

Elektros energijos persiuntimo kainų pagal laiko zonas matematinis modelis

Aušra Pažėraitė,

Mindaugas Krakauskas

Lietuvos energetikos institutas,
Kompleksinių energetikos tyrimų
laboratorija, Breslaujos 3,
LT-44403 Kaunas
El. paštas: krak@mail.lei.lt

Elektros energetikos infrastruktūra efektyviausiai naudojama tuomet kai ji yra apkrauta kuo tolygiau. Tai aktulu tiek gamintojams tiek persiuntimo paslaugą vykdančioms operatoriams. Tokia kainodara privalo sukurti motyvus naudotojams lyginti elektros energijos naudojimo grafikus sutaupant savo išlaidas už persiuntimo paslaugą. Tačiau tokie sutaupymai turi būti adekvatūs efektui, kurį dėl to gauna persiuntimo paslaugos operatorius. Straipsnyje detalai išanalizuota kaip susiformuoja apkrovos lyginimo efektas dėl išvengtų išlaidų už faktinę maksimalią galią ir sumažinus elektros energijos nuostolius. Pateiktame matematiname modelyje parodyta kaip neviršijant viršutinės ribos, vidutinę kainą galima išdiferencijuoti į keletą kainų, atsižvelgus į apkrovų lygius, kurie būdingi tam tikrais laiko intervalais.

Raktažodžiai: apkrovos lyginimas, maksimali apkrova, minimali apkrova, kainos diferencijavimas pagal laiko zonas, elektros energetikos sektorius

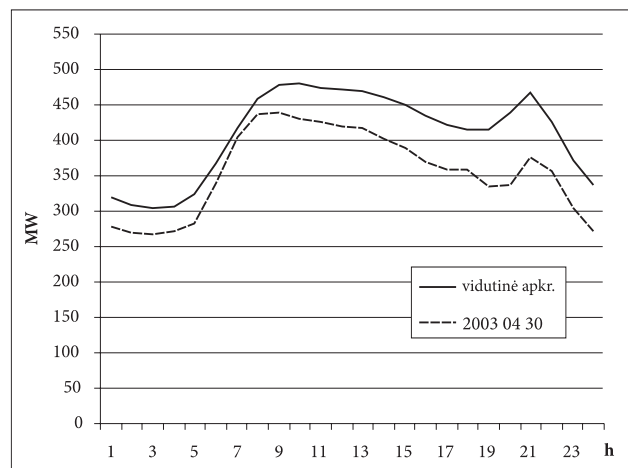
1. ĮVADAS

Persiuntimo paslaugos kainodara motyvuoja jos naudotojus naudotis tinklais vienu ar kitu režimu. Optimaliai suformuota kainodara didina bendrą sistemos veiklos efektyvumą [1]. Elektros energetikos infrastruktūra efektyviausiai naudojama tuomet, kai ji yra apkrauta kuo tolygiau. Tai aktualu ir gamintojams, ir persiuntimo paslaugą vykdančioms operatoriams. Infrastruktūros apkrovos netolygumą sąlygoja elektros vartojimo grafikai, todėl elektros energijos persiuntimo paslaugos kainodaroje turėtų būti kainos komponentės, kurios atspindi papildomų išlaidų atsiradimą dėl vartotojų sąlygotų apkrovos netolygumų. Tokia kainodara privalo sukurti motyvus vartotojams lygiau naudoti elektros energiją ir tokiu būdu sumažinti savo išlaidas už persiuntimo paslaugą. Akivaizdu, kad vartotojų santaupos turi būti adekvačios efektui, kurį gauna tolygesniu režimu dirbantis persiuntimo paslaugos operatorius. Kadangi apkrovimo netolygumas yra susietas su energijos vartojimo kitimu per parą ir metus, tai natūralu, kad siūlomas kainodaros tobulinimas remiasi vidutinės energijos kainos diferencijavimu pagal laiką.

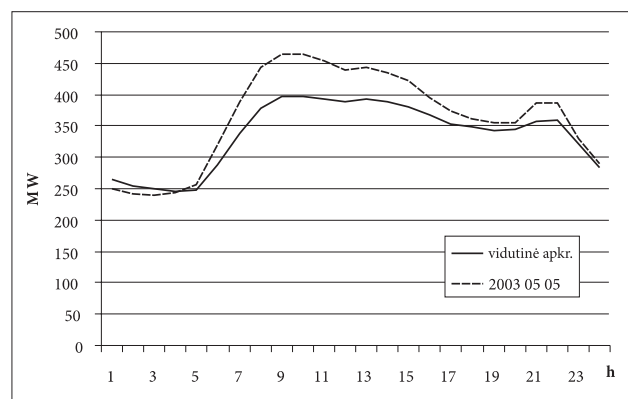
2. VIDUTINĖS KAINOS DIFERENCIJAVIMO PAGAL LAIKĄ METODIKA

Elektros energijos paklausa laikui bėgant kinta nuo 50 iki 100%. Pastebima keletas svyravimų ciklų – tai paros, savaitės ir sezoninis. Tokį poreikių svyravimą sąlygoja vartotojų įrenginių darbo režimai, kurie priklauso nuo įvairiausių vartotojų veiklos ypatumų. Kadangi vartojama ir elektros energija persiunčiama vienu laiku, tai tokį netolygumą patiria ir visa tinklų infrastruktūra. Apkrovos kitimo per parą pavyzdžiai pavaizduoti 1 ir 2 paveiksluose.

Matyti, kad kito Rytų skirstomiesiems tinklams (RST) kaip ir Vakarų skirstomiesiems tinklams (VST) priklausančių tinklų apkrova per parą svyravo nuo 230 iki 470 MW.

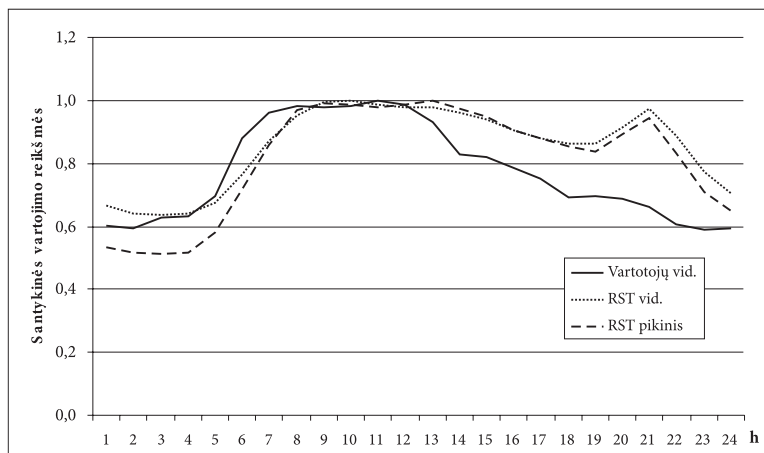


1 pav. Rytų skirstomųjų tinklų valandiniai elektros energijos vartojimo duomenys



2 pav. Vakarų skirstomųjų tinklų valandiniai elektros energijos vartojimo duomenys

Viršuje pateikti grafikai – tai tam tikras netolygumo vidurkis, kurį lemia visi vartotojai. Tačiau skirtingi vartotojai turi skirtingą įtaką tinklų apkrovos netolygumui. 3 paveiksle parodyta stambiau-



3 pav. Stambių vartotojų įtaka tinklų apkrovos netolygumui

sių vartotojų įtaka tinklo apkrovos netolygumui. Tam tikslui stambiausių vartotojų paros apkrovimo grafikų duomenys perskaičiuoti į santykinis vienetus, taip suformuojant palyginamąjį grafiką.

Kaip matyti 3 pav., stambių vartotojų poreikiai ir bendra RST apkrova kinta skirtingai. Taip yra todėl, kad atskirų vartotojų vartojimo netolygumai nesutampa ir suminė jų pareikalaujama galia suformuoja lygesnį vartojimo grafiką. Šiuo požiūriu visus vartotojus galima padalyti į dvi grupes: 1) vartotojus, kurių vartojimo netolygumas didesnis už tinklo apkrovimo netolygumą, 2) vartotojus, kurių apkrova per parą svyruoja mažiau nei suminė visų vartotojų apkrova. Natūralu, kad vartotojų kurių apkrovos netolygumas didesnis nei viso tinklo, santykinės išlaidos už persiuntimo paslaugą turėtų būti didesnės už išlaidas tų vartotojų, kurie naudoja elektros energiją tolygiau.

Bendruoju atveju apkrova kinta kiekvienu laiko momentu, tačiau kainodaroje praktiškai apsiribojama trimis – didelių, vidutinių ir mažų apkrovų – laikotarpiais. Dabar galiojantys tarifiniai laikotarpiai pateikti 1 lentelėje. Vidutinių apkrovų laiko intervalai yra likęs laikas, neįtrauktas maksimalių ir minimalių apkrovų intervalus. Naudojant šiuos laikotarpius, galima atitinkamai suskaidyti skirstomųjų tinklų apkrautumą per metus (2 lentelė).

Nagrinėjant apkrovimo netolygumą ekonominiu požiūriu, daugiausia dėmesio reikia skirti maksimalių apkrovų laikotarpiui, nes šis laikotarpis sąlygoja skirstymo operatoriui papildomas išlaidas dėl šių priežasčių:

1 lentelė. Galiojantys tarifiniai laikotarpiai

Maksimalių apkrovų intervalai: spalį, lapkritį, gruodį, sausį, vasarį, kovą	nuo 8 iki 11 ir nuo 18 iki 20 h
balandį, rugsėjį	nuo 9 iki 12 ir nuo 19 iki 21 h
gegužę, birželį, liepą, rugpjūtį	nuo 9 iki 12 h
Minimalių apkrovų intervalai	nuo 23 iki 7 h bei visą parą švenčių ir poilsio dienomis

2 lentelė. Skirstymo tinklų metinės apkrovos aproksimacijos rodikliai

Rodiklis	Matavimo vnt.	VST		RST	
		vidutinė įt.	žema įt.	vidutinė įt.	žema įt.
Persiūsta energija didelių apkrovų laikotarpiu E_d	mIn. kWh	475	340	556	360
Persiūsta energija vidutinių apkrovų laikotarpiu E_v	mIn. kWh	1184	826	1267	764
Persiūsta energija mažų apkrovų laikotarpiu E_m	mIn. kWh	1298	900	1370	848
Didelių apkrovų laikotarpio trukmė T_d	h	1103	1103	1103	1103
Vidutinių apkrovų laikotarpio trukmė T_v	h	2977	2977	2977	2977
Mažų apkrovų laikotarpio trukmė T_m	h	4680	4680	4680	4680

- Perdavimo sistemos operatorius apmokestina skirstomųjų tinklų operatorių priklausomai nuo faktinių maksimalių sistemos apkrovų per mėnesį. Atlikus analizę, paaiškėjo, kad beveik visuomet faktinis sistemos maksimumas buvo fiksuotas maksimalių apkrovų laikotarpiu.

- Skirstomųjų tinklų santykiniai technologiniai nuostoliai maksimalių apkrovų metu taip pat yra didžiausi, o tai sąlygoja papildomas išlaidas jiems kompensuoti.

Natūralu, kad skirstomųjų tinklų operatoriai, taikydami kainų politikos svertą, motyvuotų vartotojus perkelti vartojimą iš maksimalių apkrovų laikotarpio į minimalių apkrovų laikotarpį. Jei nustatoma vienoda vidutinė persiuntimo paslaugos kaina visiems laikotarpiams, vartotojai neturėtų keisti elektros energijos vartojimo režimą, todėl šią kainą būtina diferencijuoti. Nustatant diferencijavimo principus būtina įvertinti sąlygą, kad vidutinė kaina neviršytų viršutinės kainų ribos. Tai reiškia, kad pajamos, gaunamos taikant diferencijuotus tarifus, turi būti lygios pajamoms, gaunamoms esant tam tikrai vidutinei kainai, kurią pagal galiojančią praktiką pats operatorius nustato savarankiškai neviršydamas Kainų komisijos nustatytos viršutinės ribos. Tokį reikalavimą matematiškai galima užrašyti taip:

$$P \cdot E = pd \cdot Ed + pv \cdot Ev + pm \cdot Em; \quad (1)$$

čia Ed , Ev , Em – energijos suvartojimas maksimalių, vidutinių ir minimalių apkrovų laikotarpiu. Jų suma visuomet lygi visai per metus suvartotai energijai ($E = Ed + Ev + Em$);

pd , pv , pm – kainos maksimalių, vidutinių ir minimalių apkrovų laikotarpiu (ct/kWh);

P – vidutinė kaina (ct/kWh).

Antra sąlyga turi apibūdinti motyvą vartotojui perkelti vartojimą iš maksimalių apkrovų laikotarpio į minimalių. Ši motyvacija turi būti susieta su skirstomųjų tinklų operatoriaus gaunamu efektu. Matematiškai tai gali būti užrašyta taip:

$$Pd - Pm = i. \quad (2)$$

Vidutinių apkrovų laikotarpiu tikslinga laikyti vidutinę operatoriaus nustatytą kainą:

$$pv = P. \quad (3)$$

Dabar (1) ir (2) lygtyse beliko tik du nežinomieji (t. y. kainos Pd ir Pm), todėl juos tikslinga išreikšti per likusius žinomus parametrus (Ed, Ev, Em, i). (1) lygtį tikslinga perrašyti taip, kad po atitinkamų pertvarkymų būtų galima išreikšti kainas Pd ir Pm . Pirmiausia iš (2) lygties išreiškiame Pd :

$$Pd = i + Pm. \quad (4)$$

Toliau į (1) lygtį įrašę (4) lygtį gauname:

$$E \cdot Pv = Ed \cdot (i + Pm) + Ev \cdot Pv + Em \cdot Pm. \quad (5)$$

Pertvarkę šią lygtį, gauname:

$$Em \cdot Pm + Ed \cdot Pm = E \cdot Pv - Ev \cdot Pv - Ed \cdot i. \quad (6)$$

(6) priklausomybę galima supaprastinti ir užrašyti taip:

$$Pm \cdot (Em + Ed) = Pv \cdot (E - Ev) - Ed \cdot i. \quad (7)$$

Įvertinę tai, kad $E - Ev = Em + Ed$, (7) lygtį galime užrašyti taip:

$$Pm \cdot (Em + Ed) = Pv \cdot (Em + Ed) - Ed \cdot i. \quad (8)$$

Dabar iš (8) lygties galime išreikšti Pm :

$$Pm = \frac{Pv \cdot (Em + Ed) - Ed \cdot i}{(Em + Ed)} = Pv - i \cdot Ed / (Em + Ed). \quad (9)$$

Iš (9) lygties matyti, kad kaina minimalių apkrovų laikotarpiu apskaičiuojama iš vidutinės kainos atimant elektros gamybos HAE kainą, pakoreguotą koeficientu, kuris priklauso nuo energijos, suvartotos maksimalių ir minimalių apkrovų metu, santykio.

Nustatytą Pm reikšmę įrašius į (4) lygtį, galima apskaičiuoti elektros energijos kainą maksimalių apkrovų metu Pd . Norint nustatyti šią kainą, būtina žinoti apkrovos lyginimo efektą i , kurį savo ruožtu sudaro faktinės maksimalios galios efektas ir nuostolių efektas:

$$I = ig + in; \quad (10)$$

čia ig ir in – atitinkamai galios ir nuostolių efektai.

Šioje formulėje pateiktų efektų įvertinimo principai nagrinėjami šio straipsnio ketvirtajame ir penktajame skyriuose.

3. APKROVOS LYGINIMO EFEKTAS DĖL IŠVENGTŲ IŠLAIDŲ UŽ FAKTINĘ MAKSIMALIĄ GALIĄ

Skirstomųjų tinklų operatorius visavertę persiuntimo paslaugą gali suteikti naudotojams tik gavęs perdavimo paslauga iš perdavimo sistemos operatoriaus. Todėl natūralu analizuoti skirs-

tomųjų tinklų operatorių išlaidas, kurios apmokamos už perdavimo paslaugą, atsižvelgus į apkrovos netolygumą. Skirstomųjų tinklų operatorius, atsiskaitydamas už perdavimo paslaugą, kartu su kitais mokėjimais atskirai moka už faktinę maksimalią galią, užregistruotą per atskaitinį mėnesį. Maksimali galia dažniausiai fiksuojama būtent maksimalių apkrovų laikotarpiais. Jei vartotojai dalį savo apkrovos perkelia iš šio laikotarpio į minimalių apkrovų laikotarpį, tai atitinkamai sumažina išlaidas už faktinę maksimalią galią. Šiuo atveju efektą būtų galima apibrėžti kaip išvengtas išlaidas, apmokant perdavimo sistemos operatoriumi už faktinę maksimalią galią, t. y. taikant tokią formulę:

$$ig = IFMG / Ed; \quad (11)$$

čia ig – galios efektas;

$IFMG$ – išlaidos už faktinę maksimalią galią;

Ed – skirstomųjų tinklų operatoriaus perduotas elektros energijos kiekis maksimalių apkrovų laikotarpiu.

Remiantis 2003 m. veiklos rezultatais, perdavimo sistemos operatorius (AB „Lietuvos energija“) už faktinę maksimalią galią per 12 mėn. iš VST ir RST gavo atitinkamai 47,28 mln. Lt. ir 51,96 mln. Lt.

Įrašę šias išlaidų ir energijos kiekių, pateiktų 1 lentelėje, reikšmes į (11) formulę gauname, kad RST operatoriumi maksimalios galios efektas lygus $51,96/556 = 9,3$ ct/kWh, o VST operatoriumi $47,28/473 = 10$ ct/kWh.

Tai reiškia, kad vartojimo sumažinimas 1 kWh maksimalių apkrovų laikotarpiu ir vartojimo padidėjimas minimalių apkrovų laikotarpiu RST ir VST operatoriams teikia atitinkamai 9,3 ir 10 ct naudą.

4. APKROVOS LYGINIMO EFEKTAS SUMAŽINUS ELEKTROS ENERGIJOS NUOSTOLIUS

Elektros energijos persiuntimas tinklais natūraliai sąlygoja jos nuostolius. Vidutiniosios įtampos tinkluose jie siekia vidutiniškai 8%, o žemosios įtampos tinkluose – apie 16%. Operatorius šiuos nuostolius privalo kompensuoti nupirkdamas papildomai energijos iš gamintojų. Todėl operatorius yra suinteresuotas juos mažinti. Aptarsime nuostolių mažinimo aspektą, kuris gaunamas tolygiau apkraunant tinklus. Šį efektą galima gauti tik atitinkamai motyvuojant vartotojus. Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad prie žemosios įtampos tinklų prijungti vartotojai, tolygiau paskirstydami savo apkrovas, sukuria didesnę efektą nei vidutiniosios įtampos vartotojai. Taip yra todėl, kad žemosios įtampos vartotojai turi įtakos skirstymo nuostoliams ir žemosios, ir vidutiniosios įtampos tinkluose. Todėl bendruoju atveju efektas sumažinus nuostolius matematiškai gali būti išreikštas formulėmis:

$$ina = Pg \cdot Ndv / Edv, \quad (12)$$

$$inz = ina + Pg \cdot Ndž / Edž; \quad (13)$$

čia ina , inz – nuostolių mažinimo efektai, gauti lyginant vartojimo grafikus vidutiniosios ir žemosios įtampos tinkluose;

Ndv , $Ndž$ – skirstymo technologiniai nuostoliai maksimalių apkrovų laikotarpiu atitinkamai vidutiniosios ir žemosios įtampos tinkluose;

Edv , $Edž$ – elektros energijos kiekiai, persiunčiami maksimalių apkrovų laikotarpiais, atitinkamai vidutiniosios ir žemosios įtampos tinkluose;

P_g – elektros energijos, perkamos iš gamintojų nuostoliamas kompensuoti, tarifas.

Problemą kelia nuostolių nustatymas didelių apkrovų laikotarpiu. Geriausia šiuos nuostolius būtų vertinti pagal matavimo prietaisus, tačiau dažnai elektros tinkluose tokios matavimo sistemos, kuri leistų fiksuoti nuostolius atskirais paros intervalais, nėra. Todėl siūlomas analitinis metodas, skirtas nuostoliams įvairiose galimose tarifų laiko zonose ir įvairių įtampų tinkluose įvertinti. Visų laikotarpių nuostoliai lygūs metiniams nuostoliams, kurie yra nustatomi remiantis matavimo prietaisais. Tokia nuostolių balanso lygtis užrašoma taip:

$$N_d + N_v + N_m = N; \tag{14}$$

čia N – metiniai nuostoliai;

N_d – nuostoliai maksimalių apkrovų metu;

N_v – nuostoliai vidutinių apkrovų metu;

N_m – nuostoliai minimalių apkrovų metu.

Kadangi skirtinguose laikotarpiuose tinklų apkrova skiriasi, šiuos skirtumus reikia įvertinti nagrinėjant nuostolių paskirstymą. Nuostolių priklausomybė nuo linijų apkrovos yra kvadratinė, pvz., apkrovai padidėjus dvigubai, nuostoliai padidėja keturis kartus:

$$N_d = P_d^2 \times r \times t_d, \tag{15}$$

$$N_v = P_v^2 \times r \times t_v, \tag{16}$$

$$N_m = P_m^2 \times r \times t_m; \tag{17}$$

čia P_d, P_v, P_m – vidutinės perduodamos galios maksimalių, vidutinių ir minimalių apkrovų metu,

t_d, t_v, t_m – maksimalių, vidutinių ir minimalių apkrovų trukmė per metus,

r – apibendrinta tinklo varža, kuri rodo elektros linijų varžas ir nekinta laike.

Galios skirtinguose laikotarpiuose galima išreikšti per elektros energijos kiekius, kuriuos fiksuoja matavimo prietaisai atitinkamoms laiko zonoms:

$$P_d = E_d / t_d, \tag{18}$$

$$P_v = E_v / t_v, \tag{19}$$

$$P_m = E_m / t_m. \tag{20}$$

Šias galių išraiškas įrašę į nuostolių išraiškas gauname:

$$N_d = E_d^2 \times r / t_d, \tag{21}$$

$$N_v = E_v^2 \times r / t_v, \tag{22}$$

3 lentelė. Nuostolių nustatymas didelių apkrovų laikotarpiui

Rodiklis	Matavimo vnt.	VST		RST	
		vidutinė įt.	žema įt.	vidutinė įt.	žema įt.
E_d	mln. kWh	475	340	556	360
E_v	mln. kWh	1184	826	1267	764
E_m	mln. kWh	1298	900	1370	848
$P_d = E_d / T_d$	MW	594	425	695	450
$P_v = E_v / T_v$	MW	398	277	426	257
$P_m = E_m / T_m$	MW	277	192	293	181
T_d	h	800	800	800	800
T_v	h	2977	2977	2977	2977
T_m	h	4680	4680	4680	4680
Nuostoliai (%) piko metu N_d / N	%	25	26	29	32
Išlaidos nuostoliams persiunčiant	mln. Lt	29,9	28,1	31,19	32,85
Išlaidos nuostoliams skirstant piko metu	mln. Lt	7,6	7,4	9,1	10,4
Efektas sumažinus nuostolius	ct/kWh	1,6	3,8	1,6	4,5

4 lentelė. Persiuntimo vidutinių kainų diferencijavimo lentelė

Efektas dėl grafiko lyginimo 8 ct/kWh					
	vartotojų grupės	iš viso / vidutinė	Diferenciacijos laikotarpiai		
			didelis	vidutinis	mažas
Apkrovų pasiskirstymo koeficientai	GR I	1,00	0,17	0,42	0,41
	GR II	1,00	0,18	0,43	0,39
	GR III	1,00	0,19	0,44	0,37
	GR IV	1,00	0,2	0,45	0,35
Vidutinių kainų diferenciacija (ct/kWh)	GR I	11,1	15,5	11,1	9,4
	GR II	13,3	18,3	13,3	11,0
	GR III	15,7	21,4	15,7	12,8
	GR IV	18,0	24,3	18,0	14,4

$$N_m = \frac{E_m^2 \times r}{t_m} \quad (23)$$

Remdamiesi gautomis formulėmis, galime apskaičiuoti nuostolių dalį (nd) maksimalių apkrovų laikotarpiui:

$$\begin{aligned} nd &= \frac{N_d}{N} = \frac{N_d}{N_d + N_v + N_m} = \\ &= \frac{\frac{E_d^2 \times r}{t_d}}{\frac{E_d^2 \times r}{t_d} + \frac{E_v^2 \times r}{t_v} + \frac{E_m^2 \times r}{t_m}} = \\ &= \frac{\frac{E_d^2}{t_d}}{\frac{E_d^2}{t_d} + \frac{E_v^2}{t_v} + \frac{E_m^2}{t_m}}. \end{aligned} \quad (24)$$

Skaiciavimo rezultatai, gauti taikant pasiūlytas formules ir realius duomenis, pateikti 3 lentelėje. Matyti, kad efektas sumažinus nuostolius, jei grafikas lyginamas žemosios įtampos tinkluose, VST yra daugiau kaip 2 kartus, o RST beveik 3 kartus didesnis.

5. VIDUTINĖS KAINOS DIFERENCIJAVIMO PAGAL LAIKĄ PAVYZDYS

Taigi RST maksimalus efektas dėl grafiko lyginimo, kai jį vykdo vidutiniosios įtampos vartotojas, lygus $9,3 + 1,6 = 10,9$ ct/kWh, o žemosios įtampos vartotojo atveju efektas padidėja ir sudaro $9,3 + 4,5 = 13,8$ ct/kWh. Analogiškai VST atveju $10 + 1,6 = 11,6$ ct/kWh, $10 + 3,8 = 13,8$ ct/kWh. Efektai abiemis skirstomųjų tinklų operatoriams yra beveik vienodi. Šį efektą lemia kainų maksimalių ir minimalių apkrovų laikotarpiais skirtumas. Tačiau tokiu būdu nustatytas efektas gali būti vertinamas kaip maksimali jo riba, kai visas efektas priskiriamas vartotojui. Praktiškai skirtumas gali būti ir mažesnis, kai efektas dalijamas tarp operatoriaus ir vartotojo. Lietuvos sąlygomis šį efektą būtų racionalu vertinti 8 ct/kWh. Tuomet vidutinę kainą, turint kainų maksimalių apkrovų (pd) ir minimalių apkrovų (pm) skirtumą, galime vienareikšmiškai diferencijuoti keletui vartotojų grupių, kurioms patvirtintos skirtingos vidutinės kainos. Tokio diferencijavimo modelis realizuotas Excel aplinkoje lentelės pavidalu. Skaiciavimo rezultatai pateikti 4 lentelėje.

6. IŠVADOS

1. Skirstymo tinklų apkrovos laikui bėgant (per parą, savaitę ir metus) cikliškai kinta. Skirstomųjų tinklų operatoriai yra suinteresuoti, kad apkrova laikui bėgant būtų tolygesnė, nes tolygiai paskirstant apkrovą laike galima sumažinti nuostolius ir išlaidas už perdavimo paslaugą.

2. Racionalus būdas siekti tolygesnės tinklų apkrovos – nustatyti kainas, kurios skatintų vartotojus keisti elektros energijos vartojimo grafiką. Šiam tikslui siūloma skirstomųjų tinklų operatoriaus patvirtintą vidutinę kainą diferencijuoti, atsižvelgiant į efektą, kurį galima gauti sumažinus apkrovos grafiko netolygumą, ir nustatant skirtingą elektros energijos persiuntimo paslaugos kainą maksimalių, vidutinių ir minimalių apkrovų laikotarpiams.

3. Straipsnyje pateikta metodika leidžia įvertinti apkrovos netolygumo sumažinimo efektą, o suformuluotas modelis – pagrįsti kainas atskiriems laikotarpiams neviršijant Kainų komisijos nustatytų viršutinių ribų. Kainų diferencijavimo metodika, realizuota Excel aplinkoje, patvirtina praktinio taikymo galimybes, kurias iliustruoja vidutinių kainų diferencijavimo įvairioms vartotojų grupėms pavyzdys.

Gauta 2006 09 03

Priimta 2007 10 10

Literatūra

1. Pažėraitė A., Krakauskas M. Elektros energijos persiuntimo paslaugos kainų diferencijavimo patirties ES šalyse apžvalga ir jos taikymo Lietuvoje galimybės // Energetika. 2006. Nr. 3. P. 119–127.

Aušra Pažėraitė, Mindaugas Krakauskas

DEVELOPMENT OF DAYTIME NETWORK PRICING

Summary

A uniform load over time is important for an economic and secure operation of the power system infrastructure. An appropriate pricing may stimulate consumers to modify their pattern of electricity usage. Such stimuli can be based on the gain received by operators by reducing the peak load. The paper presents the principles that allow sharing this benefit with consumers by differentiating the average price into different prices according to time intervals. A mathematical model presented in this paper demonstrates how the average price could be differentiated into peak, shoulder and off-peak prices without exceeding the upper limit of the average price.

Key words: load shape, peak, off-peak, daytime pricing, power system

Аушра Пажерайте, Миндаугас Кракаускас

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ЦЕН НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Резюме

Чем равномернее нагрузка, тем эффективнее используется инфраструктура энергосистемы. Это справедливо как для производящих электроэнергию, так и для сетевых предприятий. Поскольку нагрузка в основном определена потребителями, то определенное ценообразование играет важную роль при стимулировании выравнивания нагрузки. В статье представлены принципы ценообразования, которые оперируют на определенную выгоду у потребителя из-за выравнивания собственной нагрузки. Однако эта выгода должна быть соизмерна с эффектом, полученным у оператора энергосистемы. Показано, как такой эффект формируется у сетевого предприятия из-за возможности снизить фактическую мощность и потерь в сетях. Представлена математическая модель с помощью которой можно дифференцировать среднюю цену на распределение электроэнергии не нарушая верхние пределы, установленные регулятором.

Ключевые слова: выравнивание нагрузки, максимальная нагрузка, минимальная нагрузка, дифференцирование средних цен, сектор электроэнергетики