



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Elektros ir elektronikos fakultetas
Elektros energetikos sistemų katedra

LIETUVOS ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMOS ADEKVATUMO VERTINIMAS TIKIMYBINIU METODU 2019–2030 M.

(Ataskaitos santrauka)

2018 m. rugsėjo 17 d.

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Elektros ir elektronikos fakultetas
Elektros energetikos sistemų katedra

LIETUVOS ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMOS ADEKVATUMO VERTINIMAS TIKIMYBINIU METODU 2019–2030 M.

(Ataskaitos santrauka)

Projekto vadovas

prof. dr. Saulius Gudžius

Ekspertai-vykdytojai:

prof. dr. Alfonsas Morkvėnas

doc. dr. Audrius Jonaitis

BSc. Jonas Vaičys

Elektros energetikos sistemų katedros vedėjas _____

prof. dr. S. Gudžius

Turinys

Ivadas.....	4
1 Lietuvos EES galių iki 2030 m. duomenys	4
2 Generacijos adekvatumo tikimybinio vertinimo metodika	7
3 Lietuvos EES adekvatumo tikimybinis vertinimas	8
3.1 Apkrovos praradimo tikimybinis įvertinimas.....	8
3.2 Prarastos apkrovos kaina.....	12
Išvados	13
Rekomendacijos	14

Elektros energijos tiekimo saugumas yra vienas iš svarbiausių Europos Sąjungos klimato kaitos ir energetikos politikos sudedamųjų dalių. Pastaroji apima keletą bazinių elementų, iš kurių vienas – sistemos adekvatumas, pabrėžiantis būtinybę užtikrinti pakankamą generacijos kiekį ir sistemos pralaidumą, kurie garantuoja vartotojų energijos poreikius, įvertinant generacijos prieinamumą bei apkrovos charakteristikas.

Elektros energetikos sektoriaus liberalizavimo priežastis yra skatinti ekonominį efektyvumą trumpuoju ir ilguoju laikotarpiu. Visgi energijos rinka ne visais atvejais suteikia pakankamai paskatų vystytis patikimai prieinamai, lanksčiai ir konkurencingai generacijai – tai sąlygoja generuojančių galių deficitą ir skatina valstybės nares ieškoti sprendinių elektros energijos tiekimo saugumui, apimančiam elektros energijos sistemos adekvatumą, užtikrinti.

Pagrindinis rodiklis, apibrėžiantis sistemai keliamus adekvatumo reikalavimus, yra patikimumo standartas, nustatantis siekiamą sistemos adekvatumo lygį. Neatsiejama šio proceso dalis yra tikimybinis elektros sistemos adekvatumo įvertinimas, įgalinantis nustatyti esamą sistemos adekvatumą bei įvertinti priemones, būtinas pasiekti norimą generacijos adekvatumo lygį.

Atliktos studijos tikslas – tikimybinio metodu įvertinti Lietuvos elektros energetikos sistemos adekvatumą.

Studijos uždaviniais įvykdyti, tikimybinio metodu įvertintas Lietuvos EES adekvatumas 2019–2025 m. ir 2025–2030 m., apskaičiuota tikėtina apkrovos praradimo trukmė 2019–2030 metams (LOLE, LOLP) ir kaina, įvertintos patikimai prieinamų vietinių pajėgumų poreikio apimtys, reikalingos Lietuvos EES adekvatumui užtikrinti, atliktas neapibrėžtumų vertinimas ir jų įtaka modelio rezultatams bei pateikti pasiūlymai dėl patikimai prieinamų vietinių pajėgumų poreikio apimčių (MW) iki 2030 m.

1 Lietuvos EES galių iki 2030 m. duomenys

Prie Lietuvos elektros energetikos sistemos tinklų prijungta tradicinė generacija.

Svarbiausias dydis generacijos patikimumui įvertinti yra įrenginio gedimo tikimybė. Ilgalaikio gedimo tikimybė, dar vadinama įrenginio neprieinamumu U (angl. unavailability of a unit), apibrėžiama tokia išraiška:

$$U = \frac{\sum[\text{neveikimo laikas}]}{\sum[\text{neveikimo laikas}] + \sum[\text{veikimo laikas}]},$$

Elektrinių neprieinamumo vertės pateiktos 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Tradicinių elektrinių generatorių agregatų charakteristikos ir neprieinamumo rodikliai

Elektrinė	Generatorius	Kuro rūšis	Instaliuota galia, MW	Neprieinamumas, procentais
Lietuvos E	TG7*	dujos	300	15,35
	TG8	dujos	300	15,35
	KCB	dujos	445	4,5
Vilniaus E2	TG4	biomasė	12	5,5
	TG5	biomasė	16,75	5,5
Vilniaus E3	TG1-2*	dujos	180	11,68
Kauno TE	TG1*	dujos	60	27,73
	TG2	dujos	110	11,68

Panevėžio TE	TG1	dujos	25,6	27,73
	TG2	dujos	9,4	27,73
Mažeikių TE	TG1-2	mazutas	80	4,15
Lifosa	TG-1-2	šiluma	6	2,23
	TG-3	šiluma	25	2,23
Achema	T-1	dujos	21,54	27,73
	T-2	dujos	46,35	27,73
Fortum Klaipėda	G-1	atliekos	19	5,5

Naujai statomos atliekų deginimo elektrinės Kaune ir Vilniuje vertinamos standartiniu neprieinamumu (5 %).

Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė. Išnagrinėjus perdavimo sistemos operatoriaus pateiktus valandinius duomenis, pastebėta, kad Kruonio HAE įprastai dirba siurblio režimu nuo 23 val. iki 7 val., o dienos metu (nuo 7 val. iki 23 val.) dirba generatoriaus arba sinchroninio kompensatoriaus režimu. Kadangi Kruonio HAE savo galia yra labai reikšminga Lietuvos EES, modelis suskaidytas į 2 dalis: nakties ir dienos meto. Skaičiuojant dienos režimą į modelį yra įtraukiami 2 patikimai prieinami Kruonio HAE agregatai. Skaičiuojant nakties režimą, kai apkrova mažesnė, Kruonio HAE nevertinama dėl siurblio režimo, kuris būtinas užsiurbti vandenį į viršutinį baseiną. Nevertinama galimybė nakties metu, kai agregatai veikia siurblio režimu, nustoti siurbti (poveikis kaip generacijos ar reguliuojamos apkrovos) dėl to, kad dienos metu, kai apkrova didesnė, būtų pakankamas vandens lygis baseine ir būtų galima panaudoti 2 agregatus generacijai.

Kruonio HAE 2 iš 4 agregatų naudojami avariniam rezervui. Kiti 2 agregatai dalyvauja kaip generatoriai energijos rinkoje žiemos ir vasaros dienomis (prieinamumas FOR = 6,14%), o žiemos ir vasaros naktimis – siurblio režimu.

Kauno HE. Dėl Nemuno upės sanitarinio minimumo Kauno HE pastoviai veikia bent vienas agregatas. Kauno HE veikiančių agregatų skaičius priklauso nuo vandens kiekio Kauno marių baseine. Pagal 2013–2017 m. duomenis, apskaičiuotas ekvivalentinis neprieinamumas (EFOR) žiemos ir vasaros nakties bei dienos režimams (1.2 lentelė):

1.2 lentelė. Kauno HE agregatų ekvivalentinis neprieinamumas EFOR

Agregatas	EFOR (žiemos naktis)	EFOR (žiemos diena)	EFOR (vasaros naktis)	EFOR (vasaros diena)
1	0,067	0,033	0,115	0,094
2	0,826	0,504	0,899	0,753
3	0,892	0,533	0,941	0,875
4	0,974	0,824	0,960	0,913

Vėjo ir saulės elektrinės. Iki 2018 m. prie perdavimo tinklo buvo prijungta 432 MW vėjo elektrinių. Pagal perdavimo sistemos operatoriaus pateiktą prognozę iki 2030 m. suminė instaliuota vėjo galia palaipsniui padidės iki 750 MW. Vėjo elektrinių galia labai nepastovi ir kinta ne tik kiekvieną valandą (nagrinėjamas žingsnis), bet ir turi tendenciją būti didesnė žiemos naktimis, o mažiausia – vasaros dienomis.

Modelyje vėjo elektrinių suminė instaliuota galia vertinama pagal perdavimo sistemos operatoriaus pateiktą instaliuotos vėjo elektrinių galios prognozę. Dėl nepastovumo, vėjo elektrinėms taip pat skaičiuojamas EFOR žiemos ir vasaros nakties bei dienos režimams atskirai. Vėjo elektrinių EFOR įvertinimas kartu su prie ESO prijungtų atsinaujinančių išteklių naudojančių elektrinių pateiktas 1.3 lentelėje.

1.3 lentelė. Vėjo, saulės, mažųjų hidro ir biokuro elektrinių ekvivalentinis neprieinamumas EFOR

	EFOR (žiemos naktis)	EFOR (žiemos diena)	EFOR (vasaros naktis)	EFOR (vasaros diena)
Vėjo elektrinės (PSO)	0,733	0,767	0,831	0,924
Saulės elektrinės (ESO)	0,986	0,914	0,934	0,702
Hidro elektrinės (ESO)	0,384	0,308	0,611	0,600
Biokuro elektrinės (ESO)	0,534	0,188	0,356	0,345
Vėjo elektrinės (ESO)	0,704	0,7	0,788	0,797

Tarpsisteminės jungtys. Jungtys su Latvija laikomos 100 % prieinamomis. Šios jungtys modeliuojamos viena ekvivalente 950 MW galios jungtimi su maksimaliu prieinamumu. HVDC jungčiai su Švedija, NordBalt, 700 MW ir jungčiai su Lenkija (PL), LitPol Link, 500 MW skaičiuojamas EFOR. Pagal statistinius duomenis, LitPol Link jungties pralaidumas iš Lenkijos į Lietuvą 500 MW sudarė 18 % laiko, nepilnas pralaidumas – 54 % laiko, 0 MW – 27 % laiko. NordBalt jungties pralaidumas iš Švedijos į Lietuvą 700 MW sudarė 71 % laiko, nepilnas pralaidumas – 3 % laiko, 0 MW – 26 % laiko.

Didžiausios apkrovos metu (žiemos dienos metu) yra pasitaikę atvejų, kai LitPol Link jungtis buvo visiškai neprieinama, todėl žiemai ir vasarai nakties bei dienos režimams EFOR skaičiuojami atskirai. Rezultatai pateikti 1.4 lentelėje.

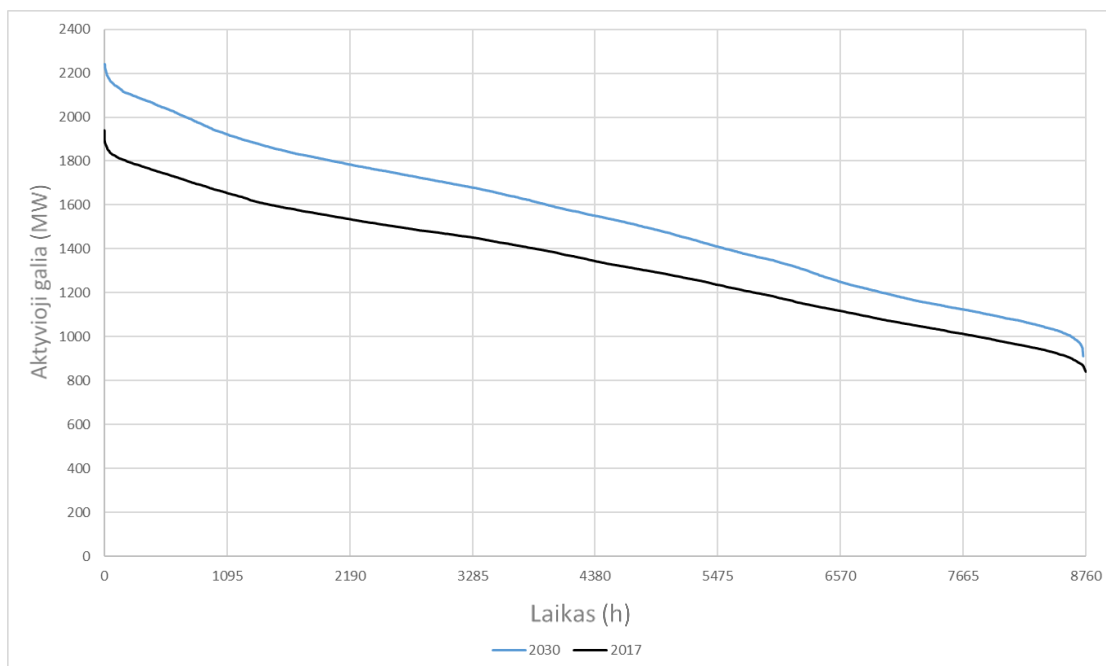
1.4 lentelė. Tarpsisteminių jungčių ekvivalentinis neprieinamumas EFOR

Jungtis	EFOR (žiemos naktis)	EFOR (žiemos diena)	EFOR (vasaros naktis)	EFOR (vasaros diena)
su Latvija	0,001	0,001	0,001	0,001
su Lenkija	0,271	0,594	0,25	0,696
su Švedija	0,28	0,281	0,255	0,269

Reguliavimas apkrova. Atliekant studiją, galių adekvatumo įvertinimo modelyje buvo naudojamos tokios prielaidos:

- Didieji vartotojų generatoriai jau yra įvertinti kaip generuojantys šaltiniai ir turi generatorių licencijas. Todėl jie į reguliuojamą apkrovą pakartotinai neįtraukiami.
- Identifikuotas reguliavimo apkrova potencialias yra 189 MW ir apima šaldymo ir šildymo galias, kurios vienu metu negali būti naudojamos, todėl galia, kurią stabiliai galima naudoti apkrovai valdyti, neviršija 20–50 MW.
- Naudojant reguliuojamą apkrovą, galios poreikis galėtų būti sumažintas ne daugiau kaip 50 MW ir padidintas ne daugiau kaip 20 MW.
- Modelyje reguliuojama apkrova įvertinama piko metu sumažinant apkrovą.

Apkrovos charakteristika. Atlikus analizę, sudarytos apkrovos trukmės kreivės. Išanalizavus 2013–2017 m. apkrovos kreives, galima teigti, kad apkrovos forma ir maksimumo charakteristikos metams bėgant keičiasi mažai (ne daugiau 5 proc. nuo vidutinės apkrovos). Lietuvos apkrovos trukmės kreivės (MW) 2017 ir 2030 m. pateiktos 1.1 pav.



1.1 pav. Lietuvos 2017 m. ir 2030 m. elektros apkrovos trukmės kreivės (MW)

2 Generacijos adekvatumo tikimybinių vertinimo metodika

Tikimybiškai įvertinant elektros energetikos sistemos galių adekvatumą, gali būti naudojama viena iš dviejų metodikų: analitinė arba statistinė. Vienas populiariausių statistinių metodų yra Monte Karlo, naudojamas didelėms sistemoms, kai dėl reikalingų didelių skaičiavimo resursų neįmanoma sistemos išnagrinėti analitiškai. Kadangi Lietuvos elektros energetikos sistema nėra didelė, skaičiavimams buvo pasirinktas analitinis metodas. Šio metodo esmė – išnagrinėjami visi įmanomi scenarijai, įvertinant kiekvieno scenarijaus tikimybę. Metodikos pagrindiniai žingsniai:

1. Apskaičiuoti kiekvienos prie PSO prijungtos tradicinės elektrinės generatoriaus neprieinamumą (FOR);
2. Apskaičiuoti AEI ir mažų elektrinių neprieinamumą, įvertinant jų realų energijos išdirbį (EFOR);
3. Jei EFOR ženkliai skiriasi dienos ir nakties metui ar priklauso nuo sezono, modelį suskaidyti į atskiras dalis, naudojant skirtingas tikimybes;
4. Sudaryti generuojančių pajėgumų atsijungimo lentelę, susidedančią iš 2 stulpelių: kiekvieno įmanomo režimo suminė prieinama galia ir jo tikimybė (kiekvieno generatoriaus prieinamumo ir neprieinamumo sandauga, priklausomai ar jis dirba, ar nedirba);
5. Skaičiuojamiems metams (sezonui ar režimui) sudaryti apkrovos trukmės kreivę (LDC);
6. Naudojant apkrovos trukmės kreivę, nustatyti, kiek laiko kiekvienas įmanomas generuojančių galių sąstatas gali būti nepakankamas patenkinti galios poreikį;
7. Nustatytą laiką padauginti iš atitinkamo generuojančių galių sąstato tikimybės ir taip gauti LOLE;
8. Naudojant apkrovos trukmės kreivę, nustatyti, kokį energijos kiekį kiekvienas įmanomas generuojančių galių sąstatas gali nepateikti;
9. Nustatytą energijos kiekį padauginti iš atitinkamo generuojančių galių sąstato tikimybės ir taip gauti ENS.

3 Lietuvos EES adekvatumo tikimybinis vertinimas

3.1 Apkrovos praradimo tikimybinis įvertinimas

Atliktas tikimybinis elektros energetikos sistemos galios adekvatumo įvertinimas šiems režimams:

- Žiemos dienos režimas (apima laikotarpį nuo spalio 15 d. iki balandžio 15 d., nuo 7.00 iki 23.00 val.)
- Žiemos nakties režimas (apima laikotarpį nuo spalio 15 d. iki balandžio 15 d., nuo 23.00 iki 7.00 val.)
- Vasaros dienos režimas (apima laikotarpį nuo balandžio 15 d. iki spalio 15 d., nuo 7.00 iki 23.00 val.)
- Vasaros nakties režimas (apima laikotarpį nuo balandžio 15 d. iki spalio 15 d., nuo 23.00 iki 7.00 val.)

Atliekant galios adekvatumo vertinimą, buvo įvertinta atsinaujinančių energijos išteklių, tarp sisteminių jungčių, reguliuojamos apkrovos ir energijos kaupimo sistemų įtaka (3.1 ir 3.2 lentelės). Kadangi Lietuvoje vienintelė energijos kaupimo sistema yra Kruonio HAE, jos įtaka vertinama atliekant skaičiavimus.

3.1 lentelė. Modelyje vertintų elektrinių ir jungčių duomenys 2019–2025 m.

Elektrinė	Blokas	Žiema			Vasara		
		Prieinama galia, MW	Dalyvauja rinkoje, MW	Dalyvauja sisteminėse paslaugose, MW	Prieinama galia, MW	Dalyvauja rinkoje, MW	Dalyvauja sisteminėse paslaugose, MW
Lietuvos E	TG7*	-	-	-	-	-	-
	TG8	285	285	-	285	285	-
	KCB	432	171	261	432	171	261
Vilniaus E2	TG4	6	6	-	9	9	-
	TG5	10	10	-	12	12	-
Vilniaus E3	TG1-2*	-	-	-	-	-	-
Kauno TE	TG1*	-	-	-	-	-	-
	TG2	95	18	77	95	18	77
Panevėžio TE	TG1	23	-	23	23	-	23
	TG2	7	-	7	7	-	7
Mažeikių TE	TG1	73	13	60	60	-	60
	TG2	73	13	60	60	-	60
Lifosa	TG-3	5	5	-	12	12	-
Achema	T-1	21,27	21,27	-	16,27	16,27	-
	T-2	45,98	45,98	-	37,98	37,98	-
Fortum Klaipėda	G-1	19	19	-	19	19	-
Vilniaus kogeneracinė E	G-1	77	77	-	77(1)	77	-
Kauno Fortum kogeneracinė E	G-1	22	22	-	22(2)	22	-
Kruonio HAE	G-1	200	-	200	200	-	200
	G-2	200	-	200	200	-	200
	G-3	200	200	-	200	200	-
	G-4	200	200	-	200	200	-
Kauno HE	G-1	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
	G-2	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
	G-3	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
	G-4	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
LV -> LT	-	950	950	-	950	950	-
SE -> LT	-	700	700	-	700	700	-
PL -> LT	-	500	500	-	500	500	-
BY -> LT	-	0	0	-	0	0	-
RU -> LT	-	0	0	-	0	0	-
Vėjo E (PSO)	-	432-600	432-600	-	432-600	432-600	-

Vėjo E (ESO)	-	88-91	88-91	-	88-91	88-91	-
Saulės E (ESO)	-	84-96	84-96	-	84-96	84-96	-
Biomasės/biodujų E (ESO)	-	64-70	64-70	-	64-70	64-70	-
Hidro E (ESO)	-	27	27	-	27	27	-

Pastaba: * – užkonservuotas blokas.

3.2 lentelė. Modelyje vertintų elektrinių ir jungčių duomenys 2025–2030 m.

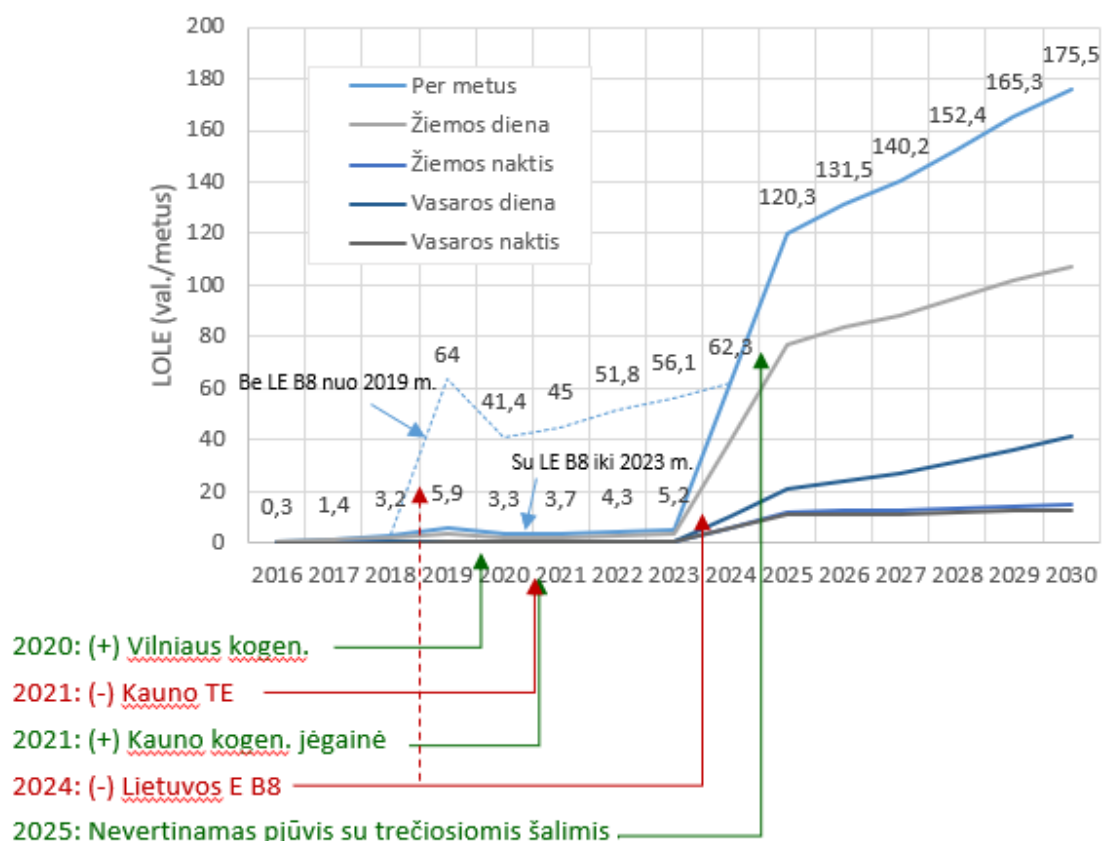
Elektrinė	Blokas	Žiema			Vasara		
		Prieinama galia, MW	Dalyvauja rinkoje, MW	Dalyvauja sisteminėse paslaugose, MW	Prieinama galia, MW	Dalyvauja rinkoje, MW	Dalyvauja sisteminėse paslaugose, MW
Lietuvos E	TG7*	-	-	-	-	-	-
	TG8	-	-	-	-	-	-
	KCB	432	171	261	432	171	261
Vilniaus E2	TG4	6	6	-	9	9	-
	TG5	10	10	-	12	12	-
Vilniaus E3	TG1-2*	-	-	-	-	-	-
Kauno TE	TG1*	-	-	-	-	-	-
	TG2	95	18	77	95	18	77
Panevėžio TE	TG1	23	-	23	23	-	23
	TG2	7	-	7	7	-	7
Mažeikių TE	TG1	73	13	60	60	-	60
	TG2	73	13	60	60	-	60
Lifosa	TG-3	5	5	-	12	12	-
Achema	T-1	21,27	21,27	-	16,27	16,27	-
	T-2	45,98	45,98	-	37,98	37,98	-
Fortum Klaipėda	G-1	19	19	-	19	19	-
Vilniaus kogeneracinė E	G-1	77	77	-	77(1)	77	-
Kauno Fortum kogeneracinė E	G-1	22	22	-	22(2)	22	-
Kruonio HAE	G-1	200	-	200	200	-	200
	G-2	200	-	200	200	-	200
	G-3	200	200	-	200	200	-
	G-4	200	200	-	200	200	-
Kauno HE	G-1	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
	G-2	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
	G-3	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
	G-4	24,6	24,6	-	24,8	24,8	-
LV -> LT	-	950	950	-	950	950	-
SE -> LT	-	700	700	-	700	700	-
PL -> LT	-	500	500	-	500	500	-
BY -> LT	-	0	0	-	0	0	-
RU -> LT	-	0	0	-	0	0	-
Vėjo E (PSO)	-	600-750	600-750	-	600-750	600-750	-
Vėjo E (ESO)	-	91-93	91-93	-	91-93	91-93	-
Saulės E (ESO)	-	96-101	96-101	-	96-101	96-101	-
Biomasės/biodujų E (ESO)	-	70-74	70-74	-	70-74	70-74	-
Hidro E (ESO)	-	27	27	-	27	27	-

Pastaba: * – užkonservuotas blokas.

Skaičiavimai buvo atliekami keturiems skirtingiems laiko intervalams: žiemos dienos (2920 valandų), žiemos naktys (1460 valandos), vasaros dienos (2920 valandų) ir vasaros naktys (1460 valandos).

Darant prielaidą, kad Lietuvos elektrinės B8 blokas dėl gamtosauginių reikalavimų pagal 2010/75/ES direktyvą dėl pramoninių išmetamų teršalų (taršos integruotos prevencijos ir kontrolės) galimai bus uždarytas 2024 metų pradžioje, tikėtina apkrovos praradimo trukmė LOLE (tikėtinas valandų skaičius per metus, kai būtų nepadengiama apkrova) 2019 m. būtų lygi 5,9 val./metus ir iki 2023 m. kistų nežymiai (3.1 pav.). Uždarius Lietuvos E B8 bloką, LOLE vertė, neįrengiant naujų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų, 2024 m. išaugų iki 62,3 val./metus, o 2025 m. – iki 120,3 val./metus.

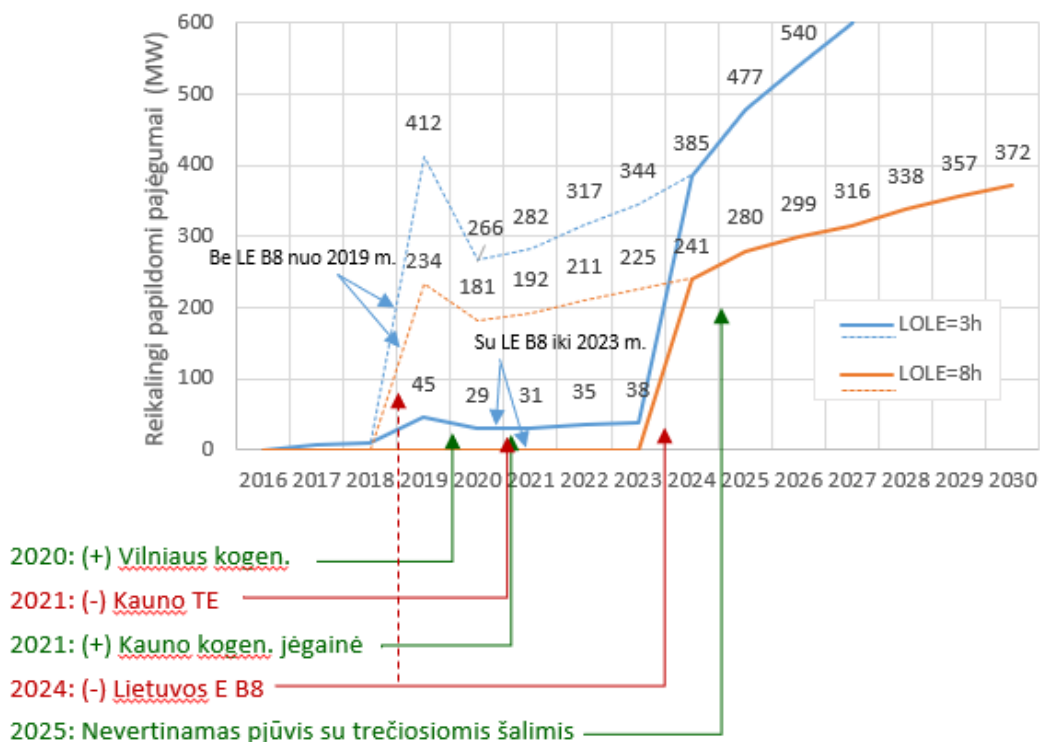
Darant prielaidą, kad Lietuvos E B8 blokas būtų užkonservuotas 2019 m., LOLE vertė jau 2019 m. būtų 64,0 val./metus (3.1 pav., punktyrinė linija).



3.1 pav. Tikėtinos apkrovos praradimo trukmės LOLE (tikėtino valandų skaičiaus per metus, kai būtų nepadengiama apkrova) perspektyva iki 2030 m.

Naujų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų poreikis pateiktas 3.2 pav. Darant prielaidą, kad Lietuvos E B8 blokas galimai bus uždarytas 2024 metų pradžioje, LOLE 8 val./metus vertė 2019–2023 m. laikotarpiu būtų pasiekta be naujų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų, o LOLE 3 val./metus vertei pasiekti reikėtų papildomų 45 MW patikimai prieinamų vietinių pajėgumų. Uždarius Lietuvos E B8 bloką, 2024 m. LOLE 8 val./metus vertei pasiekti reikėtų 241 MW, o LOLE 3 val./metus – 385 MW papildomų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų.

Darant prielaidą, kad Lietuvos E B8 blokas būtų užkonservuotas 2019 m., LOLE 8 val./metus vertei pasiekti reikėtų 234 MW, o LOLE 3 val./metus – 412 MW papildomų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų 2019 m. (3.2 pav., punktyrinės linijos).



3.2 pav. Papildomų vietinių pajėgumų poreikio, leidžiančio užtikrinti tikėtiną apkrovos praradimo trukmę LOLE ne mažesnę kaip 8 val./metus ir 3 val./metus, perspektyva iki 2030 m.

Elektros energetikos sistemos galių adekvatumui įvertinti būtina priimti adekvatumo standartą. 3.3 lentelėje pateikti apibendrinti Europos Sąjungos šalių galios adekvatumo rodikliai. Pagal šios lentelės duomenis, tikėtina apkrovos neteikimo trukmė atskirose šalyse kinta nuo 3 iki 8 valandų per metus. Kadangi Lietuvoje tokio standarto nėra, papildomų pajėgumų poreikis galių adekvatumui užtikrinti apskaičiuotas remiantis kitų šalių patirtimi, keičiant apkrovos neteikimo trukmės vertes nuo 3 iki 8 valandų per metus, įvertinant galimai skirtingą generuojančių agregatų (elektrinių) skaičių ir galią. Skaičiavimo rezultatai pateikti 3.3–3.4 pav.

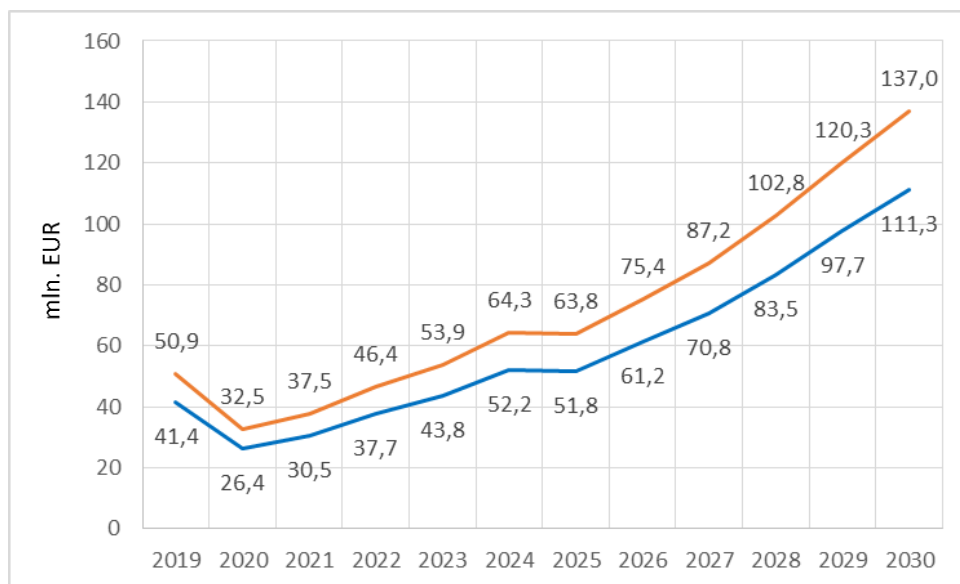
3.3 lentelė. Europos Sąjungos šalių patikimumo standartų rodikliai

Šalis	AT	BE	BG	CH	CY	CZ	DE	DK	EE	ES	FI	FR	GR	HR	HU	IE	IT	LT	LU	LV	MA	NL	NO	PL	PT	RO	SE	SI	SK	UK
Patikimumo standartas	Ne	Taip	ND	Ne	ND	Ne	Ne	Ne	Ne	Taip	Ne	ND	Taip	ND	Taip	ND	Ne	Ne	ND	ND	Ne	Ne	Ne	Ne	Taip	ND	Ne	ND	Ne	Taip
RMM																														
CM										10%														9%						
EENS																														
EIR																														
LOLE (h/y)	3											3	2.4			8						4			8					3
LOLP (h/y)			13												8															
F&D of expected outages																														
Kita	Nėra					ND			ND											ND	ND					ND				
Per 5 m. praneštos su patikimumu susijusios problemos	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	ND	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	ND	ND	Ne	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Taip	Ne	ND	Ne	Ne	Ne	Ne

Sutrumpinimai: RMM – Reserve Margin Method (rezervo atsargos metodas); CM: Capacity Margin (pajėgumų atsarga); EENS: Expected Energy Not Supplied (tikėtina nepateikta energija); EIR: Energy Index of Reliability (patikimumo energijos indeksas); LOLE: Loss of Load Expectation (tikėtina apkrovos praradimo trukmė); LOLP: Loss of Load Probability (apkrovos praradimo tikimybė); F&D: frequency and duration of expected outages (tikėtinų atsijungimų dažnis ir trukmė)

Investavimas į naują generaciją yra pagrįstas tada, kai investicija į naujus pajėgumus bus lygi nepateiktos energijos kiekio ir prarastos apkrovos vertės sandauginai.

Apskaičiuota nepateiktos energijos kiekio ir prarastos apkrovos vertės sandauga scenarijui, kai netaikomos priemonės, skatinančios patikimai prieinamos generacijos įrengimą. Rezultatai pateikti 3.5 pav.



3.5 pav. Nepateiktos energijos kiekio ir prarastos apkrovos vertės sandauga, netaikant naujos generacijos (oranžinė kreivė – bazinė VoLL vertė 5,32 EUR/kWh; mėlyna kreivė – bazinė VoLL vertė – 4,32 EUR/kWh)

3.2 Prarastos apkrovos kaina

Prarastos apkrovos vertė (*angl.* VoLL – Value of Lost Load) - tai apskaičiuota suma, kurią vartotojai, gaunantys elektros energiją pagal sudarytas sutartis, norėtų mokėti, kad išvengtų elektros energijos tiekimo sutrikimų.

Prarastos apkrovos vertė gali būti nustatoma įvairioms elektros vartotojų grupėms: buitiniams vartotojams, mažoms ir vidutinėms įmonėms bei didelėms įmonėms ir pramonei, bei regionams – šalies mastu arba šalį dalinant į tam tikrus regionus. Šalies prarastos apkrovos vertė, apimanti atskirus regionus ir vartotojų grupes, gali būti įvertinta apibendrintu dydžiu.

Tam tikros elektros vartotojų grupės prarastos apkrovos vertė gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$VoLL_i = \frac{BVP_i}{GS_i};$$

čia: $VoLL_i$ – i -osios vartotojų grupės prarastos apkrovos vertė, Eur/kWh; BVP_i – i -osios vartotojų grupės sukuriamas bendrasis vidaus produktas, mln. Eur; GS_i – i -osios vartotojų grupės elektros energijos galutinis suvartojimas, GWh.

Šalies apibendrinta prarastos apkrovos vertė apskaičiuojama kaip atskirų vartotojų grupių prarastųjų apkrovos verčių svertinis vidurkis pagal formulę:

$$VoLL = \frac{1}{GS} \cdot \sum_i GS_i \cdot VoLL_i ;$$

čia: $VoLL$ – apibendrinta prarastos apkrovos vertė, Eur/kWh; GS – šalies elektros energijos galutinis suvartojimas, GWh.

Prarastos apkrovos vertei apskaičiuoti reikalingus bendrojo vidaus produkto ir elektros energijos suvartojimo dydžius, atskiroms vartotojų grupėms (pramonei, statybai, žemės ūkiui ir žuvininkystei, paslaugoms ir transportui), pateikia Lietuvos statistikos departamentas. Energijos nutraukimo namų ūkiams kainai nustatyti reikia įvertinti naudą, kurią tiesiogiai ar netiesiogiai sukuria ši vartotojų grupė. Literatūroje prarastos apkrovos vertę namų ūkiams siūloma įvertinti, atsižvelgiant į šalies gyventojų skaičių, dirbančiųjų skaičių, darbo ir laisvalaikio veiklų valandas, darbo užmokestį ir elektros energijos suvartojimą namų ūkiuose. Prarastos apkrovos vertė Lietuvos namų ūkio sektoriui nustatyta 7,49 Eur/kWh. Atskirų sektorių prarastos apkrovos įverčiai ir apskaičiuota apibendrinta prarastos apkrovos vertė pagal 2017 m. duomenis pateikti 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Atskirų sektorių prarastos apkrovos įverčiai (2017 m.)

Sektoriai	BVP, mln. Eur	Galutinis elektros energijos suvartojimas, GWh	Prarastos apkrovos vertė, Eur/kWh
Pramonė	7714,5	3496,6	2,21
Statyba	2026,5	138,7	14,61
Žemės ūkis, žuvininkystė	981,5	204,7	4,79
Paslaugos ir transportas	21588,2	3381,6	6,38
Namų ūkiai		2837,6	7,49
		Galutinis suvartojimas, iš viso: 10059,2 GWh	Apibendrinta prarastos apkrovos vertė VoLL: 5,32 Eur/kWh

Išvados

1. Tikimybinio metodu įvertinus Lietuvos elektros energetikos sistemos adekvatumą 2019–2025 m. ir 2025–2030 m., nustatyta, kad nuo 2019 m. Lietuva, kai kuriais scenarijais, neturi pakankamų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų galios adekvatumui užtikrinti (nuo 2016 m. iki 2018 m. buvo užkonservuoti rinkoje nekonkurencingi pajėgumai: Vilniaus E3, Lietuvos E B7 ir Kauno E B1):

a) vertinant esamą NordBalt jungties patikimumą:

- darant prielaidą, kad 2019 m. bus patikimai prieinami bent du Lietuvos elektrinės blokai (Lietuvos E B8 ir KCB), tikėtina apkrovos praradimo trukmė LOLE bus lygi:
 - nevertinant jungčių su trečiosiomis šalimis – 8,3 val./metus;
 - vertinant jungtis su trečiosiomis šalimis (Kaliningradu) – 5,9 val./metus.
- 2030 m., neįrengus naujų pajėgumų (darant prielaidą, kad bus patikimai prieinamas Lietuvos E KCB blokas), LOLE vertė bus lygi 175,5 val./metus.
- darant prielaidą, kad 2019 m. Lietuvos E B8 bus neprieinamas, LOLE bus lygi:
 - nevertinant jungčių su trečiosiomis šalimis – 133,6 val./metus;
 - vertinant jungtis su trečiosiomis šalimis (Kaliningradu) – 64,0 val./metus.

b) vertinant tikėtiną NordBalt jungties patikimumo padidėjimą po remonto iki 0.95:

- darant prielaidą, kad 2019 m. bus patikimai prieinami bent du Lietuvos elektrinės blokai (Lietuvos E B8 ir KCB), LOLE bus lygi:
 - nevertinant jungčių su trečiosiomis šalimis – 2,9 val./metus;
 - vertinant jungtis su trečiosiomis šalimis (Kaliningradu) – 2,0 val./metus.
- 2030 m., neįrengus naujų pajėgumų (darant prielaidą, kad bus patikimai prieinamas Lietuvos E KCB blokas), LOLE vertė bus lygi 40,5 val./metus.
- darant prielaidą, kad 2019 m. Lietuvos E B8 bus neprieinamas, LOLE bus lygi:
 - nevertinant jungčių su trečiosiomis šalimis – 34,2 val./metus;
 - vertinant jungtis su trečiosiomis šalimis (Kaliningradu) – 19,3 val./metus.

2. Apskaičiuota prarastos apkrovos vertė VoLL (suma, kurią vartotojai, gaunantys elektros energiją pagal sudarytas sutartis, norėtų mokėti, kad išvengtų elektros energijos tiekimo sutrikimų) atsižvelgiant į skirtingų vartotojų grupių sukuriamą bendrąjį vidaus produktą ir jam suvartojamą elektros energiją:

Vartotojų grupė	Prarastos apkrovos vertė, Eur/kWh
Pramonė	2,21
Statyba	14,61
Žemės ūkis, žuvininkystė	4,79
Paslaugos ir transportas	6,38
Namų ūkiai	7,49
Apibendrinta prarastos apkrovos vertė VoLL	5,32

3. Nustatyta atskirų veiksnių įtaka galių adekvatumui:
 - a) Didžiausią įtaką galių adekvatumui turi tarpsisteminės jungtys, jų veikimo patikimumas bei prieinamumas, todėl ypatingą dėmesį reikia skirti tarpsisteminių linijų eksploatacijai, regioninių rinkos mechanizmų kūrimui bei diegimui.
 - b) Taip pat ženkliai įtaką turi vėjo parkai ir jų sezoninis prieinamumas, todėl reikia diegti lanksčius generavimo šaltinius ar regioninius tarpsisteminių pjūvių panaudojimo mechanizmus kintančios generacijos kompensavimui.
 - c) Reguliavimo apkrova potencialas, užtikrinant sistemos adekvatumą, yra ribotas ir ženklesnės įtakos galių adekvatumui neturi.
4. Tikimybinio metodu atlikta adekvatumo analizė parodė, kad Lietuva neturi pakankamo kiekio patikimai prieinamų vietinių pajėgumų ir negali užtikrinti viso apkrovos poreikio nuo 2019 m. Įvertinus būtinybę užtikrinti Lietuvos EES adekvatumą, nuo 2019 m. yra tikslinga palaikyti būtinus galios rezervus, reikalingus sistemos adekvatumui ir saugumui užtikrinti, kurių dydis turi būti nustatomas, atsižvelgiant į siekiamą patikimumo lygį bei rezervams priskiriamų elektros energijos generatorių kiekį bei jų charakteristikas.
5. Įvertinus tarpsisteminių pjūvių patikimumą, regioninių energijos ir sisteminių paslaugų rinkos mechanizmų išvystymo lygį bei reguliavimo apkrova potencialą, reikalingas papildomas galios rezervas 2019 m. prie dabar užsakomų sisteminių paslaugų galios sudarytų: norint pasiekti LOLE 8 val./metus – papildomų vietinių pajėgumų nereikėtų, LOLE 3 val./metus – reikėtų papildomų 45 MW patikimai prieinamų vietinių pajėgumų. Jei 2019 m. Lietuvos EES patikimai prieinama vietinė generacija sumažės ne daugiau nei 300 MW, papildomi patikimai prieinami vietiniai pajėgumai būtų: LOLE 8 val./metus – 243 MW, LOLE 3 val./metus – 412 MW.
6. Neturint pakankamai patikimai prieinamų vietinių pajėgumų, apkrovos praradimo kaina auga beveik visu analizuojamu laikotarpiu nuo 4,3–5,3 Eur/kWh ir analizuojamo laikotarpio pabaigoje sudaro 7,0–8,6 Eur/kWh. Nežymus kritimas identifikuojamas 2025 m. Lietuvos EES pradėjus sinchroniškai dirbti su Kontinentinės Europos tinklais.

Rekomendacijos

1. Įvertinant tai, kad Lietuva, kai kuriais scenarijais, savarankiškai negali nuo 2019 m. užtikrinti visos apkrovos, būtini galios rezervai, reikalingi sistemos saugumui (adekvatumui ir patikimumui) užtikrinti iki naujos generacijos ir patrauklios reguliacinės ir investicinės aplinkos reguliavimo apkrova priemonių bei kaupiklių, efektyviai išnaudojančių identifiкуotą potencialą, atsiradimo. Naujų patikimai prieinamų vietinių pajėgumų atsiradimą galėtų paskatinti galios mechanizmų modelio sukūrimas ir įtvirtinimas.

2. Būtina nusistatyti Lietuvos EES patikimumo standarto rodiklį. Atsižvelgiant į ES valstybių narių patirtį bei Lietuvos generuojančių galių sąstatą ir jungtis, rekomenduotina, kad LOLE dydis 2019 m. siektų apie 8 val./metus. Ateityje sumažinus galių deficitą, svarstytina nustatyti ambicingesnį patikimumo standartą.
3. Studijoje buvo nagrinėjamas galios adekvatumas, kuris nevertina kitų elektros energetikos sistemos kritinių elementų, pvz., elektros linijų ar pastočių, neprieinamumo tikimybių. Elektros energetikos sistemos saugumui palaikyti būtina užtikrinti ne tik sistemos adekvatumą, bet ir jos patikimumą. Todėl sistemos saugumui reikalingas galios rezervų dydis turi būti nustatomas ne tik vertinant sistemos adekvatumo lygį, bet ir atsižvelgiant į perdavimo sistemos operatorių (ENSTO-E) nustatytus N–1 kriterijaus reikalavimus sistemos patikimumui užtikrinti.