

---

# Elektros energijos balansavimo principai ir jų įgyvendinimo galimybės Lietuvos energetikos sistemoje

---

## Enrikas Nevardauskas

*Kauno technologijos universitetas,  
Elektros sistemų katedra,  
Studentų g. 48,  
LT-3028 Kaunas*

## Ramūnas Bikulčius, Dalius Šulga

*Lietuvos energija,  
Žvejų g. 14,  
LT-2001 Vilnius*

---

Pateikiami bendrieji elektros energijos balansavimo rinkos sąlygomis struktūros bei su tuo susijusių elektros rinkos dalyvių tarpusavio santykių, perdavimo sistemos operatoriaus veiklos bei balansavimo energijos kainodaros principai. Analizuojamos balansavimo proceso ypatybės Lietuvos atskiroje ir Baltijos šalių bendroje energetikos sistemoje.

**Raktažodžiai:** elektros rinka, perdavimo tinklo operatorius, galios ir energijos balansavimas, elektros pirkimas ir pardavimas

## 1. ĮVADAS

Atskiros elektros energijos balansavimo rinkos sukūrimą lemia ta elektros energetikos sektoriaus ypatybė, kad elektros energijos suvartojimas sinchroniškai dirbančioje elektros energetikos sistemoje (ES) visada turi būti lygus elektros energijos gamybai. Lietuvoje Elektros energetikos įstatymu balansavimo rinką administruoti įpareigotas Perdavimo tinklų operatorius. Neliciant kitų perdavimo tinklų operatoriaus darbo elektros rinkoje funkcijų, tik elektros energijos balansą administruojantį operatoriaus padalinį pavadinkime perdavimo sistemos operatoriumi (PSO). Techninė ir informacinė perdavimo tinklų operatoriaus bazė, pastarojo natūraliai susiformavusios funkcijos, teisės ir atsakomybė vaidinant išskirtinį vaidmenį energetikos sistemoje bei nešališkumas rinkos dalyvių atžvilgiu sudaro sąlygas perdavimo sistemos operatoriumi (PSO) administruoti elektros energijos balansą nacionaliniu mastu.

Šiame straipsnyje aprašomi tik realią energetikos sistemos prekybos valandą teikiamos balansavimo paslaugos principai ir pasiūlymai, kaip planuoti PSO darbą, naudojantis paskutinės, jau uždarytos elektros rinkos (biržos) sesijos rezultatais, ir kaip tiesiogiai panaudojant rinkos elementus balansuoti ES.

Siūlomi elektros energijos balansavimo principai turi būti grindžiami rinkos dalyvių lygiateisiškumo ir nediskriminavimo pagrindais, skatinančiais sąžiningą

ir tikslią rinkos dalyvių veiklą, pasireiškiančią kuo tikslesniu savo elektros energijos gamybos (pardavimo) ar pirkimo (suvartojimo) balansų planavimu ir vykdymu. Kiekvienam rinkos dalyviui už planuoto elektros energijos balanso pažeidimus turi būti taikomos rinkoje susiformavusios ir iš anksto paskelbtos rinkos, o ne atskirų administratorių ar operatorių sukurtos sankcijos, t. y. balansavimo energijos pirkimas (arba pardavimas) už rinkoje prekybos valandą susiformavusią kainą. PSO atsakingas už savo elektros energetikos sistemos elektros energijos balansą prieš kitų valstybių sinchroniškai dirbančių elektros energetikos sistemų PSO. Tarpvalstybiniuose elektros mainuose mūsų šalies, kurioje yra tik viena energetikos sistema, atveju PSO kartu atlieka nacionalinio sistemos operatoriaus funkcijas.

Tolimesnei elektros energijos rinkos sėkmingai plėtrai labai svarbu, kad elektros energijos prekybos ir jos balanso sudarymo principai būtų visiems suprantami, bei, kiek tai įmanoma, paprastesni, nes į elektros energijos prekybos verslą išitraukiantiems verslininkams ir juristams turi pakakti pagrindinių elektros energetikos žinių. Tai leistų mažinti galimas klaidas.

## 2. BENDROSIOS FUNKCIJOS

Pagal LR elektros energetikos įstatymą ir AB „Lietuvos energija“ reorganizacijos įstatymą elektros

energetikos sektorius perėjo nuo vertikaliai prie horizontaliai integruotos struktūros. Elektros energetika pagal gamybos, perdavimo, skirstymo ir tiekimo veiklas pasidalijo į atskiras įmones. Elektros energetikos sektoriuje persiskirstė ir pasikeitė elektros energijos tiekimo planavimo funkcijos ir procedūros bei atsakomybė už darbą. Naujai sukurtos elektros energijos tiekimo veikla užsiimančios įmonės tampa atsakingos PSO už kuo tikslesnį savo elektros energijos gamybos ir prekybos balanso planavimą ir įvykdymą. PSO tampa atsakingu tik už nacionalinio elektros energijos balanso planavimą ir įvykdymą kitų šalių energetikos sistemų atžvilgiu. Tai pasireiškia tuo, kad PSO paruošia praėjusio darbo valandos (paros, savaitės, mėnesio ir metų) nacionalinio balanso ataskaitą ir pateikia ją rinkos dalyviams tarpusavyje atsiskaityti. Lietuvos atveju tai būtų tarpvalstybiniai kaimyninių šalių tarpusavio atsiskaitymai. Turi būti numatyta kilusių ginčų derinimo ir sprendimo priėmimo tvarka.

Kuo tiksliau PSO vykdys elektros energijos balansą, tuo stabiliau ir patikimiau dirbs elektros energetikos sistema, tuo geriau bus užtikrinami visų rinkos dalyvių (vartotojų, gamintojų, tiekėjų ar kt.) poreikiai. PSO įsikūlimas į elektros energijos rinkoje vykdomus prekybos kontraktus galimas (ir privalomas) tik tada, kai sistemoje iškyla avarijos grėsmė, pažeidžiamos techninės elektros įrenginių darbo ribos, sistemos stabilumo parametrai ar kriterijai. Kai rinkos dalyviai dėl kokių nors priežasčių pradeda nebevykdyti savo galios ar elektros energijos balanso įsipareigojimų, energetikos sistemos režimo balansavimo paslaugą realiaime laike visiems elektros rinkos pradeda teikti PSO. Jis elektros prekybos valandą perka (parduoda) balansavimo energiją iš rinkos dalyvių (ar rinkos dalyviams), kurių poreikis ar gamyba atitinkamą prekybos valandą nukrypsta nuo savo suplanuoto elektros energijos pardavimo (pirkimo) balanso. Dažniui palaikyti ar, esant reikalui, reguliuoti PSO iš rinkos dalyvių (ar rinkos dalyviams) perka (parduoda) tą prekybos valandą reikalingą reguliavimo energiją. Be to, PSO, kaip lygiateisis rinkos dalyvis, perka tiek elektros energijos, kiek jos reikia elektros energijos perdavimo tinkluose susidarantiems technologiniams nuostoliams kompensuoti, nes LR prekybos elektros energija taisyklėse nurodyta, kad perdavimo tinkle susidarantys nuostoliai ir jų padengimas atitenka PSO, o jų kaina įtraukta į perdavimo paslaugos tarifą.

### **3. ELEKTROS ENERGIJOS BALANSO PALAIKYMAS IR VALDYMAS**

Egzistuoja gausi elektros rinkos organizavimo, jos dalyvių elgesį nagrinėjanti ir piniginius srautus optimizuojanti literatūra, pradedant Europos Sąjungos

direktyvomis [1] ir baigiant perdavimo tinklo paslaugų kainų atskirose šalyse palyginimu [2]. Tačiau projektuojant energijos balanso palaikymo procedūras ir rašant lietuviškas balansavimo taisykles buvo susidurta su tam tikru literatūros apie balansavimo procedūras trūkumu. Energijos balansavimo procedūros labai priklauso nuo konkrečių tam tikros ES savybių [3, 4]. Balansavimui palengvinti elektros sistema padalijama į vadinamuosius balanso rajonus. Balanso rajoną sudaro elektros vartotojai ir elektros gamintojai, kurie planuoja atitinkamus vartotojo pirkimo ir gamintojo gamybos balansus (tiekiamos į perdavimo tinklą ir vartotojų imamos iš tinklo energijos grafikus). Ribiniu atveju balanso rajoną gali sudaryti vienas tiekėjas su vienu vartotoju arba gamintojas. Žinios apie balansavimo rajono planuojamą vartojimą arba gamybą kaip pradinė informacija perduodamos PSO. Šis sudeda visų elektros energijos rinkos dalyvių pateiktus elektros energijos pirkimo (vartojimo) bei gamybos (pardavimo) pageidavimus ir sudaro nacionalinį elektros energijos balanso projektą. Balanso ataskaitoje už praėjusį prekybos periodą, pavyzdžiui, už praėjusią valandą, PSO turi parodyti, kaip rinkos dalyviai laikėsi savo įsipareigojimų. Labai svarbu yra užtikrinti, kad vieno rinkos dalyvio nukrypimai nuo savo įsipareigojimų nesukeltų nepatogumų kitiems rinkos dalyviams. PSO, turėdamas savo žinioje visų rūšių aktyviosios galios ir energijos bei reaktyviosios galios rezervus, šiuos nukrypimus neutralizuoja. Galima teigti, kad jis, administruodamas balansavimo poreikių ir paslaugų rinką bei koordinuodamas ES darbą su kaimyninėmis sistemomis, elektros rinkos dalyviams teikia sistemines, tarp jų balansavimo, paslaugas.

Finansiškai tai reiškia, kad praėjus elektros prekybos valandai PSO iš netesėjusių duotųjų įsipareigojimų rinkos dalyvių surenka ir kitiems, turėjusiems papildomo darbo, balansavimo rinkos dalyviams atiduoda tam tikras pinigų sumas. Balansavimo kaina iš anksto nežinoma. Ji susidaro elektros rinkoje pagal pasiūlos ir paklausos prekybos dėsnius. Kiekvienas rinkos dalyvis už savo faktiškai turėtus prekybos valandą elektros energijos balanso nukrypimus nuo planuoto balanso (energijos grafiko) atsako proporcingai buvusiam nukrypimui pagal tą valandą energetikos sistemoje susidariusią energijos kainą. Kainą lemia visų rinkos dalyvių nukrypimų sumos sukeltos išlaidos, kurias patyrė PSO, pirkdamas (parduodamas) balansavimo ir (ar) reguliavimo energijas.

Balansavimo funkcijos vykdymui PSO turi užsakyti pakankamus reguliavimo galios ir energijos rezervus ir, esant reikalui, juos panaudoti. Proporcingai savo nebalansams rinkos dalyviai privalo kompensuoti visas prekybos valandą PSO patirtas balansavi-

mo vyksmo sąnaudas. Šios sąnaudos apskaičiuojamos už kiekvieną valandą, taikant paskutinės biržos sesijos energijos kainą, o jei balansavimui buvo perkama (parduodama) reguliavimo energija, – reguliavimui panaudotos energijos kainą. Lietuvos energetikos sistemoje nacionalinis energijos balansas palaikomas suderintu su kitų šalių ES PSO tikslumu, kuris šiuo metu yra  $\pm 50$  MWh per valandą (MWh/h). Tai riba, kurios neperžengti yra gana sudėtinga. Momentinis Lietuvos Respublikos elektros energijos poreikis nuo prognozuojamosios vertės kartais skiriasi daugiau kaip 100 MW, atitinkamai per prekybos valandą susidaro per 100 MWh/h.

Mažiausio elektros energijos reguliavimo žingsnio vertę, atsižvelgiant į Lietuvos elektros energetikos sąlygas, kaip savotišką kompromisą, siūloma priimti 10 MW. Šios vertės pakanka darbo tikslumui užtikrinti ir ji patogi finansiniams skaičiavimams supaprastinti. Jos mažinimas, pavyzdžiui, iki 5 MW, padidintų darbo tikslumą, tačiau finansinius skaičiavimus sukomplicuotų. Ateityje, sukauptus rinkos balansavimo patirties, siūlomosios šių dydžių vertės galės būti tikslinamos.

Pagal siūlomą darbo tvarką PSO organizuoja elektros energijos reguliavimo aukcioną. Visi laisvo reguliuojančios galios rezervo, kurio 10 MW realizavimo trukmė yra ne ilgesnė kaip 10 minučių, savininkai gali pateikti savo pasiūlymus tiekti reguliuojančią energiją. Minimalus pasiūlomas reguliavimo energijos dydis turi būti 10 MWh/h.

Pagal šiuos rinkos dalyvių pasiūlymus susiformuoja nuo mažiausios kainos iki didžiausios kainos pasiūlymų kreivė. Generavimo didinimo (reguliavimo „aukštyn“) pasiūlymai žymimi ženklu „+“, kai šaltinio savininkas siūlo parduoti energiją PSO. Generacijos sumažinimo (reguliavimo „žemyn“) pasiūlymai žymimi ženklu „-“, kai šaltinio savininkas siūlo nupirkti energiją iš PSO. Reguliavimo „aukštyn“ pasiūlymai eina nuo pigiausio prie brangesnio, reguliavimo „žemyn“ pasiūlymai prasideda nuo brangesnio ir eina link pigiausio. Reguliavimo energijos pasiūlymus iš rinkos dalyvių PSO turi gauti ne vėliau kaip 2 valandos iki prekybos valandos pradžios, pasiūlyme turi būti nurodyta galia ( $\pm$ MW) ir kaina (Litai/MWh). Pasiūlymas turi galioti visą darbo valandą, nes rezervinis šaltinis gali būti prijungimas (išjungimas) bet kuriuo prekybos valandos akimirksniu. Įdiegus principą, kai pasiūlymus būtų galima pateikti ar pakeisti likus mažiau kaip 2 valandoms iki prekybos valandos, reguliavimo energijos kainos labiau svyruotų ir, galbūt, labiau sumažėtų, nes galimybės pateikti reguliavimo energijos pasiūlymą mažiau kaip 2 valandos iki prekybos valandos yra tiksliau žinomos, ir sumažėja išanksti-

nio pasiūlymo rizika [5]. Tačiau Lietuvos elektros energijos rinkoje didelės gausos reguliavimo pasiūlymų nėra, nes pajėgių atlikti reguliavimą rinkos dalyvių nėra daug.

Rinkos dalyvių pateiktų ir PTO pagal kainą sugrupuotų pasiūlymų pavyzdys pateikiamas 1 lentelėje.

PTO sudaro pasiūlymų pagal kainą kreivę (1 pav.).

N-osios kompanijos pasiūlymas	Kaina Lt/MWh	Kiekis MW
1	250	50
2	150	15
3	125	20
2	100	-25
3	50	-50
2	30	-15
1	20	-25

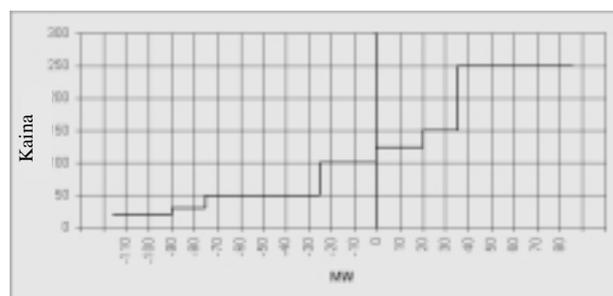
Pasinaudojant elektros energijos rinkos dalyvių finansiniu suinteresuotumu teikti elektros energijos reguliavimo papildomas paslaugas, nacionalinio elektros energijos balanso valdymas atliekamas realiaame laike, remiantis reguliavimo energijos rinkos kainomis. Šis faktas papildomai įrodo, kad balansavimo rinka yra realaus laiko rinka, kurią gali administruoti tik ištiesą parą energetikos sistemos darbą prižiūrintis ir koordinuojantis PSO.

Pagrindiniai nacionalinio valandinės energijos balanso valdymo principai:

- PSO perka (parduoda) reguliavimo energiją, kaip papildomą energiją, nediskriminuojant teikiančių pasiūlymus į PSO organizuojamą reguliavimo energijos aukcioną rinkos dalyvių,

- PSO perka (parduoda) balansavimo energiją nediskriminavimo ir pelno nesiekimo principu visiems atsakingiems prieš PSO už savo elektros energijos balansą rinkos dalyviams, pastarųjų nukrypimo nuo suplanuoto savo energijos balanso apimtimi,

- reguliavimo energijos kainodara yra nuosaiki ir pagrįsta faktinėmis balansavimo sąnaudomis.



Reguliavimo „žemyn“ pasiūlymai      Reguliavimo „aukštyn“ pasiūlymai

1 pav. Pasiūlymų išdėstymas pagal kainą

#### 4. BALANSAVIMO RINKOS PRINCIPAI IR KAINODARA

Balansavimo energijos kainodara turi būti pagrįsta realiomis elektros energijos biržos ir panaudotos reguliavimo elektros energijos gamybos kainomis prekybos laikotarpiu. Prekybos laikotarpis elektros energijos rinkoje šiuo metu yra viena valanda.

Pagrindinis elektros energijos rinkos principas yra padengti savo kontraktinius įsipareigojimus pagal dvišales elektros energijos pirkimo ir pardavimo (gali būti gamybos ir vartojimo) sutartis bei kompensuoti išlaidas balansavimo paslaugai, kurią PSO teikia visiems rinkos dalyviams. Tai reiškia, kad visi dvišaliai kontraktai, kurie pasirašomi ateinančiam prekybos laikotarpiui (kiekvienai valandai), turi būti apmokėti pagal planuojamą apimtį, taikant dvišalę pirkėjo ir pardavėjo sutartyse numatytą kainą. Kiekvieno rinkos dalyvio prekybos laikotarpiu atsiradę nebalansai PSO apskaičiuojami pasibaigus kiekvienai prekybos valandai pagal faktinius kiekvieno rinkos dalyvio nukrypimus ir taikant tą prekybos valandą susidariusią balansavimo energijos kainą.

Balansavimo elektros energijos kaina lygi elektros energijos biržos kainai, kuri paskelbiama po paskutinės biržos sesijos (paprastai prieš dieną iki prekybos laikotarpio) kiekvienai ateinančios paros prekybos valandai ir susiformuoja biržoje pagal tiekėjų pasiūlymus pirkti ir pagal gamintojų pasiūlymus parduoti papildomą elektros energijos kiekį, t. y. mažiausia kaina, už kurią rinkos dalyvis biržoje nupirko papildomai siūlomą elektros energijos kiekį planuojamą prekybos valandą. Ši kaina turėtų būti santykinai nedidelė, nes tiekėjas suinteresuotas papildomą elektros energijos kiekį nupirkti kuo pigiau, o gamintoją riboja ribiniai gamybos kaštai (praktiškai kuro sąnaudos papildomam energijos kiekiui pagaminti).

Reguliavimo elektros energijos kainą siūlo gamintojai kaip papildomos paslaugos kainą PSO organizuojamame reguliavimo energijos aukcione. Reguliavimo „aukštyn“ kaina paprastai siūloma didesnė negu biržos kaina, nes papildomos energijos kaina, ypač piko valandomis, yra labai aukšta. Reguliavimo „žemyn“ kaina paprastai mažesnė negu biržos kaina, nes gamintojas savo kontraktiniams įsipareigojimams padengti stengiasi nupirkti reguliavimo energiją kuo pigiau, paprastai pigiau negu jo papildomos energijos gamybos kaštai, nes skirtumas tarp kontraktinės ir reguliavimo „žemyn“ kainų yra jo papildomas pelnas.

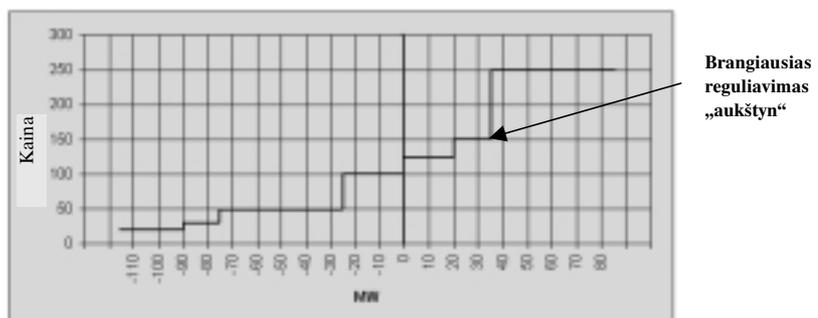
Balansavimo rinkoje kiekviena valanda gali būti tik kaip reguliavi-

mo „aukštyn“ arba reguliavimo „žemyn“ valanda. Nuo to priklauso šios valandos balansavimo kaina. Ar ataskaitinė valanda buvo reguliavimo „aukštyn“ ar „žemyn“ valanda, PSO nustato ataskaitinio laikotarpio (valandos) pabaigoje. Tą valandą, kurios metu nebuvo vykdomas nei reguliavimas „aukštyn“, nei reguliavimas „žemyn“, vadinama reguliavimo „aukštyn“ valanda, tačiau balansavimo energijos kaina šią valandą lygi paskutinės biržos sesijos elektros energijos kainai.

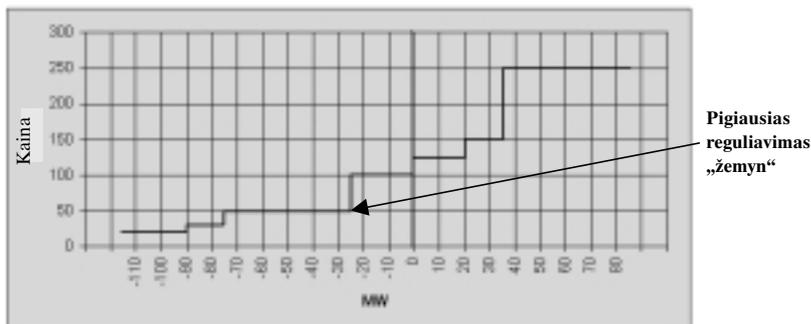
PSO papildomai užsakytas realiame laike reguliavimo „aukštyn“ ar „žemyn“ elektros energijos kiekis yra reguliavimo elektros energija.

Tarkim, pagal pateiktus pasiūlymus per prekybos valandą buvo atlikti du reguliavimai „aukštyn“ (2 pav.). Prekybos valandą susidariusi biržos kaina – 110 Lt/MWh. Tuomet reguliavimo „aukštyn“ kaina būtų 150 Lt/MWh, reguliavimo „žemyn“ kaina būtų 110 Lt/MWh (būtų lygi biržos kainai, nes reguliavimo „žemyn“ veiksmo nebuvo). PSO perkamos iš rinkos dalyvio, kuris nesilaikė tiekimo grafiko ir sunaudavo mažiau (jei tai vartotojas ar jį atstovaujantis tiekėjas) ar pagamino daugiau (jei tai gamintojas) negu planavo, balansavimo elektros energijos kaina 110 Lt/MWh, o PSO parduodamos rinkos dalyviui, kuris nesilaikė tiekimo grafiko ir sunaudavo daugiau (jei tai vartotojas ar jį atstovaujantis tiekėjas) ar pagamino mažiau (jei tai gamintojas) negu planavo, balansavimo elektros energijos kaina 150 Lt/MWh.

Kitas pavyzdys yra per prekybos valandą atlikti du reguliavimai „žemyn“ (3 pav.). Prekybos valandos biržos kaina – 110 Lt/MWh. Tuomet reguliavimo „aukštyn“ kaina būtų lygi 110 Lt/MWh (būtų lygi biržos kainai, nes reguliavimo „aukštyn“ nebuvo), reguliavimo „žemyn“ kaina būtų lygi 50 Lt/MWh, PSO perkamos iš rinkos dalyvio, kuris nesilaikė tiekimo grafiko ir sunaudavo mažiau (jei tai vartotojas ar jį atstovaujantis tiekėjas) ar pagamino daugiau (jei tai gamintojas) negu planavo, balansavimo elektros energijos kaina būtų lygi 50 Lt/MWh, o PSO parduodamos rinkos dalyviui, kuris nesilaikė tiekimo grafiko ir sunaudavo daugiau (jei tai vartotojas



2 pav. Reguliavimo „aukštyn“ pavyzdys



3 pav. Reguliavimo „žemyn“ pavyzdys

ar jam atstovaujantis tiekėjas) ar pagamino mažiau (jei tai gamintojas) negu planavo, balansavimo elektros energijos kaina būtų lygi 110 Lt/MWh.

Kai per prekybos valandą (biržos kaina – 110 Lt/MWh) yra atliekamas vienas reguliavimas „aukštyn“ ir vienas reguliavimas „žemyn“ (4 pav.), tuomet reguliavimo „aukštyn“ kaina būtų lygi 125 Lt/MWh, reguliavimo „žemyn“ kaina būtų lygi 50 Lt/MWh. PSO perkamos iš rinkos dalyvio, kuris nesilaikė tiekimo grafiko ir sunaudojo mažiau (jei tai vartotojas ar jam atstovaujantis tiekėjas) ar pagamino daugiau (jei tai gamintojas) negu planavo, balansavimo elektros energijos kaina būtų lygi 50 Lt/MWh, o PSO parduodamos rinkos dalyviui, kuris nesilaikė tiekimo grafiko ir sunaudojo daugiau (jei tai vartotojas ar jam atstovaujantis tiekėjas) ar pagamino mažiau (jei tai gamintojas) negu planavo, balansavimo elektros energijos kaina būtų lygi 125 Lt/MWh.

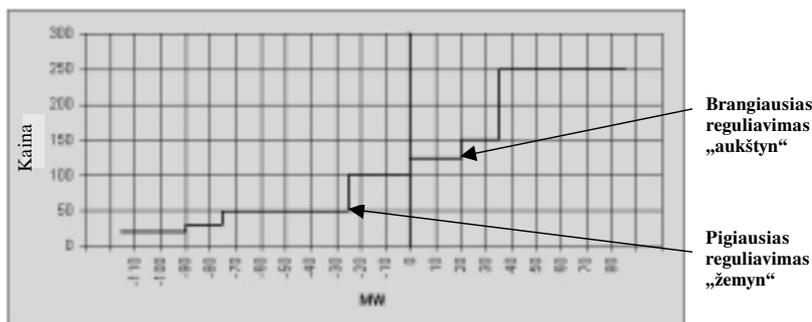
Kai per prekybos valandą PSO neatliko nei reguliavimo „aukštyn“, nei reguliavimo „žemyn“, o prekybos valandos biržos kaina buvo 110 Lt/MWh, tuomet tiek reguliavimo „aukštyn“, tiek reguliavimo „žemyn“ kaina būtų lygi biržos kainai 110 Lt/MWh. PSO, atitinkamai, perkamos balansavimo elektros energijos kaina būtų lygi 110 Lt/MWh ir parduodamos balansavimo elektros energijos kaina būtų lygi 110 Lt/MWh.

Kaip buvo minėta, dvišaliai kontraktiniai įsipareigojimai pagal planuojamas elektros energijos apimtis ir kainas apmokami nepriklausomai nuo to, kaip realiai įvyko tiekimas. 2a, 2b ir 2c lentelėse parodoma, kad PSO gali išlikti bešališkas kitiems rinkos dalyviams tiek režimą nereguliuojant, tiek reguliuojant „aukštyn“ arba „žemyn“ žingsniais.

Iš 2a lentelės duomenų matyti, kad visiems rinkos dalyviams sąžiningai ir kruopščiai planuojant tiekimo grafikus, jokių sankcijų, praėjus prekybos va-

landai, nebuvo, o visų rinkos dalyvių pajamos ir sąnaudos atitiko kontraktinius įsipareigojimus.

Pagal 2b lentelės variantą tiekėjas savo įsipareigojimus nupirkti iš gamintojo sutartą kiekį apmokėjo dvišaliai sutarta kaina, tačiau tiekėjo vartotojai vietoj 100 MWh per valandą (MWh/h) sunaudojo tik 50 MWh/h, todėl tiekėjas likusius 50 MWh/h realiaje laike turėjo parduoti PSO, ku-



4 pav. Reguliavimo „aukštyn“ ir „žemyn“ pavyzdys

2a lentelė. Balansavimo rinkos principai.			
Idealus variantas, kai kontraktinė sutarčių apimtis atitinka faktinę apimtį MWh/h			
Tiekėjas 1 (planas)		Gamintojas 1 (planas)	
Kiekis	100	Kiekis	100
Kaina	7	Kaina	7
Sąnaudų suma	700	Pajamų suma	700
Tiekėjas 1 (faktinis)		Gamintojas 1 (faktinis)	
Kiekis, faktinis	100	Kiekis, faktinis	100
Kiekis, planinis	100	Kiekis, planinis	100
Kaina	7	Kaina	7
Sąnaudų suma	700	Pajamų suma	700
Balansavimo elektros energija			
Tiekėjas		Gamintojas	
Kiekis	0	Kiekis	0
Balansavimo kaina	6	Balansavimo kaina	6
Suma pardavimų	0	Suma	0
Iš viso sąnaudų	700	Iš viso pajamų	700
Perkamos EE savikaina	7,00	Parduodamos EE savikaina	7,00
Perdavimo sistemos operatoriaus sąnaudos ir pajamos			
Sąnaudos	0	Pajamos	0

2b lentelė. Tiekėjo suvartotos energijos kiekis mažesnis negu planuota, todėl PSO turėjo sumažinti gamintojo gali<sup>1</sup> ir gaminam<sup>1</sup> elektros energij<sup>1</sup> reguliavimo „žemyn“ kiekiu MWh/h

Tiekėjas 1 (planas)		Gamintojas 1 (planas)	
Kiekis	100	Kiekis	100
Kaina	7	Kaina	7
Šnaudų suma	700	Pajamų suma	700
Tiekėjas 1 (faktinis)		Gamintojas 1 (faktinis)	
Kiekis, faktinis	50	Kiekis, faktinis	50
Kiekis, planinis	100	Kiekis, planinis	100
Kaina	7	Kaina	7
Šnaudų suma	700	Pajamų suma	700
Balansavimo elektros energija			
Tiekėjas		Gamintojas	
Kiekis	50	Kiekis	50
Balansavimo kaina	3	Balansavimo kaina	3
Iš PSO gautos pajamos už parduotą balansavimo energiją	150	Nupirktą iš PSO kaip reguliavimas „žemyn“	150
Iš viso šnaudų	550	Iš viso pajamų	550
Perkamos EE savikaina	11,00	Parduodamos EE savikaina	11,00
Perdavimo sistemos operatoriaus šnaudos ir pajamos			
Šnaudos	150	Pajamos	150

ris, kaip atsakingas už nacionalinio elektros energijos balanso palaikymą, turėjo nukrauti brangiausiai už reguliavimo energiją prašantį gamintoją. Ši prekybos valanda PSO paskelbiama reguliavimo „žemyn“ valanda, o susidariusios išlaidos atitinka šio gamintojo siūlomą kainą. PSO šioje balansavimo rinkoje nėra suinteresuotoji pusė, galinti iš anksto koreguoti ar kitaip veikti dvišalius tiekėjų ir gamintojų santykius.

Analogiškai 2c lentelės variante, kai tiekėjo vartotojai suvartojo 50 MWh/h daugiau negu tiekėjas planavo nupirkti, papildomą elektros energijos kiekį tiekėjas realiaame laike nupirko iš PSO, kuris 50 MWh/h reguliavimo „aukštyn“ elektros energijos nupirko iš gamintojo aukcione prašiusio mažiausios kainos už reguliavimo „aukštyn“ elektros energiją.

Kaip matyti, PSO nei vienu atveju rinkos dalyvių atžvilgiu nėra šališkas. Tai leidžia objektyviai vykdyti perdavimo sistemos planavimą ir valdymą, mažinti PSO įsikišimus į rinką ir juos atlikti tik būtiniaisiais atvejais.

2c lentelė. Tiekėjo faktinė apimtis didesnė negu planuota, todėl PSO turėjo nupirkti iš gamintojo papildomos elektros energijos reguliavimo „aukštyn“ kiekį MWh/h

Tiekėjas 1 (planas)		Gamintojas 1 (planas)	
Kiekis	100	Kiekis	100
Kaina	7	Kaina	7
Šnaudų suma	700	Pajamų suma	700
Tiekėjas 1 (faktinis)		Gamintojas 1 (faktinis)	
Kiekis, faktinis	150	Kiekis, faktinis	150
Kiekis, planinis	100	Kiekis, planinis	100
Kaina	7	Kaina	7
Šnaudų suma	700	Pajamų suma	700
Balansavimo elektros energija			
Tiekėjas		Gamintojas	
Kiekis	50	Kiekis	50
Balansavimo kaina	9	Balansavimo kaina	9
Išlaidos už nupirktą iš PSO balansavimo energiją	450	Nupirktą iš PSO kaip reguliavimas „aukštyn“	450
Iš viso šnaudų	1150	Iš viso pajamų	1150
Perkamos EE savikaina	7,7	Parduodamos EE savikaina	7,7
Perdavimo sistemos operatoriaus šnaudos ir pajamos			
Pajamos	450	Išlaidos	450

Bet kuriuo atveju rinkos dalyvis savo suplanuoto tiekimo balanso pažeidimus papildomai apmoka, o papildomų paslaugų tiekėjai gauna papildomas pajamas.

## 5. ELEKTROS ENERGIJOS IR GALIOS BALANSO PALAIKYMŲ GALIMYBĖS ATSKIRAI VEIKIANČIOJE LIETUVOS IR BENDRAI VEIKIANČIOJE JUNGTINĖJE BALTIJOS ENERGETIKOS SISTEMOJE

Elektros energijos ir galios balanso valdymas Lietuvos energetikos sistemoje ir Baltijos energetikos sistemų junginyje skiriasi nuo Vakarų energetikos sistemose atliekamo valdymo [6]. Vakarų energetikos sistemose daugiau dėmesio skiriama balansavimo elektros energijos apskaitai bei kompensavimui. Tuo tarpu tarp Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemose balansavimo elektros energija dar nėra atskirai apskaitoma.

Dabartinėje situacijoje visa Lietuvos elektros energetikos sistemos balansavimo elektros energija,

t. y. sistemos nebalansai, traktuojami kaip papildomos elektros energijos tiekimas pagal dvišalius elektros energijos eksporto (importo) kontraktus. Rinkos sąlygomis balansavimo elektros energija turėtų būti apskaitoma atskirai, o Lietuvos energetikos sistemos PSO turėtų sudaryti balansavimo sutartį, pavyzdžiui, su Latvijos energetikos sistemos PSO, kuris savo energetikos sistemos galimybėmis (hidroelektrinėmis) dalinai pajėgus kompensuoti ne tik savo, bet ir kaimyninių energetikos sistemų nebalansus. Pagal šį siūlomą pavyzdį, Latvijos elektros energetikos sistemos nebalansas (jau kartu su Lietuvos ES nebalansu) atitektų Rusijos energetikos sistemai, kuri pirminio ir antrinio reguliavimo galimybėmis pajėgi kompensuoti visos sinchroniškai dirbančios ES nebalansą, t. y. tarp Rusijos ir Latvijos PSO taip pat turėtų būti elektros energijos balansavimo sutartis.

Analogiškai yra ir su galios nebalansais. Istoriskai plėtojantis vieningai energetikos sistemai, daugiausia dėmesio buvo skiriama pigios elektros energijos gamybai, naudojant centralizuotą sistemos galios balanso, kurio kriterijus yra dažnis, reguliavimo principą. Visos galios balansą reguliuojančios elektrinės vieningoje ES sutelktos Rusijoje. Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemose šiuo metu nėra naudojamas nei pirminis, nei antrinis reguliavimas. Kol nėra įdiegta balansavimo rinkos principų, t. y. kol balansavimo elektros energija nuo kontraktinės elektros energijos neatskirta, energetikos sistemos, taupydamos pinigus, sistemos balansavimui antrinio reguliavimo nenaudoja.

Balansavimas tarp Baltijos energetikos sistemų jau dabar galėtų būti atliekamas naudojant tuos pačius principus, kaip Vakarų (UCTE) ar Skandinavijos (NORDEL) energetikos sistemose. Pagal dvišalius rinkos dalyvių tiekimo kontraktus, elektros energija privalo būti pateikta, išskyrus atvejus, kai tai neįmanoma dėl tinklo ribojimų, o balansavimo energijos rinka turi būti atskirta nuo biržos dvišalių elektros energijos sutarčių rinkos, pastarosios atvėrimo prekybai apimtis nustato nacionaliniai teisės aktai.

Balansavimo elektros energijos kompensavimas gali būti atliekamas natūriniais elektros energijos mainais arba pinigais. Natūriniai balansavimo elektros energijos mainai vykdomi Vakarų (UCTE), o pinigais už balansavimo elektros energiją yra apmokama Skandinavijos (NORDEL) [2] energetikos sistemoje. Taigi atsiskaitymai už balansavimo elektros energiją tarp Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemų gali būti vykdomi pinigais arba natūriniais mainais.

Norint vykdyti atsiskaitymą už balansavimo elektros energiją pinigais, kaip tai atliekama Skandinavijos energetikos sistemoje, būtina sukurti bendrą elektros energijos biržą (Skandinavijoje šią funkciją atlieka NordPool), kuri nustatytų bendrą Baltijos rinkos (biržos) elektros energijos kainą kiekviena va-

landą. Baltijos elektros energijos biržos sukūrimas ir rinkos elektros energijos kainos nustatymas artimiausiu metu vargu ar realus, todėl pirmuoju etapu Baltijos energetikos sistemų junginyje balansavimo elektros energijos kainą gali tarpusavyje suderinti šių energetikos sistemų PSO ir patvirtinti Baltijos valstybių reguliatoriai.

Dar paprastesnis būtų balansavimo elektros energijos mainų metodas. Jis praktiškai taikomas visoje Europoje. Pagal šį metodą balansavimo elektros energija dar vadinama neplanine elektros energija. Balansavimo elektros energija, arba neplaninė elektros energija, apskaičiuojama balanso ataskaitose. Apskaičiavę balansavimo elektros energijos kiekius ir suderinę tiekimo grafikus, perdavimo sistemų operatoriai ją gražina vėlesniu prekybos periodu, pavyzdžiui, lygiai po savaitės tą pačią dieną ir valandą. Šis metodas tinka Lietuvos ir Estijos tarpusavio mainams, o Latvijai, kuriai elektros energijos trūksta, labiau tiktų elektros kainos metodas.

Nepriklausomai nuo balansavimo elektros energijos kompensavimo metodo, Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemų rinkos dalyviai gali turėti naudos, jei prieš kitas energetikos sistemas (Rusijos) jos būtų kaip Baltijos energetikos sistemų junginys arba bendras valdymo blokas. Tokiu būdu elektros energijos nebalansai (balansavimo energija) būtų apskaičiuojami visam Baltijos valdymo blokui, nes atskiri Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemų nebalansai tam tikrais laikotarpiais gali kompensuotis. Informacijai sukaupti reikalingi papildomi šio reiškinio tarpvalstybiniai tyrimai.

Panašiai yra su galios reguliavimu. Šiuo metu nei viena iš Baltijos energetikos sistemų neatlieka tikslaus galios balanso antrinio reguliavimo, t. y. nesistengia sutartose galios ribose kompensuoti momentinių galios balanso nukrypimų nuo suplanuotų valandinių elektros energijos tiekimo grafikų. Iš esmės Baltijos energetikos sistemos vykdo tik tretinį elektros energijos reguliavimą, t. y. stengiasi įvykdyti mėnesinius elektros energijos tiekimo kontraktus. Tarp Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemų yra tarpusavyje suderintos galios ir elektros energijos balanso palaikymo ribos. Latvijos ir Estijos energetikos sistemai momentinės galios balanso palaikymo riba yra  $\pm 100$  MW, o Lietuvos energetikos sistemai  $\pm 120$  MW. Neturint Lietuvoje pakankamai mobilių galios reguliavimo priemonių (dirbančių šiluminių kondensacinių elektrinių ar hidroelektrinių), sistemos galios balansą išlaikyti šiose ribose yra labai sudėtinga. Lietuvos energetikos sistemai su esama bazinės elektros energijos gamyba (Ignalinos AE ir praktiškai bazinėje apkrovoje dirbančiomis termofikacinėmis elektrinėmis) šiuo metu vykdyti antrinį galios reguliavimą ir išlaikyti numatytą sistemos galios balansą būtų labai sudėtinga. Be to, Lietuvos energetikos sistemoje iki Ignalinos AE pirmojo reaktoriaus

uždarymo bus siekiama maksimaliai panaudoti Ignalinos AE, todėl likusios elektrinės dirbs su nedidele apkrova, o vasaros sezonu – minimalia galia. Situacija pradės keistis po Ignalinos AE pirmojo reaktoriaus uždarymo. Tuomet didesne galia dirbs Lietuvos elektrinė, kuri suteiks Lietuvos energetikos sistemai daugiau priemonių reguliuoti sistemos tiek galios, tiek energijos balansą. Sistemos galios balansui reguliuoti galima panaudoti Kauno HE, tačiau jos galimybės dėl nepakankamo rezervuaro, nedidelio Nemuno vandens debito bei gamtosauginių reikalavimų yra labai ribotos netgi esamos įrengtos galios diapazone. Kai dirba Kruonio HAE generatoriai, galių balansui reguliuoti dienos metu galima panaudoti ir šią elektrinę. Tačiau bet kuriuo atveju priemonių galios balansui reguliuoti yra nepakankamai.

Lanksčiausiai reguliuoti savo sistemos galios balansą gali Latvijos energetikos sistema, kurios didžiąją dalį įrengtos galios sudaro hidroelektrinės, tačiau dėl nepakankamo vandens kiekio jai sunku reguliuoti energijos balansą. Estijos energetikos sistemos generavimo sudėtis, kurią sudaro šiluminės kondensacinės elektrinės, tinkamiausia šios sistemos balanso antriniam (galios) ir tretiniam (energijos) reguliavimui. Generavimo šaltinių analizė ir turima bendro režimo tvarkymo patirtis įgalina matyti, kad atskirų Baltijos šalių nebalansai turi tendenciją iš dalies kompensuotis. Šioje srityje dar reikia papildomų tyrimų ir reikalingi Latvijos ir Estijos nebalansų matavimai.

Lietuvos, Latvijos ir Estijos energetikos sistemoms organizuoti bendrą Baltijos valdymo rajono centralizuotą galių balanso reguliavimą dar nėra pakankamų techninių galimybių. Joms atsiradus, galios balanso bendrame reguliavime lemiamą vaidmenį vaidins generuojančiojo šaltinio siūlomi reguliavimo energijos kiekiai ir jų kaina.

## 6. IŠVADOS

1. Balansavimo elektros energijos rinką turi administruoti tik toks sistemos operatorius, kuris neturi jokių finansinių interesų rinkos dalyvių ar energijos rinkos atžvilgiu. Sistemos operatorius yra neatsiejama bet kurios elektros energijos rinkos formos dalis. Jis turi neleisti diskriminuoti nei vieno elektros rinkos dalyvio kitų dalyvių sąskaita ir, naudodamas rinkos svertus bei kainas, kompensuoti sąnaudas tiems rinkos dalyviams, kurių paslaugos buvo reikalingos.

2. Balansavimo energijos rinka gali funkcionuoti tik įdiegus valandinę elektros energijos prekybą, nes per kelias valandas (ypač per mėnesį) elektros energijos srautas perdavimo tinkluose gali keisti kryptį keletą kartų, o nebalansai susisumuoti. Todėl pagal paros ar mėnesio rezultatus gali atrodyti, kad sąnaudų balansavimui nebuvo, tuo tarpu atskiromis valandomis galėjo būti naudojami dideli reguliavimo energijos kiekiai. Ateityje vietoje valandos bus per-

einama prie dar trumpesnių rinkos proceso intervalų: 30 arba 15 minučių.

Jei valandinės prekybos rinkoje nėra, o yra tik paros laikotarpio prekyba ir naudojamas monopolinis (perdavimo ar skirstymo) tarifas, atskirų rinkos dalyvių sukeltų sistemos darbo parametrų ar kriterijų pažeidimus ar piktnaudžiavimus kartu kompensuoja visi rinkos dalyviai.

3. Elektros energijos rinkos sąlygomis dvišalių elektros rinkos dalyvių išpareigojimų vykdymas turi būti pagrįstas dvišalių elektros energijos tiekimo sutarčių apimtimis ir kainomis. Tik šiai sąlygai galiojant įmanoma suderinti skaidrų balansavimo rinkos darbą, t. y. kiekvienas rinkos dalyvis, veikdamas pagal šį principą, turi turėti dvišalius komercinius elektros energijos tiekimo kontraktus ir tik vieną balansuojantį kontraktą. Kuo tiksliau rinkos dalyvis planuos savo dvišalius elektros energijos pirkimo ir pardavimo, tik gamybos (pardavimo) ar tik pirkimo (suvaisto) balansus, tuo mažiau turės balansavimo išlaidų. Tik vienas kiekvieno rinkos dalyvio balansavimo kontraktas, kuriame nustatoma faktinių nukrypimų nuo planinio balanso kompensavimo tvarka ir kaina ir kuris pateikiamas perdavimo sistemos operatoriui (PSO) matavimams ir skaičiavimams atlikti, leidžia balansavimo rinką padaryti skaidrią ir bešališką visų rinkos dalyvių atžvilgiu.

4. Balansavimo ir reguliavimo energijos rinka turi būti atskirta nuo biržos ir elektros energijos rinkos dvišalių rinkos dalyvių elektros energijos tiekimo sutarčių pagrindu. Šios dviejų rūšių elektros energijos rinkos skiriasi prekybos laikotarpio ir tempo atžvilgiu. Balansavimo ir reguliavimo elektros energijos rinkos yra realaus laiko rinkos, reikalaujančios atitinkamos technologijos ir informacijos apimčių bei nuolatinio administravimo. Birža ir ilgalaikių dvišalių kontraktų rinka yra išankstinė ir nuolatinė nuolatinio administravimo ir visą parą vykdomo administravimo nereikalauja. Šiuo metu jai pakanka vieną kartą per parą nuskaitomų įprastinių elektros energijos matavimo priemonių.

5. Geriausiai nacionalinę energetikos sistemos elektros energijos balansavimo rinką gali administruoti tik PSO, kuris yra atsakingas už elektros energetikos sistemos darbo patikimumą ir kuris yra bešališkas visų rinkos dalyvių atžvilgiu. Naujo rinkos dalyvio (dalyvių) sukūrimas vien balansavimo rinkos administravimui būtų neoptimalus tuo, kad toks rinkos dalyvis praktiškai visiškai dubliuotų PSO darbą, turėtų budėti 24 valandas per parą, sekti energetikos sistemos balansą ir rinkti reikalingą informaciją. Be to, reikėtų didelių investicijų tokio centro informacinėms technologijoms sukurti. Kadangi PSO visą tai jau turi ir tokį darbą atlieka, šalyje kurti naujus balansavimo rinkos operatorius būtų netikslinga.

6. Trijų Baltijos šalių energetikos sistemų bendras balansavimas gali būti naudingas tuo, kad atskirų

energetikos sistemų nebalansai gali tarpusavyje kompensuotis. Tada būtų mažiau naudojama reguliavimo energijos, o tai leistų mažinti balansavimo energijos kainą. Realios naudos analizę šiuo metu atlikti sunku, nes išmatuotų duomenų apie kaimyninių energetikos sistemų valandinius nebalansus dar nėra, tačiau generavimo šaltinių analizė ir turima patirtis nebalansų tendenciją kompensuoti leidžia numatyti.

7. Balansavimo energijos rinkos principams įgyvendinti mūsų šalyje būtina turėti automatizuotą komercinę elektros energijos apskaitos sistemą, leidžiančią per kuo trumpesnę laiką sudaryti kiekvieno rinkos dalyvio realią praėjusios prekybos valandos ataskaitą.

Gauta  
2002 12 10

#### Literatūra

1. Opinion of the Social Committee on the Proposals for the Decision of the European Parliament and of the Council amending Decision N. 1254/96 EC laying down a series of guidelines for trans-European energy networks. COM (2001) 775 final. Brussels, 2002.
2. Grønli H., Gómez T., Marnay Ch. Transmission grid access and pricing in Norway, Spain and California – a comparative study // Power Delivery Europe'99, Madrid, Spain. September 28–30, 1999.
3. Siltala J. Power balance management // FINGRID OY seminario medžiaga. Helsinkis, 2000 m. balandžio 20 d.
4. Smith M. Integrated Energy Market for the Baltic States. Konferencijos medžiaga. Ryga, 2001 m. vasario 6 d.
5. Ya'an Liu, Guan X. Purchase allocation and bidding in dual electric power markets with risk management // Proc. 15th IFAC Triennial World Congress. Barcelona, Spain, 2002.
6. Wu F., Varaiya P. Coordinated multilateral trades for electric power networks: theory and implementation // Rapport University of California, Berkeley, 1998.

Enrikas Nevardauskas, Ramūnas Bikulčius,  
Dalius Šulga

#### THE PRINCIPLES OF ELECTRICAL POWER BALANCING AND THE POSSIBILITY OF THEIR IMPLEMENTATION IN THE POWER SYSTEMS OF BALTIC COUNTRIES

#### S u m m a r y

The main actors of the balancing electricity market are defined. They are transmission system operator, balance

responsible and balance providers. The opinion of the authors about the process of the power balance management, the principles of the balance energy price settlement in the liberalized Lithuanian power market, which could be adopted by the Baltic states market are described. The focus is made on the hour-by-hour trading period and on the implementation of the accounting system to start the balancing market. If each participant of the power market has only one energy balancing contract, the Transition System Operator (TSO) should observe the unbalances and calculate correctly the participants' payments and revenues of energy balancing process. The possibilities of the Baltic power systems to keep the power and energy balance together are briefly described. The closing of the Ignalina NPS and involving a larger number of generation sets in thermal power stations in Vilnius, Kaunas and Elektrėnai will facilitate the solution of the problem of balancing in Lithuania.

**Key words:** electricity market, transition network operator, power and energy balancing, buying and purchasing of electricity

Енрикас Невардаускас, Рамунас Бикульчюс,  
Далиос Шулга

#### ПРИНЦИПЫ БАЛАНСИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ОБЪЕДИНЕННОЙ СИСТЕМЕ БАЛТИЙСКИХ ГОСУДАРСТВ

#### Р е з ю м е

Определены основные участники балансирования электрорынка – это оператор распределительной сети, потребители и поставщики услуги балансирования. Показан процесс управления балансом электроэнергии в создаваемом электрорынке Литвы. Наличие только одного контракта по балансированию энергии у каждого участника рынка позволяет оператору рынка следить за небалансами, а также правильно вычислять платежи и доходы участникам за балансирование. Рассмотрены возможности объединения рынка стран Балтии по энергиям балансирования и регулирования. Закрытие Игналинской АЭС и привлечение большего числа генерирующих блоков электростанций в Вильнюсе, Каунасе и Электренай позволят более гибко решать проблему балансирования электроэнергии в Литве.

**Ключевые слова:** рынок электроэнергии, оператор передающей сети, балансирование мощности и энергии, купля и продажа электроэнергии