošnje energije unutar određene grupe kako bi se smanjile razlike između proizvodnje i potrošnje energije (balansiranje) te poboljšala stabilnost elektroenergetskog sistema. Balansna grupa je skup proizvođača, potrošača i trgovaca električne energije koji se udružuju radi zajedničkog upravljanja proizvodnjom i potrošnjom unutar jedne organizacijske jedinice. Cilj balansne grupe je minimizirati odstupanja između planirane i stvarne proizvodnje i potrošnje električne energije, čime se smanjuju troškovi balansiranja i poboljšava stabilnost mreže. Prednosti udruživanja u zajedničku balansnu grupu su:

- **Optimizacija proizvodnje i potrošnje:** Udruživanjem više proizvođača iz obnovljivih izvora energije moguće je bolje planirati i upravljati proizvodnjom, čime se smanjuju odstupanja između predviđene i stvarne proizvodnje.
- **Smanjenje troškova balansiranja:** Balansne grupe mogu i gotovo uvek smanjuju troškove povezane s balansiranjem energije na tržištu, jer veća grupa može lakše uskladiti varijabilnost u proizvodnji i potrošnji.
- **Povećana stabilnost:** Integracija više izvora energije unutar jedne balansne grupe može dovesti do većeg stepena stabilnosti i sigurnosti snabdevanja električnom energijom.
- **Bolji pristup tržištu:** Članovi balansne grupe mogu imati bolji pristup tržištima električne energije i povoljnijim uslovima prodaje, što može rezultirati višim prihodima za proizvođače.
- **Podela rizika:** Udruživanjem u balansnu grupu proizvođači dele rizike povezane s varijabilnošću proizvodnje iz obnovljivih izvora energije, što može biti posebno korisno za manje proizvođače.

4. RASPODJELA UŠTEDA

Udruživanje proizvođača iz obnovljivih izvora energije u jednu balansnu grupu (agregacija) najviše doprinosi finansijskim uštedama u troškovima debalansa svakog proizvođača. Prilikom raspoređivanja troškova debalansa balansne grupe na njene članove treba razlikovati nekoliko pojmova: individualni trošak debalansa proizvođača,

ukupni trošak debalansa grupe, kompenzovani trošak debalansa proizvođača, procentualne uštede u troškovima debalansa proizvođača, uticaji proizvođača na ukupni debalans grupe.

Individualni trošak debalansa proizvođača predstavlja finansijski odliv¹ pojedinačnog proizvođača na osnovu njegovog debalansa pre kompenzacije u grupi. *Ukupni trošak debalansa grupe* predstavlja finansijski odliv balansne grupe usled njenog debalansa. Ovaj trošak predstavlja ukupni trošak odnosno finansijsku obavezu balansne grupe po osnovu balansiranja. *Kompenzovani trošak debalansa proizvođača* predstavlja finansijski odliv po osnovu debalansa proizvođača posle kompenzovanja debalansa unutar balansne grupe. Kompenzovani trošak debalansa predstavlja individualni trošak debalansa proizvođača umanjen za uštede u troškovima debalansa po osnovu udruživanja (kompenzovanja) u balansnu grupu. Procentualne uštede u troškovima debalansa predstavljaju procenat umanjenja u troškovima debalansa proizvođača po osnovu kompenzacije u balansnoj grupi. *Uticaj proizvođača na ukupni debalans grupe* predstavlja promenu troškova debalansa grupe po osnovu dodavanja konkretnog proizvođača.

5.1. Raspodjela troškova debalansa na principu solidarnosti

Princip solidarnosti pri raspodeli troškova debalansa na članove balansne grupe podrazumeva da svi proizvođači solidarno učestvuju u smanjenju troškova balansne grupe bez obzira koliko je svaki ponaosob doprineo kompenzaciji fizičkih debalansa unutar grupe. Princip solidarnosti posebno je izražen u situacijama kada nastaju neplanirani ispadi elektrana (ispadi sa mreže, zastoji radi tzv velikih voda kod malih hidroelektrana protočnog tipa i slično), jer tada ukupni debalans individualnog proizvođača je ipak smanjen u istom procentu (solidarno) kao i kod ostalih proizvođača unutar balansne grupe.

Trošak debalansa proizvođača poslije udruživanja u balansnu grupu po metodi koja se bazira na principu solidarnosti se računa na sledeći način:

$$kTD_i = TD_i * k \quad (1)$$

gde:

TD_i - predstavlja individualni trošak debalansa proizvođača "i" ukoliko se on posmatra nezavisno od balansne grupe,

kTD_i - predstavlja trošak debalansa proizvođača "i" posle kompenzacije njegovog debalansa u balansnoj grupi tj posle rapoređivanja ušteda u ovim troškovima nastalih agregiranjem,

k - čini koeficijent ušteda tj % umanjenja individualnih troškova debalansa proizvođača "i" zbog udruživanja u balansnu grupu, a računa se na sledeći način:

$$k = \frac{TDG}{\sum_{i=1}^n TD_i} \quad (2)$$

i predstavlja količnik ukupnih troškova debalansa balansne grupe i sume individualnih troškova debalansa svih članova grupe (bez međusobne kompenzacije). S toga sledi da je:

$$kTD_i = TD_i * \frac{TDG}{\sum_{i=1}^n TD_i} \quad (3)$$

Procentualne uštede u troškovima debalansa svih proizvođača su jednake (princip solidarnosti) i iznose:

$$UTD_i(\%) = \left(1 - \frac{kTD_i}{\sum_{i=1}^n TD_i}\right) * 100 = (1 - k) * 100 \quad (4)$$

Na osnovu formula (1)-(4) možemo zaključiti sledeće:

¹ U retkim ekstremnim slučajevima trošak debalansa proizvođača i grupe može biti i finansijski priliv. Koristeći realizacijski metod obračuna debalansa, ova situacija se može deistiti samo ukoliko je za vreme obračunskog perioda cena negativnog odstupanja (debalansa) bila niža od prodajne cene na berzi.

- Ukupni trošak debalansa balansne grupe je uvijek manji ili jednak zbiru individualnih troškova debalansa njenih članova (efekat agregacije i kompenzacije),
- Svi članovi balansne grupe ostvaruju jednake procentualne uštede u svojim troškovima debalansa bez obzira na to koliko su sami doprineli istim,
- Ova metoda je veoma jednostavna za izračunavanje te se i lako interpretira i razumije,
- Ipak ovaj metod zanemaruje individualne uticaje članova grupe na ukupni debalans grupe te se stoga u nekim situacijama može smatrati nepravednim.

5.2. Raspodjela troškova debalansa na principu efikasnosti

Princip efikasnosti pri raspodeli troškova balansne grupe (i ušteda u balansiranju) na članove iste se bazira na pojedinačnom doprinosu svakog člana balansne grupe ukupnom debalansu balansne grupe. Za razliku od principa solidarnosti, gdje se na bazi jedinstvenog koeficijenta raspoređuju troškovi / uštede na sve članove, kod metode koja se zasniva na efikasnosti meri se uticaj svakog individualnog proizvođača na ukupni debalans grupe. Na osnovu tog uticaja formiraju se ponderi sa kojima svaki proizvođač učestvuje u trošku cijele balansne grupe. Za razliku od metode koja se zasniva na solidarnosti gde svaki proizvođač dobija isti procentualni dio uštede u troškovima debalansa, kod ovog metoda procentualne uštede se razlikuju od proizvođača do proizvođača.

Svaki proizvođač svojim pridruživanjem određenoj balansnoj grupi manje ili više utiče na ukupne troškove te grupe, povećava ih u određenom procentu, čak u određenim situacijama i smanjuje. Stoga je veoma bitno pravilno kvatifikovati uticaj svakog proizvođača na debalans balansne grupe, pa na osnovu tog uticaja odrediti pondere učešća u ukupnim troškovima debalansa.

Formula za kompenzovani trošak debalansa proizvođača “i” po metodi raspodele troškova debalansa na principu efikasnosti je sledeća:

$$kTD_i = TDG * p_i \quad (5)$$

gde su:

kTD_i - kompenzovani trošak debalansa proizvođača “i” poslije raspodele troškova unutar balansne grupe;

TDG - Ukupni trošak debalansa date balansne grupe;

p_i - ponder učešća proizvođača “i” u ukupnom debalansu balansne grupe.

Određivanje pondera p_i se vrši na sljedeći način. Prvo se određuje pomenuti individualni uticaj svakog proizvođača na trošak debalansa cijele balansne grupe. To se radi na taj način što se prvo posmatra trošak debalansa balansne grupe bez posmatranog proizvođača “i” pa se onda posmatra visina troška debalansa grupe kada joj se doda proizvođač “i”. Razlika između ova dva troška debalansa predstavlja uticaj proizvođača “i” na ukupan trošak debalansa grupe, tj:

$$\Delta TDG_i = TDG - TDG_{/i} \quad (6)$$

gde su:

ΔTDG_i - neto promena troškova debalansa balansne grupe pre i posle uključivanja proizvođača “i” u nju, tj. uticaj proizvođača “i” na promenu ukupnog troška debalansa grupe;

TDG - ukupni trošak debalansa date balansne grupe posle uključivanja proizvođača “i” u balansnu grupu “i”;

$TDG_{/i}$ - ukupni trošak debalansa date balansne grupe pre uključivanja proizvođača “i” u balansnu grupu.

Neto promene koje određeni proizvođač može imati na balansnu grupu mogu biti:

- pozitivne, kada uključivanje datog proizvođača povećava ukupni trošak debalansa grupe,
- negativne, kada uključivanje proizvođača smanjuje ukupni trošak debalansa grupe i
- nula, kada uključivanje datog proizvođača ne utiče na ukupan trošak debalansa grupe.

Za potrebe određivanja pondera p_i , potrebno je korigovati uticaj svakog proizvođača na ukupni trošak debalansa i to na sledeći način:

$$\forall \Delta TDG_i \leq 0, \rightarrow \Delta TDG_i \text{ korigovani} = 0, \quad (7)$$

$$\forall \Delta TDG_i > 0, \rightarrow \Delta TDG_i \text{ korigovani} = \Delta TDG_i \quad (8)$$

Ovo znači da svaki put kada određeni proizvođač svojim uključivanjem u balansnu grupu smanjuje trošak debalansa iste, njegov korigovani uticaj je nula. Ova korekcija se radi iz praktičnih razloga jer kada je uticaj na ukupni debalans nula, proizvođač nema troškove debalansa. U slučaju kada bi se i smanjivanje troškova debalansa grupe uključivanjem datog proizvođača kvantifikovalo i uključivalo u raspodelu, dati proizvođač bi ostvarivao zaradu od balansiranja, tj ostvarivao bi dodatni priliv dok bi ostali proizvođači plaćali trošak debalansa. Obzirom da je ostvarivanje dodatnih prihoda od usluga balansiranja dio posebnog tržišta usluga (pomoćne, regulacijske usluge) udruživanje u balansnu grupu zarad smanjenja troškova ne bi trebalo biti izvor ekstra profita nego samo smanjenja troškova debalansa. Balansne grupe se mogu registrovati i za pružanje pomoćnih tj regulacijskih usluga ukoliko dio njihovih proizvođača ispunjava uslove upravljanja proizvodnjom.

Formula za izračunavanje pondera za učešće u troškovima debalansa grupe je sljedeća:

$$p_i = \frac{\Delta TDG_i \text{ korigovani}}{\sum_{i=1}^n \Delta TDG_i \text{ korigovani}} \quad (9)$$

Ovaj ponder predstavlja količnik korigovanog uticaja proizvođača “i” na ukupan trošak debalansa grupe sa sumom svih korigovanih uticaja ostalih pojedinačnih proizvođača na ukupan trošak debalansa grupe.

U Tabeli 1 prikazan je teoretski primer kada u balansnoj grupi od četiri proizvođača dva utiču na povećanje troškova debalansa grupe (pozitivni ΔTDG_i), a ostala dva utiču na smanjenje troškova debalansa grupe (negativni ΔTDG_i), te računanje kompenzovanih troškova debalansa i kalkulaciju ušteta. U sledećem poglavlju ovog rada biće prikazan i praktičan primer računanja debalansa po obe metode.

Tabela 1 - Teorijski primer računanja raspodele debalansa po principu efikasnosti

Proizvođač “i”	Individualni trošak debalansa (TD_i)	Uticaj na promenu troškova debalansa grupe (ΔTDG_i)	Korekcija promene ($\Delta TDG_i \text{ korigovani}$)	Ponder učešća u troškovima debalansa grupe (p_i)	Troškovi debalansa proizvođača “i” nakon kompenzacije (kTD_i)	Ušteta u troškovima debalansa proizvođača “i” (UTD_i (%))
EL 1	1.246,23	645,30	645,30	0,369	471,92	37,88 %
EL 2	578,50	-256,19	0,00	0,000	0,00	100,00 %
EL 3	2.149,34	1.101,30	1.101,30	0,631	806,00	37,50 %
EL 4	734,52	-0,89	0,00	0,000	0,00	100,00 %
ukupno	4.708,59	-----	1.746,60	1,00	1.278,92	----
Ukupan debalans BG	1.278,92					

Kao što se može vidjeti iz Tabele 1, samo proizvođači sa uticajem povećanja troškova debalansa balansne grupe ušestvuju u plaćanju istih, tj trošak debalansa grupe se raspoređuje na njih, dok ostali proizvođači ne plaćaju troškove debalansa jer njihov uticaj dovodi do smanjena ukupnog troška debalansa grupe. Takođe vidimo da je zbir troškova koje plaćaju proizvođači jednak ukupnom trošku debalansa cele grupe. Ovo je situacija kada nosilac balansne grupe (odgovorni BOS koji može biti agregator, trgovac i sl.) prenosi sve benefite ušteta na članove grupe. U praksi agregatori mogu zadržati određeni iznos ušteta za sebe kao naknadu za vođenje i upravljanje balansnom grupom. U tom slučaju suma ukupnih troškova debalansa koji se raspoređuju na članove bi bila uvećana za procenat naknade agregatora te bi u tom iznosu i bila veća od ukupnog troška debalansa grupe.

5. KOMPARACIJA REZULTATA OBE METODE NA PRAKTIČNOM PRIMERU BALANSNE GRUPE U BiH

Za potrebe ovog rada analizirana je proizvodnja, debalans te troškovi debalansa balansne grupe sa 14 proizvođača iz OIE. Ukupna instalisana snaga analizirane balansne grupe iznosi 24 MW i sačinjena je od 12 malih hidroelektrana različitih instalisanih snaga, jedne biogasne elektrane snage 1MW te grupe solarnih elektrana ukupne instalisane snage 3.2 MW koje su za potrebe ovog rada posmatrane kao jedan proizvodni

objekat. Svi proizvodni objekti su u praktičnom primjeru označeni oznakama “EL” kao elektrana bez dodatne identifikacije o kom proizvodnom objektu ili vrsti OIE je reč. Pošto je tema ovog rada raspodela ušteda unutar balansne grupe, a prikazani su i određeni odnosi korelacija i učešća svake elektrane u ukupnom debalansu grupe, identifikacija izvora OIE svakog proizvođača bi mogla doprineti pogrešnim indikacijama da se proizvođači električne energije iz pojedinih OIE više ili manje kompenzuju debalansima sa drugim proizvođačima što je svakako tema nekog drugog rada.

Na našem primeru analiziraćemo raspodelu troškova debalansa unutar balansne grupe po obe metode, upoređićemo rezultate u jednom konkretnom mesecu te prikazati komparativno efekte primene obe metode na finansijske uštede u debalansu svakog proizvođača na godišnjem nivou. Takođe, prikazaćemo i mesečne varijacije u raspodeli ušteda primenom obe metode na konkretnom proizvođaču.

U Tabeli 2 prikazan je način raspodele troškova debalansa na članove balansne grupe primenom načela solidarnosti u mesecu aprilu 2023. godine. Iz rezultata u tabeli vidimo da su svi proizvođači ostvarili uštede u iznosu od 71,74% od njihovih individualnih debalansa, tj. onoliko koliko je i cela balansna grupa ostvarila ušteda u troškovima debalansa.

Tabela 2 - Raspodela troškova debalansa na članove grupe u mesecu aprilu 2023. godine prema načelu solidarnosti

Elektrana	Individualni trošak debalansa	Koeficijent uštede balansne grupe	Troškovi debalansa proizvođača “i” nakon kompenzacije	Ušteda u troškovima debalansa proizvođača “i”
Oznaka	TD_i	k	kTD_i	$UTD_i(\%)$
EL 1	2,079.07	0.28	587.55	71.74%
EL 2	1,694.22	0.28	478.79	71.74%
EL 3	2,045.23	0.28	577.98	71.74%
EL 4	181.67	0.28	51.34	71.74%
EL 5	392.51	0.28	110.92	71.74%
EL 6	2,506.20	0.28	708.25	71.74%
EL 7	267.91	0.28	75.71	71.74%
EL 8	2,125.23	0.28	600.59	71.74%
EL 9	427.66	0.28	120.86	71.74%
EL 10	137.57	0.28	38.88	71.74%
EL 11	220.27	0.28	62.25	71.74%
EL 12	310.74	0.28	87.82	71.74%
EL 13	378.46	0.28	106.95	71.74%
EL 14	2,231.40	0.28	630.59	71.74%
Ukupno	14,998.15	0.28	4,238.47	71.74%
Trošak debalansa BG				4,238.22

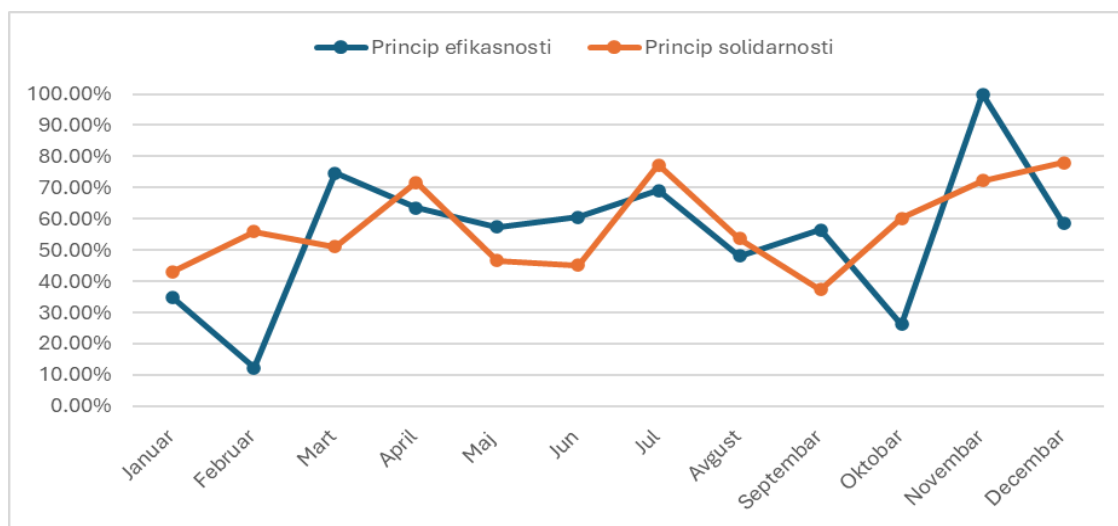
Kada na istu balansnu grupu u istom obračunskom periodu (mesec april 2023.) primenimo raspodelu troškova debalansa na principe efikasnosti dobijemo rezultate koji su prikazani u Tabeli 3. Kao što se može videti iz Tabele 3, ukupne uštede balansne grupe su iste, ne zavise od izbora metoda raspodele troškova, ali razlike postoje u individualnim uštedama svakog od proizvođača. Ove uštede zavise od individualnog doprinosa svakog proizvođača promeni ukupnih troškova debalansa balansne grupe. Proizvođači koji su imali uticaja na smanjenje ukupnog troška debalansa grupe (elektrane 1,4,5 i 11) ostvaruju 100% ušteda u troškovima debalansa, tj njihov kompenzacijski trošak debalansa iznosi nula. Primenom načela efikasnosti vidimo da se iznos ušteda u troškovima debalansa individualnih proizvođača kreće od 24,57% do 100% za razliku od metode po načelu solidarnosti gde je svaki proizvođač ostvario 71,74% ušteda.

Za prikazivanje mesečnih varijacija u ostvarivanju ušteda primenom obe metode izabrali smo proizvođača “EL 14” koji je godišnje ukupno ostvario skoro identične uštede u oba slučaja. Naime, kod prve metode solidarnosti ukupne uštede na godišnjem nivou su bile 55,4% dok su kod metode efikasnosti bile 54,5%, dakle razlika manje od 1%. Ipak mesečne varijacije su se kretale u rasponu od 5,64% do 34% u korist metode solidarnosti i 10,63% do 27,74% u korist metode efikasnosti.

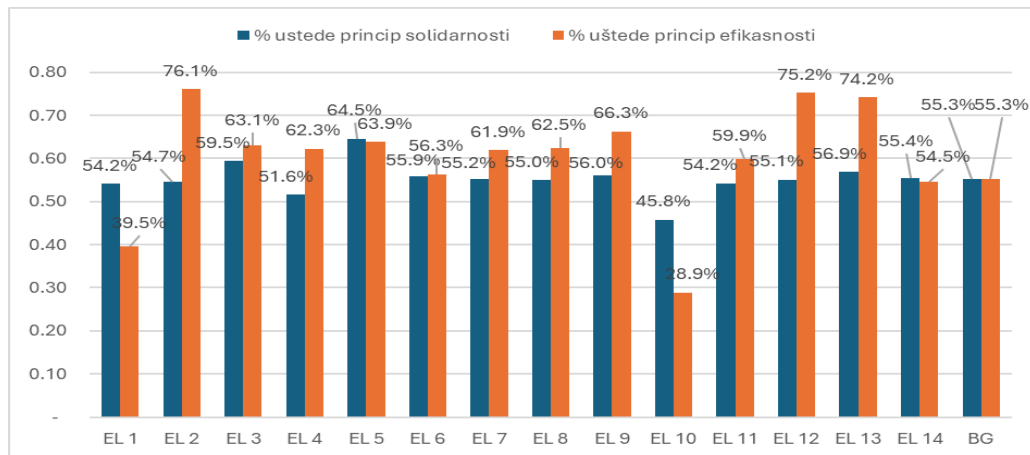
Tabela 3 - Raspodela troškova debalansa na članove grupe u mesecu aprilu 2023. godine prema načelu efikasnosti

Elektrana	Individualni trošak debalansa	Uticaj na promenu troškova debalansa grupe	Korekcija promene	Ponder učešća u troškovima debalansa grupe	Troškovi debalansa proizvođača "i" nakon kompenzacije	Ušteda u troškovima debalansa proizvođača "i"
Oznaka	TD_i	ΔTDG_i	ΔTDG_i korigovani	P_i	kTD_i	UTD_i (%)
EL 1	2,079.07	-1,053.40	0.00	0.00	0.00	100.00%
EL 2	1,694.22	533.86	533.86	0.21	886.80	47.66%
EL 3	2,045.23	413.53	413.53	0.16	686.91	66.41%
EL 4	181.67	-104.15	0.00	0.00	0.00	100.00%
EL 5	392.51	-54.57	0.00	0.00	0.00	100.00%
EL 6	2,506.20	255.18	255.18	0.10	423.88	83.09%
EL 7	267.91	121.66	121.66	0.05	202.09	24.57%
EL 8	2,125.23	414.21	414.21	0.16	688.04	67.63%
EL 9	427.66	123.59	123.59	0.05	205.30	52.00%
EL 10	137.57	58.21	58.21	0.02	96.70	29.71%
EL 11	220.27	-110.81	0.00	0.00	0.00	100.00%
EL 12	310.74	21.04	21.04	0.01	34.94	88.76%
EL 13	378.46	119.4	119.4	0.05	198.33	47.59%
EL 14	2,231.40	490.78	490.78	0.19	815.23	63.47%
Ukupno	14,998.15	-----	2,551.45	1.00	4,238.22	-----
Trošak debalansa BG	4,238.22					71.74%

Da bi dobili precizniji uvid u ukupne efekte primene obe metode moramo posmatrati više obračunskih perioda tj meseci. Na slici 2 prikazane su ukupne uštede po obe metode za svakog proizvođača u balansnoj grupi u toku 12 meseci u 2023. godini. Vidimo da su kod većine proizvođača ove razlike relativno male, dok veća odstupanja u korist principa efikasnosti imamo kod proizvođača EL 2 (21%), EL 12 (20%) i EL 13 (17%). Odstupanja u korist principa solidarnosti su kod proizvođača EL 1 (14%) i EL 10 (17%). Praktični primer je potvrdio ono što smo apriori znali, da će metodom efikasnosti elektrane koje imaju veću kompenzaciju debalansa sa balansnom grupom ostvarivati veće uštede u troškovima debalansa te samim tim imati i podsticaj da nastave sa boljim planiranjem.



Slika 1 - Prikaz mesečnih varijacija u ostvarivanju ušteta primenom obe metode za proizvođača EL 14



Slika 2 - Komparativna analiza ušteda primenom obe metode po proizvođaču u 2023. godini.

6. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu prezentovane metode raspodele ušteda u troškovima debalansa balansne grupe na njene članove, može se zaključiti da niti jedan metod nije ultimativno bolji od drugog, te da izbor metoda zavisi i od nekih drugih faktora kao što su: veličina i struktura Balansne grupe, iskustvo BOS-a i njegovih članova u balansiranju, intencije udruživanja u balansnu grupu. Ipak, određene komparativne prednosti ipak idu u korist metode solidarnosti. Odabir odgovarajućeg finansijskog modela za raspodelu ušteda unutar balansne grupe zavisi od specifičnosti grupe, njenim tehnološkim mogućnostima i preferencijama članova. Ključ za uspeh leži u transparentnosti, pravednosti i podsticanju članova na optimizaciju proizvodnje i ulaganje u tehnologije koje poboljšavaju stabilnost mreže i uspešnije planiranje. Raspodela troškova debalansa u balansnoj grupi predstavlja ključni element za održavanje stabilnosti i efikasnosti elektroenergetskog sistema. Analiza principa solidarnosti i efikasnosti ukazuje na različite prednosti i nedostatke oba pristupa, koji značajno utiču na ponašanje učesnika na tržištu i ukupne ekonomske ishode. Prednosti principa solidarnosti leže u smanjenju rizika za pojedinačne članove i promovisanju kolektivne odgovornosti. Ovaj pristup je jednostavniji za administraciju i može biti koristan u situacijama gde je potrebno podsticati saradnju unutar balansne grupe. Međutim, solidarnost može dovesti do nedostatka motivacije za odgovorno ponašanje pojedinačnih članova, što može rezultirati većim ukupnim troškovima i osećajem nepravde među članovima koji generišu manje debalanse. S druge strane, princip efikasnosti motivise članove da minimiziraju svoje odstupanja i ponašaju se odgovornije, jer su troškovi proporcionalni njihovom doprinosu debalansu. Ovaj pristup je pravedniji prema članovima koji precizno planiraju svoje potrebe i može smanjiti ukupne troškove debalansa. Međutim, njegova primena zahteva složeniju administraciju i detaljno praćenje, što može povećati operativne troškove. Takođe, postoji rizik da će članovi sa većim odstupanjima snositi značajne finansijske terete, što može izazvati konflikte unutar grupe. Optimalan pristup raspodeli troškova debalansa može da uključuje kombinaciju principa solidarnosti i efikasnosti, prilagođenu specifičnim potrebama i dinamičnim potrebama balansne grupe. U nekim slučajevima se mogu dodati novi kriteriji za raspodelu ušteda na već postojeći princip raspodele (npr. Instalirana snaga elektrane, udio u ukupnoj proizvodnji balansne grupe, i sl.), pa se dalje analize može preporučiti sledeće:

- Hibridni modeli:** Kombinovanje elemenata oba pristupa može pružiti ravnotežu između kolektivne odgovornosti i individualne efikasnosti. Na primer, osnovni deo troškova može biti raspoređen po principu solidarnosti, dok se dodatni troškovi vezani za veće debalanse raspoređuju prema principu efikasnosti.
- Podsticaji za odgovorno ponašanje:** Uvođenje mehanizama nagrađivanja za članove koji uspevaju da održavaju niske nivoe debalansa može dodatno podstaći odgovorno ponašanje.
- Transparentnost i edukacija:** Povećanje transparentnosti u obračunu troškova i edukacija članova o važnosti preciznog planiranja može doprineti boljem razumevanju i prihvatanju raspodele troškova.

Konačno, kontinuirano praćenje i prilagođavanje modela raspodele troškova u skladu sa promenama u tržišnim uslovima i tehnološkim napretkom ključno je za održavanje stabilnosti i efikasnosti elektroenergetskog sistema.

LITERATURA

- [1] Apostolović M, Divčić M, Radojević P, "Komparativna analiza različitih metoda za obračun debalansa", Zbornik CIGRE Srbija 2023., str. 1696-1713, DOI: 10.46793/CIGRE36.1696A
- [2] Grujić D, Kuzman M, "Modeli funkcionisanja agregatora na tržištu električne energije", Zbornik radova CIGRE Srbija 2022., R-6.09