



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje įtaką darantys veiksniai ir jų įtakos modeliavimas

Baigiamasis magistro projektas

Justinas Šatkauskas

Projekto autorius

Lekt. dr. Tomas Stravinskas

Vadovas

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje įtaką darantys veiksniai ir jų įtakos modeliavimas

Baigiamasis magistro projektas

Ekonomika (6211JX040)

Justinas Šatkauskas

Projekto autorius

Doc. dr. Tomas Stravinskas

Vadovas

doc. dr. Akvilė Čibinskienė

Recenzentas

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Justinas Šatkauskas

Didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje įtaką darantys veiksniai ir jų įtakos modeliavimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Justino Šatkausko, baigiamasis projektas tema „Didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje įtaką darantys veiksniai ir jų įtakos modeliavimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Šatkauskas, Justinas. tema „Didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje įtaką darantys veiksniai ir jų įtakos modeliavimas“

Magistro baigiamasis projektas / vadovas lekt. dr. Tomas Stravinskas; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Socialiniai mokslai, ekonomika

Reikšminiai žodžiai: elektros energetikos sistema, didmeninė elektros energijos kaina, didmeninė elektros energijos rinka, kainą įtakojančios veiksniai

Kaunas, 2020. 76 p.

Santrauka

Šiame baigiamajame magistriniame darbe yra analizuojami veiksniai darantys įtaką didmeninei elektros energijos kainai. Elektros energija yra neatsiejama šiuolaikinio gyvenimo dalis. Be elektros energijos neveiktų dauguma kasdieniame gyvenime naudojamų prietaisų. Apskritai be elektros energijos negalėtume gyventi tokio gyvenimo, kokį gyvename dabar. Elektros energija yra naudojama beveik visuose namų ūkiuose. Pramonėje, gamyboje, elektros energija taip pat yra labai svarbi dedamoji. Elektros energija, kaip neatsiejama ūkio dalis, dalyvauja beveik visuose kasdieniauose buitiniuose ir gamybiniuose procesuose, todėl juos kaina yra svarbi visiems gyventojams. Galutinės sumokamos energijos kainos didžiausią dalį sudaro didmeninė elektros energijos kaina. Laike, ši kaina nėra pastovi ir nuolatos kinta. Norint toliau planuoti ar namų ūkio, ar valstybės, ar pramonės būsimas išlaidas yra labai svarbu žinoti, kokia yra numatoma elektros energijos kaina. Norint prognozuoti elektros energijos kainos kitimus, reikia žinoti nuo ko šie kitimai priklauso. Darbo tiriamasis objektas yra veiksniai, darantys įtaką didmeninei elektros energijos kainai. Darbo tikslas yra nustatyti kokie veiksniai daro įtaką didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje ir koks šių veiksnių poveikis. Darbe yra apžvelgiami įvairūs veiksniai įvairiose šalyse, kurie įtakoja didmeninės energijos kainos kitimą. Taip pat darbe aprašomas ir analizuojamas didmeninės elektros energijos rinkos veikimas. Atlikus teorinę analizę, apžvelgus įvairius šaltinius, didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje darantiems veiksniams tirti yra išskiriami aštuoni, galimai kainai įtaką darantys veiksniai. Tyrimui yra naudojami 2014 1ket.-2019 3ket. duomenys, viso 23 stebiniai. Atlikus koreliacinę analizę, nustatoma, kad reikšmingą ryšį su didmenine elektros energijos kaina turi trys veiksniai: didmeninė naftos kaina pasaulyje, importuojamų gamtinių dujų kaina ir importuojamas elektros energijos kiekis iš NVS. Atlikus regresinę analizę, nustatyta, kad reikšmingą įtaką didmeninei elektros energijos kainai taip pat turi trys minėti veiksniai. Sudaryti trys netiesiniai vienalypiai ir vienas tiesinis dvilypis regresijos modelis. Nustatyta, kad didėjant didmeninei naftos kainai ir didėjant importuojamų gamtinių dujų kainai, didmeninė elektros energijos kaina taip pat didėja. Didėjant importuojamam elektros energijos kiekiui iš NVS, elektros energijos didmeninė kaina taip pat didėja. Tiksliausias iš sudarytų regresijos modelių yra tiesinis regresijos dvilypis modelis, paaiškinantis 50,6% didmeninės elektros energijos kainos reikšmių įgyjamų kintant pasirinktiems parametrams – importuojamam elektros energijos kiekiui iš NVS ir didmeninei naftos kainai.

Šatkauskas, Justinas. tema „ Factors Influencing the Wholesale Electricity Price in Lithuania and Modelling Their Influence“. Master's Final Degree Project / supervisor Lekt. Dr.Tomas Stravinskas; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Social science economy

Keywords: wholesale electricity price, wholesale electricity market, impacts on wholesale electricity market

Kaunas, 2020. 76 pages.

Summary

The final master thesis analyzes the factors which makes impact to the wholesale price of electricity. Electricity is an integral part of modern life. Without electricity most appliances, which are used in everyday life are useless. In general, without electricity we could not live the life we live today. Electricity is used in almost all households. The electricity is also a very important component in industry, in manufacturing, Electricity, as an integral part of the economy, and is involved in almost every day-to-day household and production process, and therefore its cost is important to the entire population. The wholesale price of electricity is the largest component of the final price paid for the electricity energy. In time, this price is not constant and constantly changes. Knowing the estimated cost of electricity which will be in the future is crucial to further planning, whether in the household, in the state or in the industry. Predicting changes in the price of electricity requires to know, what these changes makes to happen. The research object of the thesis is the factors that influence the wholesale price of electricity. The aim of this work is to determine factors influencing the wholesale price of electricity in Lithuania and measure the effect these factors have to the whole sale electricity price in Lithuania. The paper reviews various factors in different countries that influence the wholesale price of electricity. The paper also describes and analyzes the functioning of the wholesale electricity market. After a theoretical analysis and review of various sources, eight factors influencing the potential price of electricity are identified in order to investigate the factors influencing the wholesale electricity price in Lithuania. For the investigation data of the year 2014-2019 are used. Data, with total of 23 observations. Correlation analysis shows that three factors have a significant relationship with the wholesale price of electricity: the oil price in the world, the price of imported natural gas and the amount of electricity imported from the CIS. Regression analysis revealed that three factors also have a significant impact on the wholesale electricity price. Three nonlinear one-tailed regressions and one linear two-tailed regression model were constructed. It was investigated, that rising wholesale oil prices and rising price of imported natural gas increases price of whole sale electricity price in Lithuania. As the volume of electricity imported from the CIS increases, the wholesale price of electricity also increases. The most accurate of the developed regression models is the linear regression dual model, which explains 50.6% of the wholesale electricity price values obtained by changing the selected parameters - the amount of electricity imported from the CIS and the wholesale price of oil.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	7
Paveikslų sąrašas.....	8
Įvadas	11
1. ELEKTROS ENERGIJOS KAINOS NEPASTOVUMO DIDMENINĖJE RINKOJE PROBLEMAS ANALIZĖ	13
1.1. Elektros energijos didmeninė rinka.....	13
1.2. Kainos nepastovumas ir jį įtakojantys veiksniai.....	16
2. DIDMENINĘ ELEKTROS ENERGIJOS KAINĄ ĮTAKOJANČIŲ VEIKSNIŲ TEORINĖ ANALIZĖ.....	21
2.1. Elektros energijos sektorius.....	21
2.2. Liberali elektros energijos rinka	23
2.3. Rinkos veiksniai darantys įtaką elektros energijos kainai.....	29
2.4. Iškastinių išteklių kainos įtaka elektros energijos kainai	37
2.5. Atsinaujinančių išteklių panaudojimo įtaka elektros energijos kainai.....	40
2.6. Kiti veiksniai įtakojantys didmeninę elektros energijos kainą.	44
2.7. Rinkos modelių reikšmė didmeninei elektros energijos kainai.	47
3. DIDMENINĘ ELEKTROS ENERGIJOS KAINĄ ĮTAKOJANČIŲ VEIKSNIŲ, TYRIMO METODOLOGIJA	48
3.1. Veiksnių, darančių įtaką elektros energijos didmeninei kainai, nustatymas koreliacinės analizės metodu.....	48
3.2. Veiksnių, darančių įtaką didmeninei elektros energijos kainai, regresinė analizė	49
4. DIDMENINĘ ELEKTROS ENERGIJOS KAINĄ ĮTAKOJANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMŲ REZULTATAI IR DISKUSIJA	51
4.1. Veiksnių, koreliuojančių su elektros energijos kaina, patikrinimas ir koreliacijos stiprumo suradimas.....	51
4.2. Veiksnių darančių įtaką didmeninei elektros energijos kainai tyrimas taikant regresinę analizę.....	61
Išvados	72
Literatūros sąrašas.....	74
Priedai	77

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Elektros energijos importas ir eksportas Lietuvoje su užsienio valstybėmis 2018 metais (sudaryta autoriaus pagal AB Litgrid duomenis).....	14
2 lentelė. Kintamųjų patikrinimo ar pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį rezultatai	52
3 lentelė. Kintamojo „didmeninė naftos kaina“ rezultatai atlikus funkcinį duomenų keitimą.....	54
4 lentelė. Koreliacijos koeficientai tarp pasirinktų veiksnių numanomi įtakojančių didmeninę elektros energijos kainą ir didmeninės elektros energijos kainos reikšmės	54
5 lentelė. Pirminio daugialypės tiesinės regresijos modelio parametrų vertinimas.....	61
6 lentelė. Antrinio daugialypės tiesinės regresijos modelio parametrų vertinimas	62
7. lentelė. Tiesinio regresijos modelio rodikliai	62
8 lentelė. Tinkamiausi netiesiniai regresijos modeliai sudaryti SPSS program	63
9 lentelė. Sudarytų netiesinių regresijos modelių parametrų reikšmingumo vertinimas	64
10 lentelė. Liekamosioms paklaidoms keliami reikalavimai	65
11 lentelė. Tyrimui naudoti duomenys	86

Paveikslų sąrašas

1 pav. Šalių pasiskirstymai Nordpool elektros energijos biržoje pagal kainų regionus (www.Nordpool.com)	15
2 pav. Didmeninės elektros energijos kainos svyravimai Nordpool biržoje 2019 metais. (Sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)	17
3 pav. Elektros energijos generacija Nordpool teritorijoje pagal energijos rūšį. (www.Nordpool.com)	18
4 pav. Didmeninės elektros energijos kainos skirtingose teritorijose Nordpool biržoje 2019 metais. (Sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)	19
5 pav. Didmeninės elektros energijos kainos svyravimai Nordpool biržoje 2019 01 30 Lietuvos regione. (Sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)	20
6 pav. Lietuvos elektros energetikos sistema (www.litgird.eu)	21
7 pav. Nordpool elektros energijos rinkos dalyviai (www.Nordpool.com)	24
8 pav. Elektros energijos gamyba ir vartojimas, modelis (sudaryta autoriaus)	25
9 pav. Kainos nustatymas galios reguliavimui (sudaryta autoriaus)	26
10 pav. Kainos pateiktos pirkimui ir pardavimui (sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)	28
11 pav. Elektros energijos kainos nustatymas reguliuojamoje ir liberalioje rinkoje. (Lester B. Lave, (2015)	30
12 pav. Perteklinio Norvegijos regiono kainos su eksportu į Švediją (sudaryta autoriaus)	32
13 pav. Deficitinio Švedijos regiono kainos su importu iš Norvegijos (sudaryta autoriaus)	33
14 pav. Elektros energijos kainų kitimas didmeninėje rinkoje 2016 metais (sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)	34
15 pav. Elektros energijos kainų pokyčiai Prancūzijoje. (Sphie Meritet, (2015)	35
16 pav. Anglies ir dujų kainos (Michael G. Pollit, 2019)	38
17 pav. Elektros energijos kaina pramoniniams vartotojams ES šalyse (Michael G. Pollit, 2019)	38
18 pav. Elektros energijos ir dujų didmeninių kainų kitimas rinkoje 2018 metais Didžiojoje Britanijoje (www.igu.org)	39

19 pav. Vėjo elektrinėse pagaminama energija ir didmeninė elektros energijos kaina (Janina C. Ketter (2012)).....	41
20 pav. Lietuvoje 2018m. pagaminta elektros energija pagal elektrinių tipą išreikšta procentais (Sudaryta autoriaus pagal Litgrid AB duomenis).....	42
21 pav. Lietuvoje 2018 instaliuota elektrinių Lietuvoje bendra galia (Sudaryta autoriaus pagal Litgrid AB duomenis).....	43
22 pav. Tiesinio koreliacijos koeficiento vertinimo duomenys (Čekanavičius 2014).....	49
23 pav. Kintamojo didmeninė naftos kaina išskirtys (Sudaryta autoriaus Eviews programa).....	53
24 pav. Lietuvos elektros energijos suvartojimas, gamyba ir importas iš NVS.....	55
25 pav. Elektros energijos gamyba Baltarusijoje pagal energijos šaltinį (sudaryta autoriaus pagal www.government.ru 2010-2018m. duomenis).....	57
26 pav. Elektros energijos gamyba Rusijoje pagal energijos šaltinį (sudaryta autoriaus pagal www.government.ru).....	57
27 pav. Lietuvoje pagaminta elektros energijos dalis deginant dujas. (sudaryta autoriaus pagal Eurostat (2019)).....	58
28 pav. Dujų ir naftos kainų koreliacija. (šaltinis www.fred.stlouisfed.org).....	59
29 pav. Galutinis suvartojimas Lietuvoje ir importas iš NVS (sudaryta autoriaus pagal Litgrid duomenis).....	68
30 pav. Gamtinių dujų kaina ne namų ūkių vartotojams 2019 (Eurostat duomenys).....	69
31 pav. Didmeninės elektros energijos kainos duomenų skirstinys.....	77
32 pav. Didmeninės naftos kainos duomenų skirstinys.....	77
33 pav. Elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių išteklių, importuojamų gamtinių dujų, šiluminėse elektrinėse pagamintas elektros energijos kiekis, kitų atsinaujinančių šaltinių pagamintas elektros energijos kiekis, grynasis importas iš NVS, vėjo elektrinėse pagamintas elektros energijos kiekis, duomenų skirstiniai.....	78
34 pav. Didmeninės naftos kainos skirstinys pašalinus nuokrypius.....	79
35 pav. Didmeninės naftos kainos skirstinys logaritmavus.....	79
36 pav. Didmeninės naftos kainos skirstinys ištraukus šaknį.....	80

37 pav. Didmeninės elektros energijos kainos ir tiriamų veiksnių koreliacijos koeficientai.....	80
38 pav. Pirminis tiesinis modelis.....	81
39 pav. Tikslintas tiesinis modelis.....	81
40 pav. Modelio parametrų multikolinerumas.....	82
41 pav. Importuojamų gamtinių dujų kainos netiesinis modelis.....	82
42 pav. Grynojo importo iš NVS netiesinis modelis.....	83
43 pav. Didmeninės naftos kainos netiesinis modelis.....	83
44 pav. Liekamųjų paklaidų autokoreliacijos tyrimas.....	84
45 pav. Paklaidų nulinio vidurkio ir normalaus skirtinio.....	84
46 pav. Liekamųjų paklaidų dispersijos tyrimas.....	85

Ivadas

Elektra yra vienas svarbiausių išradimų, kokius žmonija yra padariusi. Elektros energija tapo neatsiejama šiuolaikinio žmogaus gyvenimo dalis. Turbūt kiekvieno žmogaus normali diena negali prasidėti be elektros energijos. Turi suskambėti žadintuvas, reikia įsijungti šviesą, išsivirti kavos, nusiprausti, pavalgyti. Visuose šiuose procesuose dalyvauja elektros energija. Visi šie patogumai mums atrodo įprasti, tačiau jeigu jų nebūtų, gyvenimas tikrai smarkiai pasikeistų. Institucijos, atsakingos už valstybės saugumą, taip pat rūpinasi ir valstybės energetiniu saugumu, nes nutrūkus elektros energijos tiekimui greičiausiai sustotų daugumą procesų. Elektros energija yra viena iš dedamųjų beveik visos, pasaulyje pagaminamos produkcijos galutinėje kainoje. Norint, kad parduotuvėse būtų pieno, jis turi būti laikomas šaldytuvuose. Šaldytuvai naudoja elektros energiją. Pienas yra perdirbamas perdirbimo gamyklose, kurios taip pat suvartoja didelius kiekius elektros energijos. Karvės dideliuose ūkiuose yra melžiamos nebe rankomis kaip būdavo anksčiau, bet naudojant šiuolaikišką melžimo įrangą, kuri taip pat negalėtų veikti be elektros energijos. Žiūrint grynai iš ekonominės pusės, 2018 metais Pasaulio banko atliktoje apklausoje, iš 139 pasaulio ekonomikų, apklausoje dalyvavę verslininkai elektros energiją, apibūdiną kaip ketvirtą pagal svarbumą faktorių, nuo kurio priklauso ar investicijos bus sėkmingos. Kadangi brangi elektra prisideda prie galutinės produkcijos kainos, svarbu žinoti, arba bent gebėti numatyti, kaip ateityje keisis elektros energijos kaina. Atsiradęs elektros energijos nepakankamumas arba stygius iškart atsispindi galutinėje produkcijos kainoje, įmonės dėl to gali patirti nuostolių. Lietuvoje, kaip buvusioje tarybinėje respublikoje, buvo susiformavęs, natūralus elektros energijos monopolis. Gamyba, perdavimas, skirstymas, klientų aptarnavimas buvo valdomi vienos įmonės. Įmonės veikla buvo griežtai reguliuojama valstybės. Valstybė galėjo smarkiai įtakoti galutinę elektros energijos kainą. Įgyvendinus Trečiąjį Europos Sąjungos energetikos paketą, elektros energijos monopolis buvo išskaidytas. Šiuo metu elektros energija yra prekiaujama laisvoje rinkoje, kurioje veikia pasiūlos ir paklausos taisyklė. Tai yra, kad kaina nebėra pilnai nustatoma valstybės. Gamintojai ir elektros energijos pirkėjai gali patys nusistatyti už kokią kainą jie nori elektros energiją įsigyti arba parduoti. Lietuva iki 2010 buvo didžiausias elektros energijos eksportuotojas Baltijos šalyse. Uždarius Ignalinos atominę elektrinę, situaciją pasikeitė radikaliai. Iš didžiausio eksportuotojo, Lietuva tapo didžiausiu importuotoju. Šiuo metu Lietuva elektros energiją perka iš trečiųjų užsienio valstybių ir Nordpool elektros biržoje. Didmeninėje rinkoje kaina yra įtakojama daugybės tarpusavyje nesusijusių veiksnių. Didmeninė elektros energijos kaina sudaro didžiausią galutinės kainos, už kurią sumoka vartotojai dalį.

Problema. Elektros energija biržoje prekiauja nemažai rinkos dalyvių. Nors pagaminta elektros energija visose elektrinėse yra vienoda ir patiekama į tinklą vienodų parametru, tačiau gamybos technologijos elektrinėse skiriasi kardinaliai. Vienos elektrinės naudoja iškastinį kurą ir geba veikti pastoviai, nepriklausomai nuo oro sąlygų, kitos gaminančios elektros energiją iš atsinaujinančių šaltinių, yra priklausomos nuo oro sąlygų, tačiau jų pagamintos elektros energijos savikaina yra maža, nes saulė ir vėjas yra nemokami. Vienos elektrinės gali greitai reaguoti į paklausos pokyčius, kitos

lėčiau. Visi šie dalykai kartu sudėjus įtakoja elektros energijos didmeninę kainą ir jos nepastovumą. Norit toliau efektyviai vystyti elektros energetikos sektorių, reikia žinoti kas įtakoja ir nuo ko priklauso didmeninė elektros energijos kaina.

Tyrimo objektas –veiksniai darantys įtaką didmeninei elektros energijos kainai.

Tyrimo tikslas – nustatyti veiksnius, įtakojančius didmeninę elektros energijos kainą, ir jų įtaką.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išsiaiškinti kaip veikia elektros energetikos sistema ir rinka.
2. Išanalizuoti elektros energijos didmeninės kainos nustatymo teorinius aspektus.
3. Apžvelgti didmeninę kainą įtakojančių veiksnių poveikį.
4. Parengti metodologiją veiksnių, darančių poveikį didmeninei elektros energijos kainai, nustatymui, ir jų įtakos analizei.
5. Atlikti statistinių duomenų analizę ir nustatyti, kurie veiksniai ir kaip įtakoja didmeninę elektros energijos kainą.

Tyrimo metodai: elektros energijos rinkos analizė, teisės aktų analizė, mokslinės literatūros analizė, duomenų analizė, koreliacinė ir regresinė analizė.

1. ELEKTROS ENERGIJOS KAINOS NEPASTOVUMO DIDMENINĖJE RINKOJE PROBLEMOS ANALIZĖ

1.1. Elektros energijos didmeninė rinka

Elektros energetikos sektorius yra labai svarbus, bet kuriai veiklą vykdančiai įmonei. Nuo elektros energijos sektoriaus tiesiogiai priklauso visos šalies galimas tolimesnis ekonominis vystymasis bei konkurencingumas lyginant su kitomis valstybėmis.

2010-ieji Lietuvoje buvo pokyčių metai. Elektros rinka labai pasikeitė: prieš tai elektros energetikos sektoriuje dominavo vienas gamintojas. Perdavimo, gamybos bei tiekimo veiklos buvo koncentruotos vienoje įmonėje. Po pertvarkos buvo atskirtos gamybos, perdavimo tinklų valdymo ir tiekimo veiklos, o vienas svarbiausių pokyčių – uždaryta Ignalinos atominė elektrinė. Dėl šios priežasties Lietuva iš elektros energiją eksportuojančios šalies tapo importuojančia. 2010 m. elektros aukcioną pakeitė elektros birža, administruojama biržos operatoriaus AB Baltpool, o nuo 2012 m. elektros biržos prekybos organizavimas buvo perduotas Norvegijos rinkos operatoriui NordPool. Visi šie pokyčiai įvyko po to, kai Europos Parlamente 2009 m. balandžio 22 d. patvirtintas trečiasis energetikos paketas – visuma teisinių priemonių, kiekvienam Europos Sąjungos piliečiui užtikrinančių galimybę pasinaudoti konkurencingos elektros energijos ir dujų rinkų privalumais. Jį sudaro 5 teisės aktai:

- 2009 m. liepos 13 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/72/EB dėl elektros energijos vidaus rinkos bendrųjų taisyklių, panaikinanti direktyvą 2003/54/EB;
- 2009 m. liepos 13 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 713/2009, įsteigiantis Energetikos reguliavimo institucijų bendradarbiavimo agentūrą;
- 2009 m. liepos 13 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 714/2009 dėl prieigos prie tarpvalstybinių elektros energijos mainų tinklo sąlygų, panaikinantį reglamentą (EB) Nr. 1228/2003;

Šio elektros energijos ir dujų rinkoms liberalizuoti skirto paketo tikslas – užtikrinti veiksmingą veiklų elektros energetikos sektoriuje ir jų komercinių interesų atskyrimą, kurį efektyviai atlikus būtų įmanoma pašalinti vertikalios integracijos įmonių galimybes sudaryti trečiųjų šalių prieigos prie elektros tinklų diskriminacines sąlygas, lemti konkurencijos iškraipymus ir riboti trečiųjų šalių investicijas. Europos Sąjungos direktyva 2009/72/EB dėl elektros energijos vidaus rinkos bendrųjų taisyklių nustato elektros energetikos sektoriaus veiklų atskyrimą, t. y. elektros energijos perdavimo veiklos atskyrimą nuo elektros energijos gamybos, skirstymo ir tiekimo veiklų ir jų komercinių interesų. Tai buvo viena pagrindinių priežasčių pradėti elektros energetikos sektoriaus pertvarką Lietuvoje. Po pertvarkos visi gamintojai įgijo teisę prekiauti didmeninėje elektros energijos rinkoje. Elektros energija tapo paprasčiausia preke, kuriai galioja pasiūlos ir paklausos dėsnis, tačiau išlieka ir specifinių niuansų, kurie yra būdingi tik elektros energijos rinkai.

1 lentelėje pateikiami Litgrid AB duomenys apie komercinius elektros energijos srautus, kitaip tariant, parodoma kiek Lietuva elektros energijos importuoja ir kiek eksportuoja, bei nurodytos valstybės, su kuriomis daugiausiai yra prekiaujama. Pirkimai ir pardavimai vyksta elektros energijos biržoje. Lentelėje yra pateikiami 2018 metų duomenys. Lietuva 2018 metais į Rusiją ir Baltarusiją eksportavo 0,052TWh energijos. Tuo tarpu, importas iš tų pačių valstybių minėtą laikotarpį sudarė 5,664TWh. Bendras Lietuvoje suvartotas energijos kiekis 2018 metais buvo 12,107 TWh. Tais pačiais metais komercinis Lietuvos elektros energetikos sistemos balansas buvo beveik -10 TWh. Tai reiškia, kad nemažą dalį elektros energijos Lietuva nusipirko elektros energijos biržoje iš užsienio gamintojų ir pagal dvišales sutartis iš trečiųjų šalių.

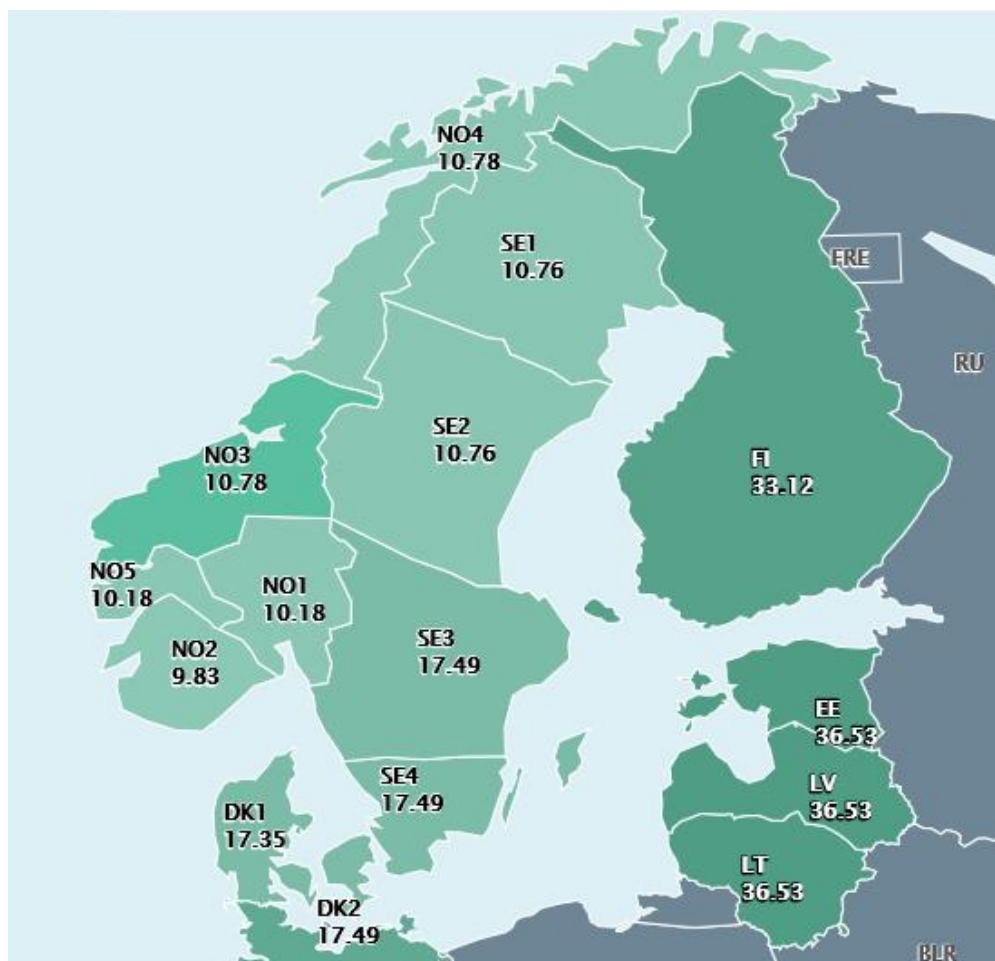
1 lentelė. Elektros energijos importas ir eksportas Lietuvoje su užsienio valstybėmis 2018 metais (sudaryta autoriaus pagal AB Litgrid duomenis)

TWh	Q1	Q2	Q3	Q4	2018
Komercinis sistemos balansas (- Importas/+eksportas)	-2,517	-2,157	-2,317	-2,642	-9,633
Importas	3,301	2,876	2,877	3,383	12,437
su Rusija (Centras)	0,312	0,207	0,443	0,723	1,685
su Rusija (KAL)	0,564	0,581	0,981	0,818	2,944
su Estija	0,046	0,033	0,043	0,047	0,169
su Latvija	0,941	0,746	0,51	0,616	2,813
su Baltarusija	0,383	0,186	0,204	0,262	1,035
su Lenkija	0,188	0,12	0,243	0,2	0,751
su Švedija	0,867	1,002	0,452	0,718	3,039
Eksportas	0,785	0,719	0,56	0,741	2,805
su Rusija (Centras)	0,016	0,014	0,011	0,011	0,052
su Estija	0,091	0,112	0,078	0,076	0,357
su Latvija	0,053	0,056	0,136	0,117	0,362
su Baltarusija	0	0	0	0	0
su Lenkija	0,479	0,46	0,284	0,427	1,65
su Švedija	0,146	0,077	0,051	0,11	0,384

Nors elektros energijos rinka yra viena, tačiau elektros energijos kaina tarp šalių ir net atskirų regionų šalyje gali skirtis ir skiriasi. Bendrą elektros energijos kainą visoje Nordpool rinkoje turėtume tik tada, jeigu nebūtų vadinamų „butelio kakliukų“ perdavimo tinkle. Kiekviena šalis turi apsiskaičiavusi ir sudarius duomenų bazes, kokie yra aukštos įtampos elektros linijų pralaidumai. Nuo pralaidumų priklauso kiek elektros energijos galima persiųsti ir nuo to priklauso galimas pirkti ir parduoti kiekis. Perdavimo tinklo operatorius taip pat turi įsivertinti ir nusimatyti rezervus, kad atsijungus vienai tiekiančiajai linijai, galios srautus būtų galima paskirstyti kitomis linijomis ir nesutrikėtų tiekimas vartotojams ir elektros energetinės sistemos atsijungimai neiššauktų vadinamo „domino efekto“. Šiuo atveju, domino efektas yra, kai atsijungus vienai linijai, persiskirsto galios srautai tinkle. Persiskirsčius

srautui, gali būti perkraunama kita linija. Perkrauta linija irgi atsijungia. Tai gali tęstis tol, kol visa sistema pilnai išsijungia.

Dėl vadinamų „butelių kakliukų“ Nordpool rinkoje yra sudaromi atskiri regionai, kuriuose vyksta aukcionai prekiaujant elektros energija. 1 paveiksle parodyta kaip ir į kokias teritorijas suskirstyta Nordpool biržas apimanti teritorija. Taip pat parodyta, kad atskiri regionai, netgi esantys toje pačioje šalyje turi nevienodas kainas. Į kiek regionų išskirti elektros energijos rinką ir kiek tokių regionų padaryti sprendžia perdavimo tinklo operatoriai. Norvegija yra paskirstyta į penkis regionus, kur vyksta prekyba elektros energija. Danija yra padalinta į du regionus. Lietuva, Estija, Latvija ir Suomija yra skaičiuojama kaip vienas regionas (kiekviena šalis yra atskiras regionas). Kadangi Nordpool apima didelę teritoriją, natūralu, kad, kainos tarp regionų irgi skiriasi. Kiekvienoje minėtoje teritorijoje yra apskaičiuojama elektros energijos kaina valandai į priekį ir kitai dienai. Išimtiniais atvejais, pasitaiko, kad kaina visoje rinkoje yra vienoda. 2010 metais, 10% viso prekybos laiko kaina visoje rinkoje buvo vienoda.



1 pav. Šalių pasiskirstymai Nordpool elektros energijos biržoje pagal kainų regionus (www.Nordpool.com)

Sudarant ir suderinant rinkos kainą atskiruose regionuose, atsižvelgiant į pasiūlą ir paklausą, nėra atsižvelgiama į kainas, bei pasiūlas ir paklausas kituose regionuose. Nordpool operatorius, atsižvelgdamas į galimus pralaidumus tarp regionų, stengiasi juos integruoti tarpusavyje, kad rinkos dalyviai galėtų pilnai išnaudoti vieni kitus ir kad vartotojams būtų galima pasiūlyti mažiausią kainą.

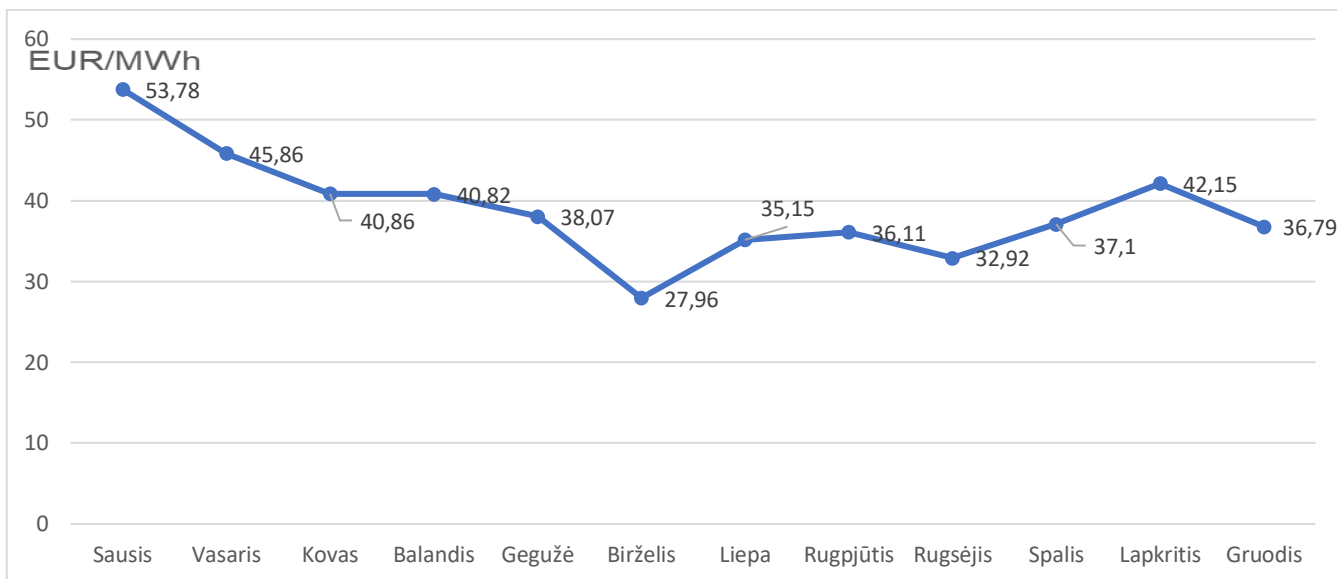
Tam, kad Lietuva galėtų būti nepriklausoma nuo tiekėjų iš rytų ir tuo pačiu tuo tikslu, kad galėtų geriau išnaudoti kainų skirtumas ir didmeninėje rinkoje turėtume tolygesnę elektros energijos kainą, buvo įgyvendinti keli projektai, siekiant Lietuvą ir Baltijos šalis labiau integruoti į šiaurės Europos šalių elektros energijos rinką. „LitPol Link“ - nutiesta ir patikimai veikianti elektros jungtis su kaimynine Lenkija, pirmą kartą sujungė Baltijos valstybių ir Vakarų Europos elektros infrastruktūras. Šis galingas elektros „greitkelis“ atvėrė galimybę veikti su kitų Vakarų Europos valstybių energetikos sistemomis ir plėtoti bendrą Europos elektros rinką. „LitPol Link“ jungtis tai: aukštos įtampos 500 MW galios 400 kV elektros linija nuo Elko iki Alytaus;

„NordBalt“ - elektros tiltas tarp Lietuvos ir Švedijos – tai alternatyvi elektros importo ir eksporto jungtis, padedanti išvengti priklausymo nuo vienintelio elektros tiekėjo Rytuose ir atvėrusi kelią pirkti elektros energiją iš hidroresursais turtingų Šiaurės Europos šalių. Jungties galia - iki 700 MW. Tai prilygsta maždaug pusei Lietuvos vartotojų elektros poreikių nešaltą žiemos dieną. Ši jungtis yra būtina sąlyga kurtis bendrai Baltijos valstybių ir Skandinavijos elektros rinkai. Siekiant tolimesnės integracijos su Europos sąjungos valstybių elektros energijos rinkomis yra planuojama papildomai pastatyti dar vieną jungtį su Lenkija. Jūrinė jungtis „Harmony Link“ sujungs Lietuvą ir Lenkiją. Jungties galingumas 700 MW.

Pastatytos jungtys su Lenkija ir Švedija, Lietuvoje, kaip atskirame kainos regione didmeninėje elektros energijos rinkoje leido sumažinti elektros energijos kainą ir tapti mažiau priklausomai nuo Rusijos ir Baltarusijos.

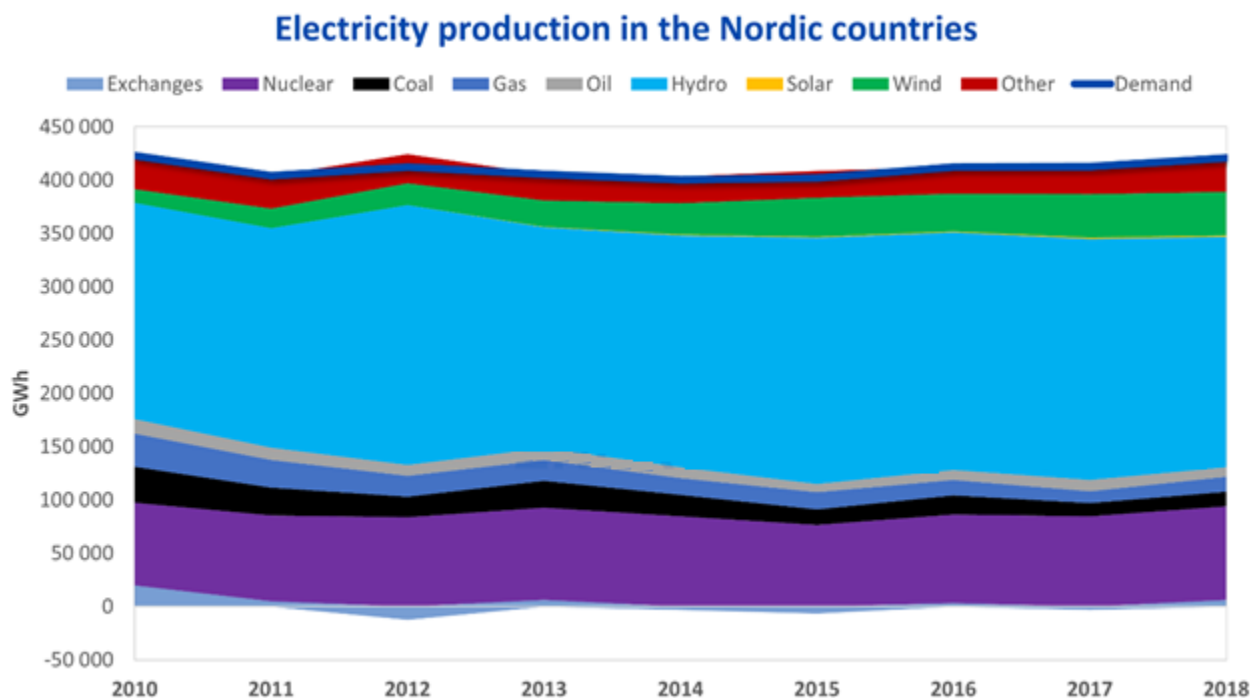
1.2. Kainos nepastovumas ir jį įtakojantys veiksniai

Rinkose, kuriose buvo pereita nuo reguliuojamos didmeninės elektros energijos kainos prie rinkos kainos, yra matomi aiškūs elektros energijos kainos svyravimai. Tai matyti 2 paveiksle.



2 pav. Didmeninės elektros energijos kainos svyravimai Nordpool biržoje 2019 metais. (Sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)

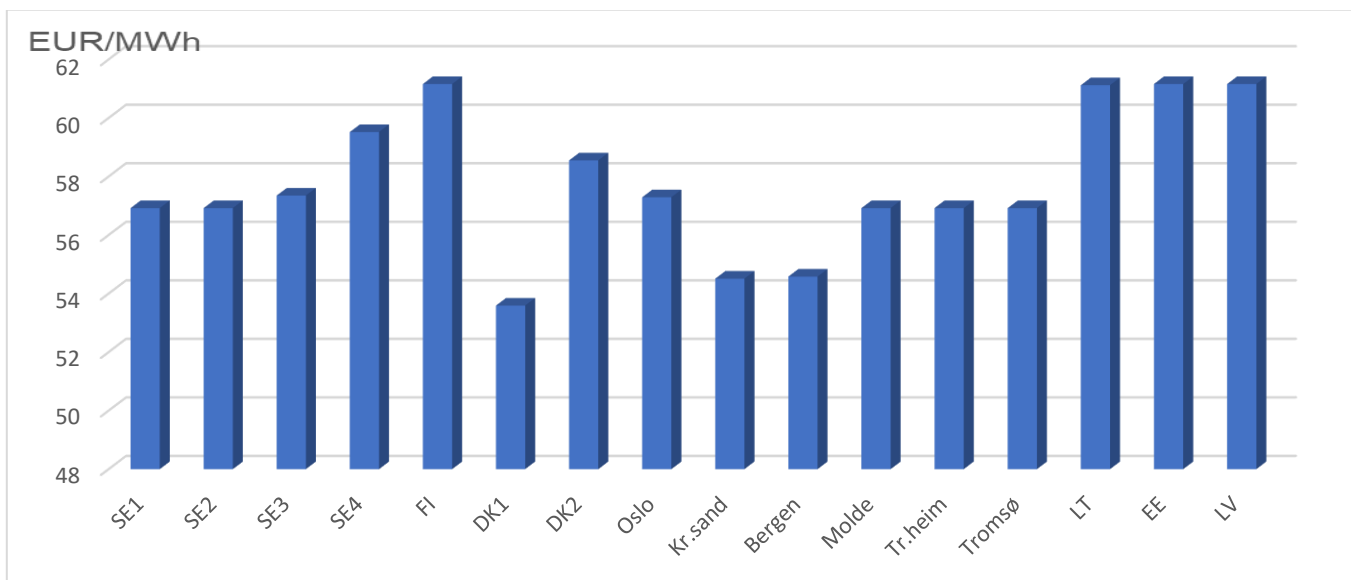
Juos įtakoja įvairūs faktoriai. Erik Paul Johnson ir Matthew E. Oliver, (2008) nurodo, kad didmeninė elektros energijos kaina rinkoje gali priklausyti nuo energetinių išteklių kainų (dujų, anglies, naftos). Elektros energijos gamybos kaina ne tik priklauso nuo šių minėtų išteklių, bet taip pat atsispindi jų kitime laike. Pasak autorių, kiti veiksniai, kurie gali įtakoti elektros energijos kainą yra techniniai veiksniai. Tarp tokių autoriai nurodo: kaip greitai gali elektrinės reaguoti į paklausos pasikeitimą, kaip greitai gali padidinti arba sumažinti savo galingumus, gedimų skaičius energetikos sektoriuje. Taip pat svarbus veiksnys yra oro sąlygos. Nuo gamtinių sąlygų priklauso ne tik suvartojimas (šildymui, vėsinimui, apšvietimui ir t.t). Nuo oro sąlygų priklauso ir generacija. Pučiant stipriam vėjui ar šviečiant saulei galima išnaudoti elektrines gaminančias elektros energiją iš atsinaujinančių išteklių. Šalyse turtingose hidroresursais labai didelę įtaką elektros energijos kaina daro rezervuaruose esančio vandens lygis. Erik Paul Johnson ir Matthew E. Oliver, (2008) nurodo, kad didmeninei elektros energijos rinkos kainai labai didelę įtaką daro iš atsinaujinančių elektros energijos šaltinių (neįskaitant hidro) pagaminta elektros energija.



3 pav. Elektros energijos generacija Nordpool teritorijoje pagal energijos rūšį. (www.Nordpool.com)

3 paveiksle matome, kad Nordpool teritoriją apimančiose šalyse elektros energija yra generuojama naudojant skirtingas energijos rūšis. Daugiau negu pusę sugeneruojamos elektros energijos yra pagaminama naudojant hidro elektrines. Generacija nuo 2010 metų išliko gana stabili. Antroje vietoje pagal sugeneruojamą energiją eina elektra, pagaminta atominėse elektrinėse. Jos darbo režimas per pastaruosius 8 metus irgi kito neženkiai. Matome gana ženklų vėjo energetikos sektoriaus vystymąsi. Iš saulės energijos pagaminamos elektros energijos dalis yra labai maža, ją grafike matome atsirandant reikšmingiau tik nuo 2010 metų. Dėl vykdomos dekarbonizacijos sumažėjo elektros energijos, pagaminamos deginant anglį, dalis bendroje, sugeneruotoje, sumoje. Tai yra todėl, kad ši energija nėra švari ir anglies deginimo metu yra išmetama daug CO₂ dujų. Lundin ir Tangeras, 2017 nurodo, kad dažnai elektros energijos didmeninę kainą piko metu nustato tos elektrinės, kurios sugeba greičiausiai reaguoti į paklausos pasikeitimus rinkoje. Kitaip tariant, kai išauga elektros energijos poreikis, savo pajėgumus pakeisdamos elektrinės nulemia rinkos kainą, pagal tai kaip brangiai ar pigiai jos gali tą elektros energiją pagaminti. Johnson ir Mathew E. Oliver, (2008) elektrines skirsto į dvi dalis ir pagal kitą kriterijų. Saulės ir Vėjo elektrines, jis priskiria prie tų elektrinių, kurios negali lengvai pakeisti savo generuojamos elektros energijos kiekio. Autorius turi omeny tai, kad jeigu nėra vėjo arba saulės, tai šios elektrinės negali esant poreikiui prisitaikyti prie paklausos. Elektrines, kurios degina iškastinį kurą, galima reguliuoti nepriklausomai nuo oro sąlygų. Taip pat autoriai pažymi ir tai, kad atsinaujinančius išteklius vartoti skatinanti politika irgi smarkiai prisideda prie didmeninės elektros energijos kainos. Teisiškai negalima diskriminuoti atsinaujinančią energiją gamybai naudojančias elektrines ir privaloma nupirkti visą jų pagamintą elektros energiją. Kai pradeda pūsti stipresnis vėjas ar pakyla saulė, didėja

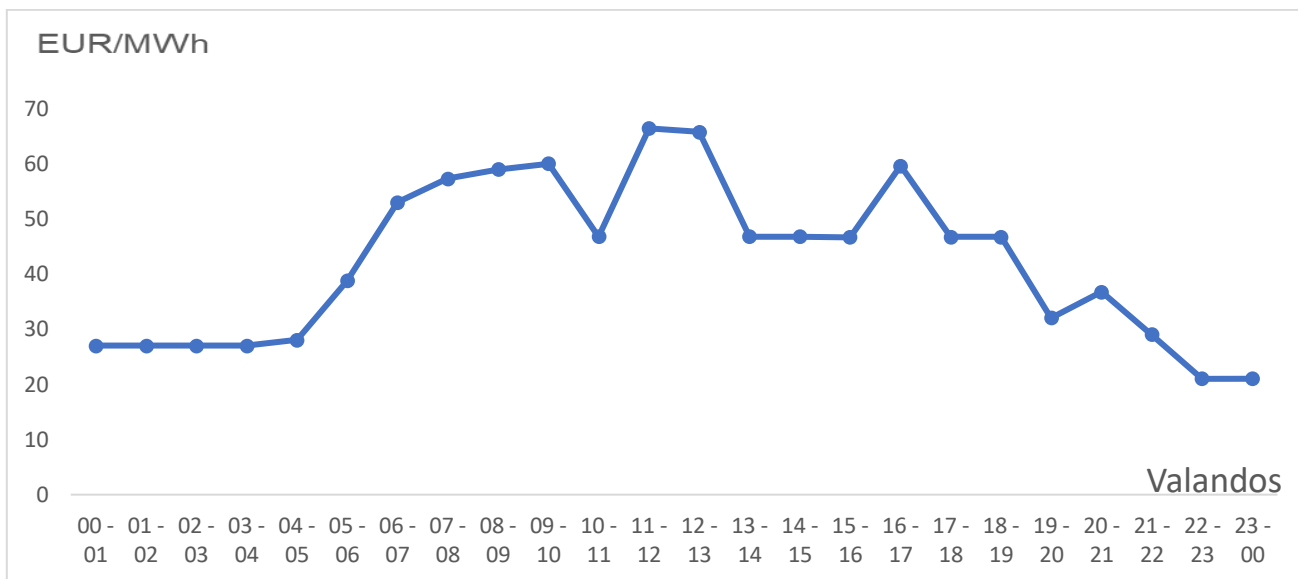
šių elektrinių generuojama energija. Tuo pačiu reikia mažinti iškastinius išteklius naudojančių elektrinių generaciją. Matthew E. Oliver, (2008) nurodo, kad dėl šios priežasties, trumpuoju laikotarpiu atsinaujinantys ištekliai didmeninėje rinkoje sumažina elektros energijos kainą, kadangi jų ribiniai kaštai gamybai yra beveik nuliniai.



4 pav. Didmeninės elektros energijos kainos skirtingose teritorijose Nordpool biržoje 2019 metais. (Sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)

Priklausomai nuo turimų išteklių elektros energijai gaminti ir vartojimo įpročių, didmeninė elektros energijos kaina įvairiuose regionuose skiriasi. 4 paveiksle parodytos vidutinės elektros energijos kainos 2019 metais skirtinguose Nordpool regionuose. Regionai turintys galimybę pasigaminti pigiau elektros energiją turi mažesnę kainą didmeninėje rinkoje. Danijoje, teritoriniu atžvilgiu, valstybėje mažesnėje už Lietuvą, dviejuose skirtinguose regionuose elektros energijos didmeninė kaina skiriasi beveik dvigubai.

Dienos eigoje, dėl įvairių veiksnių, didmeninė elektros energijos kaina taip pat svyruoja gana smarkiai. Įtakojantys veiksniai gali būti vėjo stiprumas, saulės šviesa, nuo kurių priklauso elektros energijos generacija. Didelę įtaką kainų svyravimui daro ir esamas elektros energijos suvartojimas einamąją valandą. 5 paveiksle parodytas elektros energijos didmeninės kainos svyravimas 2019 01 30 dieną Lietuvoje. Naktį, kai suvartojimas nėra didelis, dauguma žmonių miega, pramonė nedirba, elektros energijos suvartojimas nėra didelis. Ryte, prasidedant darbams ir didėjant elektros energijos suvartojimui, kaina didmeninėje rinkoje auga. Vakaro metu, pasibaigus darbams ir gyventojams einant miegoti, vartojimas mažėja. Didmeninė elektros energijos kaina mažėja dėl sumažėjusio vartojimo.



5 pav. Didmeninės elektros energijos kainos svyravimai Nordpool biržoje 2019 01 30 Lietuvos regione.
(Sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)

Apibendrinant galima teigti, kad elektros energijos kaina yra lemiamą daugiabės veiksnių. Ji priklauso nuo gamtinių išteklių kainos, priklauso nuo geografijos, taip pat priklauso nuo oro sąlygų. Pačioje rinkoje nemažą įtaką kainai sudaro ir suvartojamas kiekis bei staigūs kitimai laike. Rinkos kainą taip pat lemia ir tai, kokie pralaidumai yra rinkoje tarp skirtingų regionų, kai jie turi „perteklius“ ir „deficitus“. Taip pat nemažą įtaką daro ir tai, kiek kokių pajėgumų turi pati rinka, kurioje yra prekiaujama elektros energija. Kaip matėme daugiausiai elektros energijos yra pagaminama naudojant hidro resursus. Ir pačios šalys, kurios dalyvauja rinkoje nėra vienodos. Skiriasi vartojimo ir gamybos įpročiai. Taip pat skiriasi ir turimos elektrinės. Kaip buvo minėta, nors rinka yra viena, tačiau kainos tarp regionų skiriasi. Yra atlikta nemažai tyrimų kas lemia didmeninę elektros energijos kainą. Tačiau nėra tiksliai nustatyta kas, lemia kiekviename regione kainų svyravimus, todėl įskaitant ir Lietuvą, kaip atskirą Nordpool elektros energijos rinkos regioną galima tirti tiek visumoje, tiek atskirai, nustatant veiksnius įtakojančius didmeninę elektros energijos kainą ir jų įtaką. Pats veiksnių nustatymas ir jų įtakos didumas yra svarbus tiek gyventojams, tiek pramonei. Elektros energijos kaina svarbi namų ūkiams dėl atsiskaitymų už gaunamas paslaugas, pramonės vartotojams elektros energija yra viena iš dedamųjų galutinėje elektros energijos kainoje. Norint efektyviai planuoti ekonominę veiklą, svarbu žinoti vienos iš daugiausiai pasaulyje naudojamos energijos rūšies – elektros energijos kainos kitimo tendencijas ir įtakojančius veiksnius.

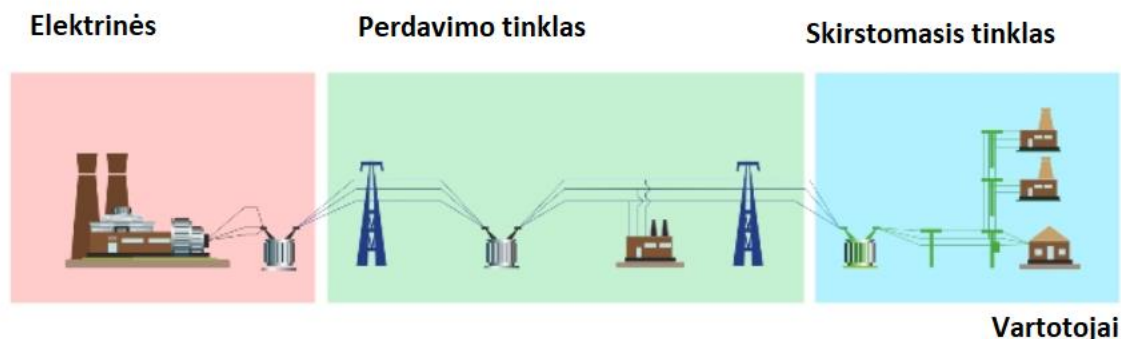
2. DIDMENINĘ ELEKTROS ENERGIJOS KAINĄ ĮTAKOJANČIŲ VEIKSNIŲ TEORINĖ ANALIZĖ

2.1. Elektros energijos sektorius

Norint suprasti elektros energijos rinkos veikimą, iš pradžių reikia suprasti, kaip veikia pati elektros energetikos sistema, kaip elektros energija yra pagaminama ir kaip ji atkeliauja iki galutinių vartotojų.

Lietuvoje, kaip ir kitose Europos ar Amerikos šalyse elektros energijos sistema susideda iš šių komponentų (bendras sistemos vaizdas pateiktas 6 paveiksle) :

- Elektrinės. Elektrinėse, vienos rūšies, energija (vėjo, šiluminė, branduolinė) yra paverčiama į elektros energiją.
- Perdavimo tinklai. Perdavimo tinklais, iš elektrinių, elektros energija aukštos įtampos elektros linijomis yra tiekiami į skirstomąjį tinklą. Perdavimo tinklas yra naudojamas dėl to, kad elektrinės yra išdėstytos įvairiuose geografinėse vietovėse, dažnu atveju toli nuo galutinių vartotojų.
- Skirstomieji tinklai. Perdavimo tinklas elektros energiją atiduoda skirstomajam tinklui. Skirstomasis tinklas yra galutinė elektros energijos paskirstymo grandis.
- Galutiniai vartotojai. Tai vartotojai (buitiniai vartotojai, komerciniai vartotojai), kurie naudoja elektros energiją. Elektros energija pas vartotojus gali būti paverčiama į kitos rūšies energiją (šviesą, šilumą) .



6 pav. Lietuvos elektros energetikos sistema (www.litgird.eu)

Tarpusavyje integruotos, jungtinės elektros energijos sistemos lyginant su mažomis elektros energijos sistemomis turi nemažai privalumų. Svinkūnas ir Navickas (2014) nurodo tokius, pagrindinius didelių elektros energetikos sistemų plusus:

- Didesnis elektros energijos tiekimo patikimumas. Esant daugiau generuojančių šaltinių ir esant didesniems skirstomiejiems ir perdavimo tinklams, yra daugiau „kelių“ kaip pateikti elektros energiją vartotojui;
- Reikalingas 10-12 % mažesnis galios rezervas (rezervinis gamybos pajėgumas). Galios rezervas reikalingas užtikrinti elektros energijos tiekimą, kai staiga nuo sistemos atsijungia tiekianti linija arba generuojantis šaltinis (pasikeičia tinklo režimas);
- Lygesnis elektrinių darbo režimas. Kuo tinkle daugiau vartotojų, naudojančiu elektros energiją, tuo kiekvieno vartotojo įsijungimas arba atsijungimas turi mažesnę įtaką bendram tinklo darbui. Kai yra mažas tinklas, vieno vartotojo prisijungimas arba atsijungimas gali turėti neigiamų pasekmių ir „pagesinti“ visą sistemą;
- Esant dideliame tinklui, labiau apsimoka diegti pažangias tinklo stebėjimo, valdymo, tinklo apsaugų, tinklo planavimo sistemas, galima į svarbiausius tinklų mazgus sudėti sudėtingesnę įrangą.

Tame pačiame šaltinyje, autoriai nurodo ir neigiamus didelės sistemos bruožus. Esant dideliame tinklui, jį darosi sudėtingiau valdyti. Reikalingos žymiai sudėtingesnės valdymo, apsaugų, stebėjimo sistemos. Esant avarijai tinkle, avarija gali išplisti ir į kitas tinklo dalis. Tokie masiniai atsijungimai be elektros gali palikti ištisus regionus, iki to laiko, kol elektros energijos tiekimas visam tinklui nebus atstatytas.

Perdavimo sistemos operatorius Lietuvoje yra AB „Litgrid“. Įmonė eksploatuoja ir valdo aukštos įtampos elektros energijos perdavimo tinklą. Lietuvos respublikos elektros energetikos įstatyme yra išskiriamos šios pagrindinės perdavimo tinklo operatoriaus pareigos, susijusios su elektros energijos pirkimu ir pardavimu:

- prognozuoti ilgalaikį elektros energetikos sistemos galios balansą ir teikti rinkos dalyviams informaciją apie prognozuojamą generuojamos ar perdavimo galios trūkumą arba ribojimus;
- teikti perdavimo tinklų naudotojams elektros energijos persiuntimo perdavimo tinklais paslaugą, sudarant vienodas ir nediskriminuojančias sąlygas visiems tinklų naudotojams;
- užtikrinti trečiųjų asmenų prieigą prie perdavimo tinklų;
- atlikti Lietuvos Respublikos teritorijoje esančių gamybos pajėgumų, elektros energijos srautų perdavimo tinkluose dispečerinį valdymą, atsižvelgiant į elektros energijos mainus, elektros energijos srautų ribojimus, suderintus su kitomis elektros energetikos sistemomis;
- atlikti nacionalinio balansavimo funkciją sudarant vienodas, nediskriminuojančias ir konkurencines sąlygas visiems rinkos dalyviams;
- kaip dispečeris, valdydamas gamybos pajėgumus nacionalinei balansavimo funkcijai užtikrinti, laikytis sąlygų nustatytų Prekybos elektros energija taisyklėse ir sutartyse su sisteminių paslaugų teikėjais;

Lietuvos respublikos elektros energetikos įstatymas įpareigoja perdavimo operatorių teikti informaciją rinkos dalyviams apie numatomus elektros energijos suvartojimus ir sudaryti nediskriminuojančias

sąlygas visiems, turintiems teisę, pasinaudoti perdavimo tinklo teikiamomis paslaugomis. Tai yra svarbu dėl to, kad kaip nurodo Svinkūnas ir Navickas (2014), elektros energija yra tokia prekė, kurios negalima sandėliuoti. Jeigu yra momentinis elektros energijos vartojimas, kažkurioje vietoje, tinkle, turi būti pagaminta lygiai tiek elektros energijos kiek buvo suvartota, plus reikia įvertinti nuostolius atsirandančius tinkle.

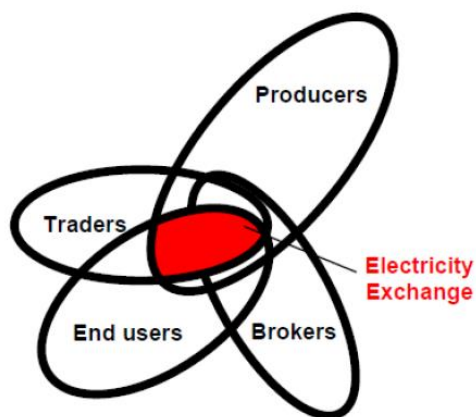
2.2. Liberali elektros energijos rinka

Liberalioje elektros energijos rinkoje, elektros energija tampa paprasčiausia preke, kaip pienas arba gamtinės dujos. Kaip ir kiekvienoje kitoje, taip ir elektros energijos rinkoje, yra didmeninė rinka ir mažmeninė rinka. Šiose rinkose dalyvauja trys pagrindiniai dalyviai: gamintojas, tiekėjas ir galutinis vartotojas. Tačiau elektros energijos rinka nėra tokia, kaip kitos rinkos. Elektros energija yra tokia prekė, kurios negalima sandėliuoti. Todėl ir elektros energijos rinkos modelis yra sudėtingesnis negu kitų rinkų modeliai. Kaip nurodo Tarjei Kristiansen (2007), rinkoje atsiranda papildomi du dalyviai: prekiautojas (angl. trader) ir tarpininkas (angl. broker). Kaip nurodo Tarjei Kristiansen (2007), rinkos dalyvių tarpusavio priklausomybė vizualiai atvaizduota 7 paveiksle.

Prekiautojas yra tas elektros energijos rinkos dalyvis, kuris elektros energijos prekybos metu yra elektros energijos savininkas. Tarpininkas gali nupirkti elektros energiją iš gamintojo ir iškart parduoti ją tiekėjui. Taip pat jis turi galimybę nupirkti elektros energiją iš tiekėjo ir parduoti ją kitam tiekėjui. Tokiu būdu atsiranda labai daug kelių, kaip elektros energija iš gamintojo, komerciniu keliu gali nukeliauti iki galutinio vartotojo.

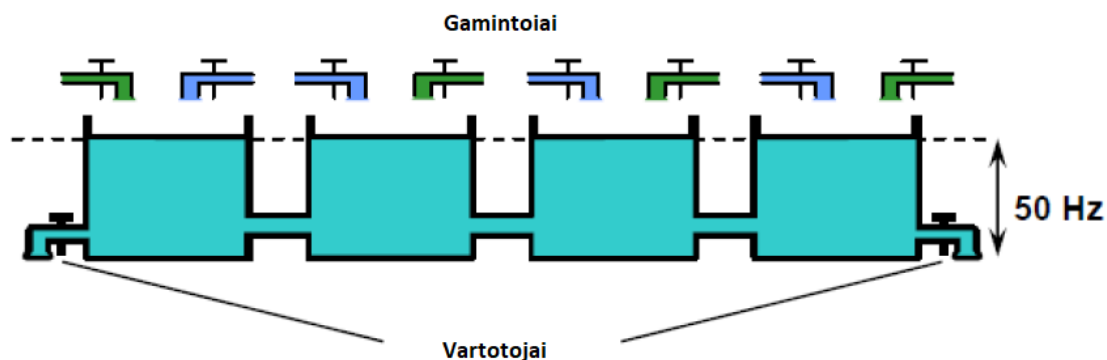
Tarpininkas elektros energijos rinkoje vaidina labai panašų vaidmenį, kaip nekilnojamo turto agentas būsto rinkoje. Jis nėra prekės savininkas. Tarpininkas tiesiog tarpininkauja, perkant ir parduodant elektros energiją.

Tiekėjas gali paprašyti tarpininką surasti gamintoją, kuris reikiamu metu parduos reikiamą elektros energijos kiekį už mažiausią galimą kainą. Lietuvos, gamintojai, prekiautojai ir tarpininkai, elektros energija prekiauja Nordpool elektros energijos biržoje. Birža veikia šiaurės Europos regione. Biržoje be Lietuvos, dalyvauja Danija, Suomija, Švedija, Norvegija, Estija, Latvija. Nordpool, kaip biržos operatorius aptarnauja didmeninės rinkos dalyvius. Biržos klientai yra gamintojai, tiekėjai, perkantys elektros energiją biržoje, ir prekiautojai. Galutiniai vartotojai, kurie suvartoja didelius elektros energijos kiekius, taip pat gali prekiauti biržoje. Sąvoka “biržos aptarnaujama teritorija“, apima anksčiau minėtų šalių teritorijas: Danijos, Švedijos, Suomijos, Norvegijos, Latvijos, Lietuvos ir Estijos.



7 pav. Nordpool elektros energijos rinkos dalyviai (www.Nordlpool.com)

Siekiant tiksliau suprasti, kaip veikia perdavimo tinklas ir kaip nupirkta bei parduota elektros energija biržoje juda, kaip pavyzdį pateiksiu 8 paveikslą. Paveiksle pateiktas vanduo iliustruoja elektros energiją, kuri yra patiekama į perdavimo tinklą. Talpos, kurios yra sujungtos tarpusavyje iliustruoja perdavimo tinklą. Čiaupai talpų kraštuose vaizduoja vartotojus, o kranai, kuriais vanduo patenka į talpas gamintojus. Vandens reikiamas kiekis atitinka reikiamą elektros energijos kiekį tinkle. Kaip teigiama Nacera Hammadi (2016), jeigu iš tinklo yra imama daugiau elektros energijos negu yra gaminama, dažnis tinkle mažėja. Jeigu elektros energijos yra paduodama į tinklą daugiau, negu yra paimama iš tinklo (gamyba didesnė negu suvartojimas) tinkle dažnis didėja. Normaliai tinkle dažnis turi būti 50Hz. Galime teigti, kad vandens talpose turime užbrėžtą ribą, ties kuria vandens lygis turi laikytis. Vandens negali būti nei daugiau, nei mažiau. Taip ir su dažniu, abu atvejai vartotojams ir gamintojams yra blogi. Kritiniu atveju visa sistema gali sustoti. Vartotojai negalės pirkti elektros energijos, o gamintojai negalės jos patiekti, iki kol nebus atstatyta normali elektros energetinės sistemos būseną. Tuo pačiu pavyzdžiu, su vandens talpomis, galime paašškinti ir kitą atvejį. Kaip nurodoma (Baha, and Jehan Sauvage 2013), apie prekybą atsinaujinančių elektros energijos šaltinių pagaminta elektros energija, taip pat ir tradiciniu būdu pagamintos elektros energijos vartojimą galima traktuoti vienodai.



8 pav. Elektros energijos gamyba ir vartojimas, modelis (sudaryta autoriaus)

Jeigu tiekėjas nuperka elektros energiją, pagamintą vėjo elektrinių parke vakarų Lietuvoje ir parduoda ją vartotojams esantiems rytinėje dalyje, tai dar nereiškia, kad visa ši energija turi atkelti per tinklus iš vakarinės į rytinę Lietuvos dalį. Tiesiog perdavimo tinklo operatorius iš vieno gamintojo išleidžia pagamintą elektros energiją į tinklą ir kitoje šalies dalyje atiduoda mažmenininkui elektros energiją. Už kiekvieną patiektą kilovatvalandę, į tinklą gamintojas turi perdavimo tinklo operatoriui susimokėti atitinkamą mokestį – tarifą. Analogiškai ir mažmenininkas, pasiima iš tinklo elektros energiją, už kiekvieną kWh turi susimokėti perdavimo tinklo operatoriui. 8 paveikslo pavyzdžiu galima pateikti, kaip atvejį, kaip vanduo nuperkamas iš kairėje pusėje esančio čiaupo ir paimamas per sklendę, esančią dešinėje pusėje.

Kaip buvo minėta anksčiau, elektros tinklas yra suskirstytas į skirstomąjį ir į perdavimo tinklą. Perdavimo tinklą galime prilyginti greitkeliams, kuriose dideliu greičiu keliauja stambūs elektros energijos srautai. Skirstomasis tinklas būtų prilyginamas rajoniniams keliams, kuriais galima pasiekti vartotojų namus. Perdavimo tinklo operatorius yra atsakingas už perdavimo tinklo valdymą ir eksploataciją, analogiškai, kaip skirstomojo tinklo operatorius už skirstomojo tinklo valdymą ir eksploataciją. Nesvarbu ar šalyje yra liberalizuotas elektros energijos rinkos sektorius ar ne, tinklo valdymas ir eksploatacija yra atliekama taip pačiai. Komerciniai rinkos žaidėjai, kurie prekiauja elektros energija rinkoje, nėra atsakingi už tai, ar jų nupirkta, ar parduota elektros energija pasieks galutinį vartotoją. Už tinklo patikimumą atsako tinklų operatoriai. Komercinių rinkos dalyvių paskirtis yra pirkti, parduoti, pasirašyti sutartis ir išrašyti sąskaitas.

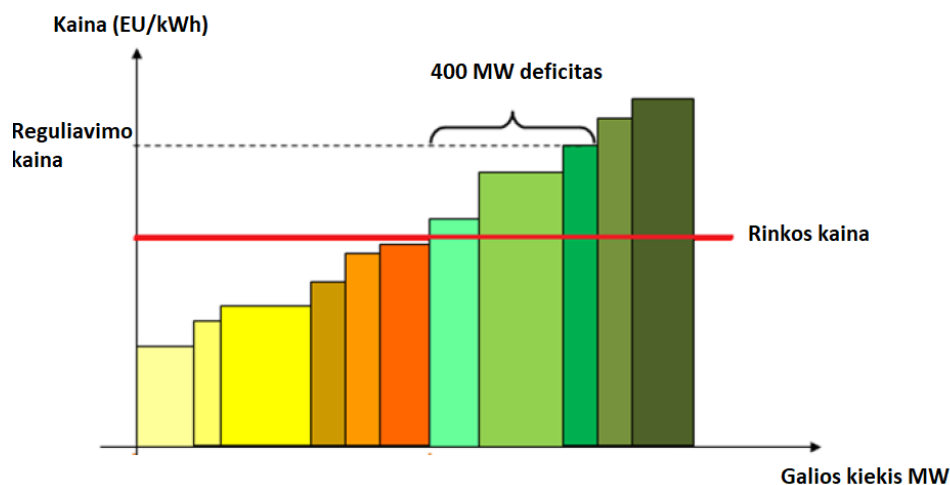
Tinklų operatoriai turi palaikyti stabilų tinklo darbą ir už tai atsako. Kaip buvo minėta anksčiau, jie yra atsakingi, kad dažnis sistemoje būtų 50Hz. Tai vienas pagrindinių tinklo parametrų. Operatorius taip pat atsako už tvarkingą infrastruktūrą, kad gamintojai galėtų patiekti į tinklą o vartotojai galėtų pasiimti iš tinklo elektros energiją. Perdavimo tinklo operatoriaus pagrindinis tikslas neturi būti uždirbti kuo didesnę pelną. Dažnu atveju tinklų operatoriai būna valstybės valdomos įmonės, kurių veiklą reguliuoja pati valstybė. Nordpool elektros energijos rinkoje, Danijoje, Norvegijoje, Švedijoje, Estijoje, Latvijoje ir Lietuvoje perdavimo tinklų operatoriai priklauso valstybėms. Suomijos perdavimo tinklo operatorius priklauso iš dalies valstybei, iš dalies draudimo kompanijoms, o rinkoje prekiaujantys rinkos dalyviai gali būti tiek valstybiniai tiek privačiam kapitalui priklausantys asmenys.

Perdavimo tinklo operatorius atlieka ir tinklo reguliavimo funkciją. Jeigu tinkle atsiranda staigus deficitas, perdavimo tinklo operatorius, siekdamas išlaikyti galios balansą tinkle, turi nupirkti iš gamintojo rezervinę elektros galią. Su tokiu gamintoju yra sudarytos sutartys dėl prekybos reguliavimo energija, kad jis galėtų, esant poreikiui, patiekti tam tikrą elektros energijos galios kiekį į tinklą, arba, kitaip tariant, keisti savo gamybos/vartojimo režimą. Analogiškai, jeigu elektros energijos reikalaujama galia darosi mažesnė, negu generuojama elektros gamintojų galia į tinklą, perdavimo tinklo operatorius vartotojus prašo padidinti apkrovimus, arba gamintojų mažinti generatorių galią. Ši galia, arba dėl reguliavimo paslaugos pagaminta, arba nepagaminta energija, kurią perdavimo tinklo operatorius

prekiauja su gamintojais, vartotojais, siekdamas palaikyti stabilų 50Hz dažnį sistemoje, yra vadinama reguliavimo energija.

Siekiant perteikti, kaip veikia elektros energijos reguliavimas sistemoje, perteikiams prekybos reguliavimo galia pavyzdys. 9 paveiksle pateiktoje diagramoje, žalia spalva diagramoje pažymėti stulpeliai vaizduoja papildomus užsakymus į tinklą sugeneruoti daugiau energijos (padidinti galią). Oranžinės-geltonos spalvos stulpeliai atvaizduoja situaciją, kai gamintojų yra prašoma sumažinti galią, kad būtų reikiamas galios kiekis energetinėje elektros sistemoje. Visi pasiūlymai, kuriuos perdavimo tinklo operatoriui pateikia rinkos dalyviai, yra sureitinguojami ir eilės tvarka sudėliojami pagal siūlomą kainą.

Tarkime sistemoje atsiranda 400MW deficitas. Perdavimo tinklo operatorius mato, kas gali parduoti reikiamą elektros energijos kiekį padidindamas galią. Visi pasiūlymai, pateikti rinkos dalyvių, yra sudėlioti nuo mažiausios kainos iki didžiausios. Perdavimo tinklo operatorius pirks galią rinkoje iš tų, kas ją parduoda. Kai bus pasiektas galios balansas, pirkimas bus stabdomas. Nors vieni parduoda pigiau, kiti brangiau, tačiau, už visą nupirktą elektros energiją yra sumokama vienoda kaina visiems pardavėjams. Nupirkus pigiausią galią, jeigu nėra tenkinamas tinklo poreikis, pagal reitingavimą yra perkama kita, brangesnė galia. Procesas kartojasi tol, kol, galia nuperkama iki reikiamo kiekio. Nupirkus paskutinį galios kiekį, kai yra patenkinamas 400MW deficitas, už didžiausią kainą, yra nustatomas bendras pirkimo įkainis reguliavimo galia. Tai yra, pirmasis pardavėjas, kuris pardavė pigiausiai galios kiekį operatoriui, papildomai išlošia kainų skirtumą, kuris yra lygus paskutiniam galios pirkimui, atėmus pigiausią galios pirkimą. Analogiškai ir kiti pardavėjai, kurie pardavė elektros energijos galią perdavimo tinklo operatoriui, pigiau negu nustatyta galutinė kaina, taip pat išlošia minėtą skirtumą tarp savo kainos ir galutinės reguliavimo kainos. Analogiškas procesas, tačiau į kitą pusę vyksta, kai norima sumažinti energijos generavimą (tinkle yra perteklius), tačiau tokiu atveju gali būti įtraukiami ir vartotojai.



9 pav. Kainos nustatymas galios reguliavimui (sudaryta autoriaus)

Didmeninėje elektros energijos rinkoje, elektros energijos prekyba vyksta kiekvieną valandą. Valanda, per kurios laikotarpį elektros energija yra nuperkama ir suvartojama, yra vadinama operatyvine valanda.

Tarkime, numatytą valandą, tiekėjas nuperka 100MWh energijos, iš kelių gamintojų (30 MWh; 40 MWh; 30MWh), tikėdamasis, kad jie visą elektros energiją per tą valandą suvartos. Elektros energija turi būti nuperkama dar prieš operatyvinę valandą. Praėjus operatyvinei valandai, turi būti atsiskaitoma už suvartotą energiją. Pasirodo, kad tiekėjo vartotojai suvartojo tik dalį, iš anksto nupirkto energijos (tarkime 70MWh). Gamintojai pateikė visą suplanuotą elektros energiją į tinklą (100MWh). Vadinasi, tiekėjas dar 30MWh pardavė perdavimo tinklo operatoriui, nes energija vis vien buvo pagaminta, o galimybės elektros energiją sandėliuoti nėra. Operatorius už šią energiją atsiskaito su tiekėju. Tokiu būdu yra išlaikomas balansas tarp gamintojų, vartotojų, tiekėjų ir perdavimo tinklo operatoriaus. Galia, kurią tiekėjas pardavė perdavimo tinklo operatoriui, yra vadinam balansavimo galia, arba kartais yra įvardijama kaip reguliavimo galia. Jeigu tuo momentu, kai buvo iš tiekėjo nupirkta elektros energija, arba galia, kurios numatyti vartotojai tuo metu nesuvartojo ir sutapo, kad kaip tik tuo metu tinkle buvo galios deficitas, perdavimo tinklo operatorius už nupirktą ir suvartotą energiją sumoka tokią kainą, kokia buvo nustatyta galutinė reguliavimo kaina tuo momentu (brangiausia kaina, kurią nupirko operatorius, norėdamas turėti balansą tinkle). Normaliai balansavimo arba reguliavo kaina dažniausiai būna didesnė, negu tuo metu nustatyta rinkoje elektros energijos kaina, kai reikia papildomų pajėgumų galios deficitui padengti. Jeigu perdavimo tinklo operatoriui reikia sumažinti generaciją, operatyvinės valandos metu, operatorius tiekėjui irgi sumokės už sumažintą galios kiekį. Tiekėjui bus nustatyta ta pati kaina, kaip ir kitiems reguliavimo paslaugą teikiantiems rinkos dalyviams, kurie gauna galutinę reguliavimo kainą. Dažniausiai ši kaina yra mažesnė negu rinkos kaina. Kitas atvejis, jeigu tiekėjas nuperka iš gamintojų nepakankamą kiekį energijos (tarkime 100MWh), šie suvartoja 120MWh, skirtumą tiekėjas turi nupirkti iš perdavimo tinklo operatoriaus, sumokėdamas jiems nupirktų ir suvartotų energijų skirtumą.

Kai perdavimo tinklo operatorius parduoda galią balansavimui, kainos nustatymo principas yra toks pat kaip ir tuo atveju, kai perdavimo tinklo operatorius galią nuperka. Jeigu yra galios trūkumas ir operatorius galią parduoda, jis pirkėjui pateiks energiją už reguliavimo kainą, kuri dažniausiai yra didesnė negu rinkos kaina. Jei galią reikia sumažinti jis ją tiekėjui parduos už kitą kainą, kuri dažniausiai kaip jau buvo minėta, yra mažesnė negu rinkos kaina.

Tarkime, tiekėjas biržoje iš gamintojo nusipirko tam tikrą galios kiekį. Prieš pat operatyvinės valandos pradžią, gamintojo elektrinėje įvyksta gedimas ir jis nebegali pateikti sutartos energijos. Tiekėjas taip pat iš kitur nebegali nusipirkti energijos, kadangi operatyvinė valanda jau prasidėjusi. Tokiu atveju tiekėjas vis tiek už elektros energiją sumoka gamintojui. Bet jau pats gamintojas, kuris nesugeba nieko pagaminti, galios deficitą, nuperka iš perdavimo tinklo operatoriaus ir perparduoda ją tiekėjui.

Gamintojams balansavimo galios kaina yra nustatoma kiek kitokiu principu. Jeigu gamintojai nesugeba pagal sudaryta planą pagaminti nustatyto elektros energijos kiekio, už nebalansą jie yra apmokestinami

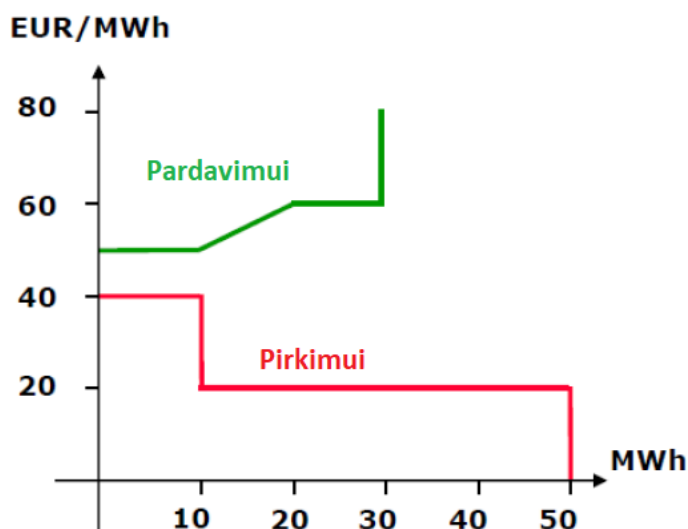
reguliavimo kaina, kuri dažniausiai yra didesnė negu rinkos kaina. Tuo pačiu metu gamintojai, kurie gamins daugiau negu buvo suplanuota ir rinkoje bus deficitas, gaus tokią kainą, kuri yra nustatyta rinkoje. Jų pagaminta energija nebus perkama už reguliavimo kainą.

Kai tinkle yra galios perteklius ir reikia ją sumažinti gamintojams kainos nustatymo principas yra analogiškas. Gamintojai, kurie gamins per daug, už pagamintą kiekį jiems bus apmokama mažiau negu rinkos kaina. Gamintojai, kurie gamina mažiau negu buvo suplanuota už nepagamintą skirtumą gaus rinkos kainą.

Dieną prieš yra sudaromos pirkimo ir pardavimo sutarys su gamintojais ir tiekėjais. Tie, kas nori pirkti elektros energiją, turi siųsti savo pasiūlymus vėliausiai iki pusiaudienio, prieš sekančią dieną, kurią bus prekiaujama. Lygiai taip pat ir gamintojai, kurie nori parduoti savo pagamintą elektros energiją, turi siųsti siūlymus iki numatomo prekybos dienos pusiaudienio. Pasiūlymai yra siunčiami internetu, į Nordpool būstinę esančią Norvegijoje, Osle.

10 Paveiksle yra parodytas grafikas, kuriame pateikiami tiekėjo siūlymai pirkti elektros energiją. Tiekėjo prognozėmis, vartotojai turės sunaudoti sekančią dieną 50MWh energijos. Tiekėjas pats turi savo gamybinius pajėgumus, taigi jis gali rinktis iš šių pasirinkimų, kaip jam patiekti vartotojams numatomą elektros energijos kiekį:

- nupirkti viską rinkoje ir pačiam nieko negeneruoti.
- dalį numatomos energijos nupirkti rinkoje, dalį sugeneruoti pačiam.
- pačiam sugeneruoti 50MWh
- pačiam sugeneruoti daugiau negu 50MWh ir skirtumą parduoti rinkoje.



10 pav. Kainos pateiktos pirkimui ir pardavimui (sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)

10 paveiksle, yra pavaizduoti pirkimo ir pardavimo pasiūlymai elektros energijai pirkti ir parduoti. Parduodami ir nuperkami kiekiai priklauso nuo siūlomos kainos. Toliau bus aptarimos pateiktame paveiksle esančias kreives. Tiekėjas yra pasiruošęs pirkti 50MWh, jeigu pardavimo kaina yra 20 eurų už megavatvalandę arba mažiau. Jeigu pardavimo kaina būtų 40 eurų už megavatvalandę, tiekėjas būtų pasiruošęs pirkti tik 10MWh. Kitas 40MWh jis turėtų pagaminti savo turimose elektrinėse.

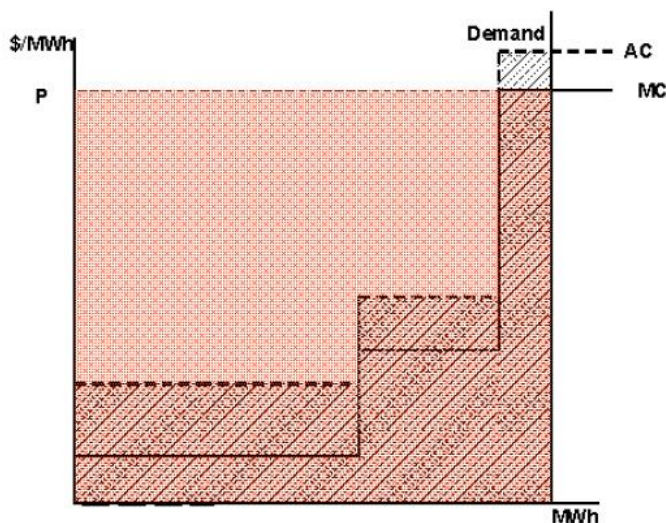
Jeigu kiti rinkos dalyviai yra pasiruošę pirkti elektros energiją už 50EUR/MWh, tai tokiu atveju, gamintojas yra pasiruošęs parduoti 10MWh. Kai pirkėjai yra pasiruošę sumokėti 60EUR/MWh, tai tokiu atveju gamintojas yra pasiruošęs parduoti 30MWh.

Kaip ir kitose rinkose, taip ir elektros energijos rinkoje, yra sudaromi pardavimų ir pasiūlymų grafikai. Pasiūlymai yra išrikiuojami ir sudėliojus grafiškai, gaunasi lenkta kreivė. Kuo didesnę kainą pirkėjas yra pasiruošęs sumokėti, tuo didesnę kiekį gamintojai yra pasiruošę parduoti. Analogiškai, tačiau į kitą pusę formuojasi pirkėjų kreivė. Kuo mažesnę kainą, už kurią norima pirkti, tuo daugiau atsiranda pirkėjų. Rinkos kaina yra nustatoma ties tuo tašku, kurioje vietoje kertasi abidvi kreivės. Yra sudaromos dviejų rūšių rinkos kainos. Vienos kainos yra sudaromos valandai į priekį ir kitos kainos yra sudaromos kitos dienos pirkimams ir pardavimams. Šis sudaromas aukcionas dar yra vadinamas dvigubo sutikimo aukcionu, kadangi abu dalyviai turi duoti sutikimą sandoriui sudaryti, tiek tiekėjas, kuris perka elektros energiją, tiek gamintojas, kuris energiją parduoda. Kitose rinkos aukcionuose, sutikimus dažniausiai duoda tik pirkėjai. Vidurdienį, kai jau yra pateikti visi pasiūlymai pirkimui ir pardavimui, Nordpool yra apdorojami turimi duomenys ir yra nustatoma kiekvienai valandai sekančios dienos valandai elektros energijos kaina. Taip pat gamintojai ir mažmenininkai yra informuojami kiek elektros energijos jie nusipirko arba pardavė. Analogiškai duomenys yra siunčiami ir perdavimo tinklo operatoriams, kad šie galėtų apsiskaičiuoti balansavimo galias, kurias turės nusimatyti.

2.3. Rinkos veiksniai darantys įtaką elektros energijos kainai

Konkurencinėmis sąlygomis, gamintojai konkuruoja tarpusavyje ir stengiasi pasiūlyti kuo mažesnę kainą klientams. Taip turėtų būti ir elektros energijos rinkoje. Tačiau yra mokslinių straipsnių, kurie su tuo nesutinka. Laisvoje rinkoje, elektrinės, kurios konkuruoja tarpusavyje nėra kainas nustatantys objektai. Jos yra panašesnės į kainas priimančius objektus, nes turi reaguoti į rinkos pokyčius. Tuo pačiu ekonomistai pamini ir tai, kad rinka, kurioje vienas ar keli dalyviai turi rinkos galią, perėjus nuo reguliuojamos prie liberalios sistemos, kainos gali kisti į didžiąją pusę ir pakilti daug aukščiau ribinių kaštų. Kaip teigiama Lester B. Lave, (2015) elektros energijos tiekimo sistema yra apibūdinama kaip natūralus monopolis. Skirstomajame ir perdavimo tinkle atskiroms įmonėms yra per brangu statyti lygiagrečias tiekimo linijas iki vartotojų. Vartotojai taip pat nėra pasirengę mokėti tokios kainos, kad tinklų operatoriams apsiskaičiuoti konkurenciniais tikslais statyti atskiras infrastruktūras, kurios kainuoja brangiai. Visoje tiekimo grandinėje, nuo elektros energijos pagaminimo iki pardavimo vartotojui, geriausiai konkurencinėmis sąlygomis gali dirbti elektrinės. Dideli gamintojai netgi gali pajauti masto ekonomikos teikiamas naudas, kai energetiniai ištekliai yra perkami dideliais kiekiais ir kai yra susiduriama su logistikos klausimais. Lester B. Lave, (2015) teigia, kad liberalioje elektros energijos

rinkoje, norint turėti mažesnes kainas negu reguliuojamoje rinkoje, pastaroji turi būti konkurencinga. Autoriaus teigimu tokią rinką sukurti yra sudėtinga ir tai kainuoja brangiai. Pasak jo, yra sunku įvertinti, ar kaštai sutaupomi dėl atsiradusios konkurencijos, atpirks kaštus skirtus konkurencingos rinkos sukūrimui. Kaip pavyzdį Lester B. Lave, (2015) pateikia JAV vykusias pertvarkas, kurių metu rinka buvo liberalizuota. Rinkos liberalizavimas nebuvo atliktas pakankamai gerai, gamintojų grupė turėjo rinkos galią. Trumpuoju laikotarpiu kainos neženkliai sumažėjo, tačiau ilgajame laikotarpyje jos pakilo aukščiau tos ribos, kokios buvo prieš rinkos liberalizavimą. Kita, šaltinyje nurodoma priežastis yra tai, kad sudarius sutartis rinkoje (neįskaitomos dvišalės sutartys tarp gamintojo ir vartotojo), visiems gamintojams yra mokama vienoda kaina už pagamintą elektros kiekį.



11 pav. Elektros energijos kainos nustatymas reguliuojamoje ir liberalioje rinkoje. (Lester B. Lave, (2015))

11 paveiksle yra parodyti ribiniai ir vidutiniai kaštai liberalioje elektros energijos rinkoje. Konkurencingoje rinkoje aukščiausią kainą gautų tik paskutinis įjungiamas generatorius, kad būtų patenkinta paklausa. Tačiau elektros energijos biržoje visi gamintojai, kurie papuola į kontraktą gauna vienodą kainą, t.y, aukščiausią kainą, kuria buvo nupirkta paskutinis reikiamas galios/energijos kiekis. Tai reiškia, kad bendra sumokėta suma yra ribiniai paskutinio generatoriaus kaštai, padauginti iš viso nupirkto kiekio. Reguluojamoje rinkoje generatoriai, už savo darbą gautų atlygį kaip už vidutinius kaštus. Grafike šiuo atveju tai atitiktų plotą, kuris yra užbrūkšniuotas juodomis skersomis linijomis. Taigi permokamas kiekis yra skirtumas tarp viso raudono ploto ir ploto, kuris yra užbrūkšniuotas. Galima naudoti modelį, kuris yra naudojamas, Didžiojoje Britanijoje. Kiekvienam gamintojui yra sumokama tokia kaina, už kurią jis yra pateikęs pasiūlymą (aišku jeigu gamintojo siūlymas tinka ir papuola į susitarimą). Tokiu atveju didžiausią kainą gauna tik tas gamintojas, kurio pasiūlymas yra nuperkamas paskutinis. Lester B. Lave, (2015) teigia, kad ir šis modelis yra tik teorinis. Savo nuomonę autorius pagrindžia tuo, kad elektrinių kiekis rinkoje santykinai nėra didelis. Vieni gamintojai gali gana lengvai pasiskaičiuoti kitų gamintojų ribinius kaštus. Žinodami kiekį, kuris perdavimo tinklo operatoriaus yra prognozuojamas, gamintojai gali pasiskaičiuoti, koks apytiksliai bus nuperkamas

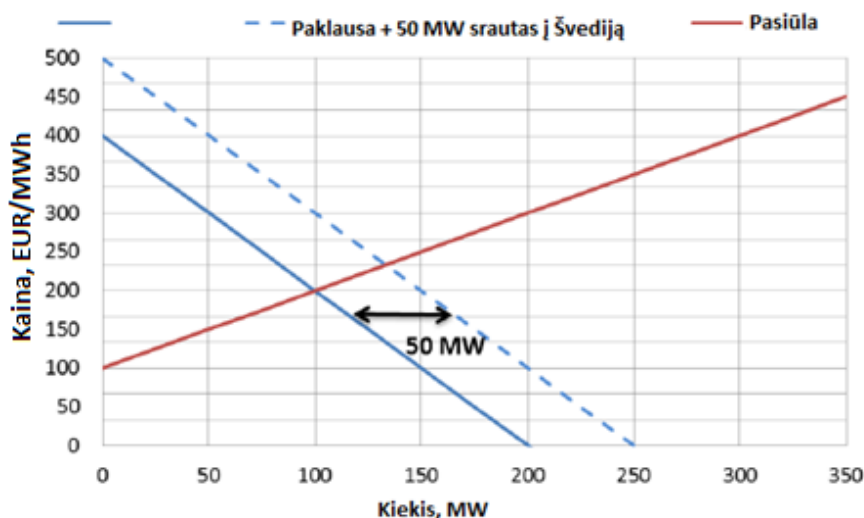
paskutinis kiekis ir už kokią kainą. Tarkime gamintojo X ribiniai kaštai yra 20Eur/MW. Žinodamas, kad būsiant prognozuojamai paklausai, jis gali pasiskaičiuoti reikiamą kiekį ir nustatyti, kad šiam poreikiui patenkinti bus aktyvuotos ir kitos elektrinės (Y ir Z), kurios galės pasiūlyti žemiausią savo kainą, prilygstančią ribiniams kaštams 30 Eur/MW. Tokiu atveju gamintojas X savo kainą nustatys 29 Eur/MW.

Visiškai kitokią nuomonę apie dereguliuotą elektros energijos rinką turi Rekha Reddy (2000). Niujorko federalinio rezervų banko ekonomistė išvelgia tik teigiamus aspektus didmeninei elektros energijos kainai liberalioje rinkoje. Jos teigimu, didžiausią įtaką rinkai daro tai, kad konkuruodami tarpusavyje, gamintojai yra priversti veikti efektyviai. Pasak Reddy, reguliuojamoje rinkoje, gamintojai gaudami nustatytą tarifą už pagamintą elektros energiją, arba nustatytą pelną, nėra suinteresuoti veikti efektyviai. Neturėdamos jokios konkurencijos, elektrinės nėra suinteresuotos mažinti kainų. Liberalioje rinkoje, elektrinių nepasiekia pastovūs užsakymai, kokie yra reguliuojamoje rinkoje. Konkurencijos metu, efektyviausiai savo veiklą valdantys gamintojai generuoja pelną neefektyviai veikiančių elektrinių sąskaita. Tokiu būdu, elektrinių valdytojai yra skatinami ieškoti efektyvesnių techninių gamybos būdų ir efektyvinti savo vidinius procesus, siekiant pasiūlyti labiau konkurencingą kainą. Rekha Reddy (2000) nurodo, kad konkurenciją iškart pajaučia tiek buitiniai, tiek pramoniniai vartotojai sumažėjusia elektros energijos kaina.

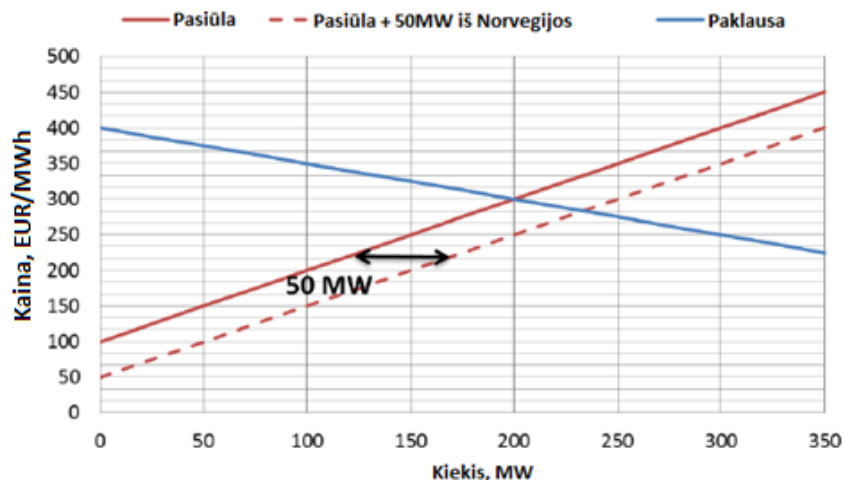
Kuo labiau valstybių elektros energijos rinkos integruojasi tarpusavyje, tuo didesnę svarbą didmeninei elektros energijos kainai turi esami pralaidumai tarp šalių, ar tarp skirtingų rinkos regionų. Anksčiau, kai rinka nebuvo liberali, perdavimo linijų pralaidumai buvo išnaudojami tiesiog srautam paskirstyti. Perduodama elektros energija būdavo iš regionų, kur gamyba yra didesnė į tuos regionus kur elektrinių yra mažiau, bet suvartojimas yra palyginti aukštas, siekiant patenkinti visų vartotojų poreikius. Atsiradus liberaliai elektros energijos rinkai, gamintojai pradėjo daugiau konkuruoti tarpusavyje. Mario Blazquez de Paz (2015) aprašo tarp sisteminių jungčių svarbą rinkos kainai. Autorius aprašo, kaip tarp sisteminių jungčių pralaidumas nulemia skirtingas kainas rinkos regionuose. Turint du vienodus gamintojus, su tokiu pačiu gamybiniu pajėgumu ir vienodais ribiniais gamybos kaštais, autorius juos dislokuoja daviejuose skirtinguose, pagal elektros energijos paklausą, regionuose. Kadangi rinkoje veikia pasiūlos – paklausos dėsnis, elektros energijos kaina yra nustatoma atsižvelgiant į norimą suvartoti kiekį ir į galimybę tą kiekį pagaminti. Pirmu atveju, autorius nurodo, kad tarp sisteminis pralaidumas neegzistuoja. Tokiu atveju, ten kur yra didesnė elektros energijos paklausa, pasiūlos ir paklausos sankirtos taškas kainos atžvilgiu nurodys didesnę kainą, prie kurios susidaro pusiausvyra negu toje rinkoje, kurioje gamintojas nesugeba parduoti visos savo produkcijos. Gamintojas rinkoje, kurioje yra mažesnė paklausa, norėdamas išnaudoti bent dalį savo turimų gamybos pajėgumų, negali nustatyti tokios pardavimo kainos, kokia yra didesnė paklausą turinčiame regione. Nors abu gamintojai turi vienodus gamybinius pajėgumus ir gali vienoda kaina pagaminti elektros energiją, tarp atskirų regionų nesant sisteminio pralaidumo atsiranda kainų skirtumas. Mario Blazquez de Paz (2015) teigimu, tarp regionų atidarius „koridorių“ prekybai, kainų skirtumai sumažėja. Gamintojas esantis deficitiniame regione, gali savo pagamintą energiją parduoti kitame regione, kuriame yra didesnė

paklausa. Vadinasi regione, kuriame yra mažesnė paklausa, ji santykinai padidėja. Tuo pačiu regione, kuriame yra didesnė paklausa elektros energijai, didmeninė kaina sumažėja, nes atsiranda naujas tiekėjas iš „perteklinio“ regiono, kuris taip nori parduoti savo elektros energiją. Tokiu būdu kainos abiejose rinkose keičiasi. Augant tarp sisteminiams pralaidumui, arba kitaip tariant galimybei abiem gamintojams prekiauti abiejuose regionuose, kainų skirtumas tarp regionų mažėja. Idealiu atveju, kai turimas neribotas pralaidumas tarp regionų, kainos abiejose regionuose tampa identiškoms. Ir atvirkščiai, jeigu pralaidumas tarp dviejų regionų mažėja arba išnyksta, kainos rinkose keičiasi ir koreguojasi pagal esamą paklausą ir pasiūlą.

Kaip pavyzdį kainų suvienodinimui galime pateikti kainas viename Švedijos ir viename Norvegijos regione (pasirinkta atsitiktinai, galima imti ir kitus kainų regionus), turinčiuose ryšį prekybai. Esant nevienodomis paklausoms ir pasiūloms regionuose, egzistuoja kainų skirtumas, kurį galima švelninti. Viename regione yra elektros energijos „perteklius“. Perteklius, kaip buvo minėta, reiškia tai, kad gamintojų pajėgumai yra didesni, negu vartotojai suvartoja elektros energijos. Kitame regione, kur gamintojų pajėgumai yra mažesni, negu vartotojų poreikiai, atsiranda vadinamas galios deficitas. Regionai, kurie turi perteklinius pajėgumus, elektros energiją parduoda pigiau. Regionai su deficitu, turi aukštesnes rinkos kainas. Jeigu tarp regionų atsiranda pralaidumų nepakankamumas ir negalima persiūsti aukcione nupirkto pigesnės elektros energijos, atsiranda kainų skirtumas. Galios persiuntimą iš „perteklinio“ regiono į „deficitinį“ regioną galima pavaizduoti 12 ir 13 paveiksluose:



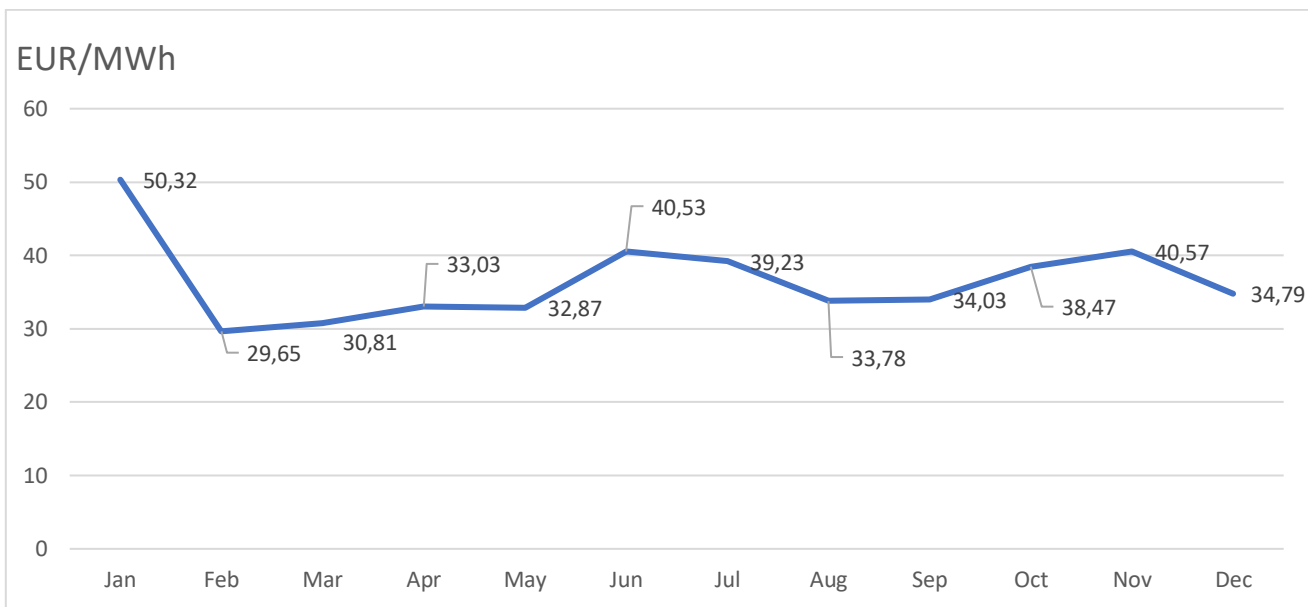
12 pav. Perteklinio Norvegijos regiono kainos su eksportu į Švediją (sudaryta autoriaus)



13 pav. Deficitinio Švedijos regiono kainos su importu iš Norvegijos (sudaryta autoriaus)

Pertekliniame rajone, srautas atsispindi kaip papildomai parduotas elektros energijos kiekis, o deficitiniame rajone, kaip papildomai nupirkta kiekis. Kaip minėta, Norvegija ir Švedija yra parinktos atsitiktinai. Grafikai irgi yra sudaryti atsitiktinai, jie neatspindi realių kainų, tiesiog sudaryti tam, kad būtų galima vizualiai paaiškinti kaip veikia rinka ir kaip pasikeičia kainos tarp regionų, atsiradus „jungčiais“. Jeigu nebūtų galima prekiauti tarp regionų, kainos būtų 200EUR/MWh Norvegijoje ir 300EUR/MWh Švedijoje (12 ir 13 paveikslai). Kai galima iš regiono, kuriame yra perteklius, energijos srautą perduoti į trūkumą patiriantį regioną, kainos pasiskirsto kitaip. Švedijoje kaina nukrepta iki 280 EUR/MWh dėl papildomai atsiradusio energijos kiekio. Analogiškai, tiesiog į didėjimo pusę, kaina pasikeičia ir Norvegijoje, dėl atsiradusios papildomos paklausos iš Švedijos pusės, kaina papildomai padidėja iki 230 EUR/MWh. Šitai laviruodamas su numatomais srautais tarp skirtingų regionų, biržos operatorius stengiasi kuo galima labiau panaikinti skirtumus tarp regionų ir kuo labiau sumažinti elektros energijos kainas, ten kur jos yra didžiausios.

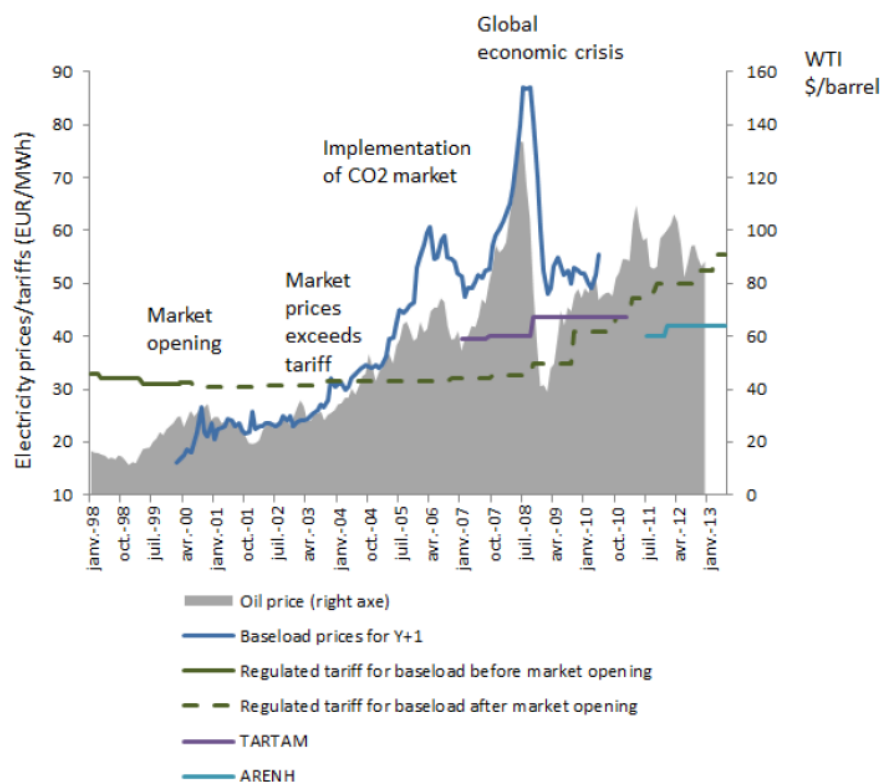
Analogiška situacija nutiko ir Lietuvoje 2016 metų vasario mėnesį pradėjus eksploatuoti tarpsistemine jungtį Nordbalt. Vienoje Nordpool elektros energijos biržoje jungtis sujungė du skirtingus biržos regionus Lietuvą su Švedija-3 regionu (Švedija kaip vientisa valstybė yra padalinta į keturis regionus, kuriuose kainos atsižvelgiant į esamus gamybinius pajėgumus ir pralaidumus gali skirtis)



14 pav. Elektros energijos kainų kitimas didmeninėje rinkoje 2016 metais (sudaryta autoriaus pagal www.Nordpool.com duomenis)

Švedija turi labai palankias sąlygas hidro resursų panaudojimui elektros energijos gamybai, taip pat šalyje pakankamai stipriai išvystytos vėjo elektrinės. Hidro elektrinės ir vėjo elektrinės elektros energiją gamina iš atsinaujinančių išteklių, kurie yra nemokami. Atominėse elektrinėse pagaminta elektros energija yra pigi, už ją pigesnė yra tik atsinaujinančių išteklių energija. Maždaug 90% Švedijoje pagaminamos elektros energijos yra sugeneruojama vėjo, hidro ir atominėse elektrinėse (Energy in Sweden, an overview). Tuo tarpu Lietuvoje, (kaip aprašyta sekančiame skyriuje) didžiausia galia yra instaliuota šiluminėse elektrinėse, kurios brangiau negu atsinaujinančių šaltinių ir atominės elektrinės gali pagaminti ir pateikti elektrą į perdavimo tinklą. Kaip parodyta 14 paveiksle esančiame grafike, 2016 vasario mėnesį įjungus tarpsisteminę jungtį, didmeninėje elektros energijos rinkoje, Lietuvos regione elektros kaina sumažėjo apie 40%. Vėliau, kitais mėnesiais vidutinė kaina šiek tiek augo, tačiau lyginant su prieš tai buvusiomis kainomis, kai nebuvo jungties su Švedija, kainos išliko ženkliai mažesnės. Esant gedimams sisteminėje jungtyje, ši atsijungia. Atsijungus jungčiai su Švedija, kainos keičiasi į didžiąją pusę. Tų pačių metų kovo pabaigoje, balandžio pradžioje jungtis buvo trumpam atjungta ir tai laikinai padidino elektros energijos kainą. Tačiau vien jungties esamumas ar jos nebuvimas pilnai kainos irgi neįtakoja. Ir esant jungčiai su Švedija, jeigu elektros energijos paklausa yra pakankamai didelė, kaina gali augti. Įvertinus faktą, kad vidutinę žiemos dieną jungtis gali tenkinti apie pusę Lietuvos elektros energijos poreikių, o Lietuva pati savo poreikiams pasigamina apie 30% elektros energijos, likusią dalį reikia nusipirkti iš kitų rinkos dalyvių, reiškia viena jungtis bendrą elektros energijos kainą sumažinti gali, tačiau Lietuvos atveju reikalingos ir kitos jungtys tarp skirtingų kainų regionų.

Sophie Meritet, (2015) teigimu ne visais atvejais prekyba tarp šalių įgalina pirkėjus didmeninėje rinkoje įsigyti elektros energiją vienodomis kainomis. Tuo pačiu, augančios elektros energijos kainos dar nėra signalas, kad paklausa rinkoje didėja ir reikia didinti pasiūlą norint turėti mažesnes kainas. Maritet nagrinėja Prancūzijos atvejį. Prancūzija yra antra šalis Europoje pagal pagaminamą ir suvartojamą elektros energijos kiekį, bei trečia elektros energijos rinka Europoje po Vokietijos ir Didžiosios Britanijos. Maždaug 90% pagaminamos elektros energijos yra generuojama atominėse ir hidro elektrinėse. 2013 metais rinkoje buvo suprekiauta apie 200MW, kas sudarė maždaug 17% visos pagamintos ir parduotos elektros energijos.



15 pav. Elektros energijos kainų pokyčiai Prancūzijoje. (Sphie Meritet, (2015)

Vienas iš Prancūzijos rinkoje esančių skirtumų su kitomis rinkomis yra tai, kad valdžia, siekdama suderinti politinius, ekonominius ir socialinius poreikius taiko įvairius reguliavimo metodus rinkoje. 2000 metais Prancūzijoje priimtu įstatymu, nuo 2016 metų smulkieji vartotojai turėjo pereiti nuo reguliuojamos kainos prie rinkos nustatomos kainos. Tačiau atsirado vartotojų, kurie vartodami didelius kiekius elektros suprato, kad jiems bus geriau jau šiais metais (2000) pereiti prie rinkos sąlygų. Pateikiamame 15 paveiksle matome, kad elektros energijos kainos, kurios didmeninėje rinkoje yra laisvai nustatomos, per grafike pavaizduotą laikotarpį labai sutapo su naftos kainomis pasaulyje (kainų kitimai). Taip yra todėl, kad pasak Sphie Meritet nafta yra pagrindinis energijos produktas pasaulyje, o

nuo jos labai priklauso anglies ir dujų kainos. Tuo metu, kai dalis vartotojų nusprendė pereiti prie rinkos kainos, ši buvo mažesnė negu reguliuojama elektros energijos kaina. Pasirinkus rinkos kainas, galimybės pereiti prie reguliuojamų kainų įstatymiškai nebuvo. 2005 metais pradėjus kilti naftos kainoms, pradėjo kilti ir elektros energijos kaina Prancūzijoje. Reguliuojama kaina beveik nepasikeitė, kadangi didžioji dalis energijos yra gaminama atominėse ir hidro elektrinėse, kurioms kylančios naftos kainos, nuo kurių priklauso dujų ir naftos kainos, bei didėjantys taršos mokesčiai įtakos neturi. Tačiau anglies ir dujų kainos turi didelę įtaką elektros energijos kainoms Italijoje ir Vokietijoje, kurios su Prancūzija yra vienoje rinkoje. Atominės elektrinės negali taip greitai reguliuoti savo generacijos kaip dujų ar anglies elektrinės. Piko metu šios elektrinės gebėdamos greičiau keisti galingumus, reaguoja į rinkos sąlygas ir didina generaciją. Jeigu Prancūzijos elektros sistema būtų izoliuota, tai skirtumas tarp reguliuojamos ir nereguliuojamos dalies būtų smarkiai mažesnis. Kaip nurodo Sphie Meritet, (2015), rinkoje pasiūlymai pardavimui yra surikiuojami eilės tvarka, pagal dydį. Pirkimai yra atliekami nuo mažiausios kainos, perkant tol, ko yra nuperkamas reikiamas kiekis. Paskutinis nupirktas kiekis ir nurodo kainą, kuri tuo metu nusistovi rinkoje. Kadangi dujų ir anglies elektrinės į apkrovas reaguoja greičiau, jos ir nustato galutinę kainą rinkoje, kuri yra didesnė negu atominių ir hidro elektrinių. Esant tokiai situacijai, vartotojai esantys tokioje pačioje grupėje ir suvartojantys panašius kiekius elektros energijos, už elektrą moka skirtingas kainas. Tuo pačiu kaip nurodoma ekonomikos teorijose, konkurencija turi mažinti kainas, tačiau šiuo atveju nutiko taip, kad kainos konkrečiai Prancūzijoje, dėl elektrinių techninės specifikacijos, pradėjus laisviau prekiauti su kaimyninėmis valstybėmis pakilo. Tuo pačiu, tai pažymi, kad jeigu norime į rinką pritraukti naujų investuotojų ir didinti konkurenciją, turime didmeninėje rinkoje padidinti kainas, kad gamintojams, kurie planuoja investuoti, apsimokėtų ateiti į rinką. Prancūzijos atvejis baigėsi tuo, kad 2006 metais vartotojams buvo leista grįžti prie dalinai reguliuojamo tarifo, vadinamo TARTAM (Sphie Meritet, (2015)), kuriame kaina yra reguliuojama, bet papildomai yra koreguojama į didžiąją pusę 10%, 20% ar 23% procentais siekiant ją priartinti prie rinkos kainų. Tai yra padaroma, kai rinkos kainą mokantiems pirkėjams yra kompensuojama dalis kainos iš mokesčių sumokamų hidro ir atominių elektrinių.

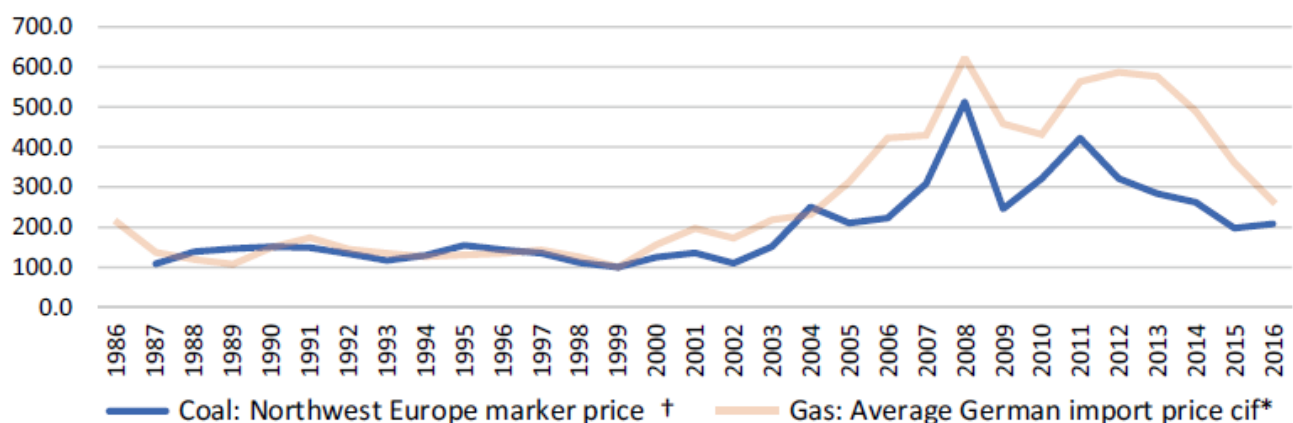
Elektros energijos gamyba šalyse labai priklauso nuo šalių turimų gamtinių išteklių ir nuo geografinės padėties. Vokietija, Prancūzija, Didžioji Britanija, Italija ir Ispanija, kaip daugiausiai gyventojų turinčios Europos valstybės, turi ir didžiausias vidaus elektros energijos rinkas. Prancūzijoje dominuoja atominė energetika, Vokietijoje didelę dalį turi anglį deginančios elektrinės. Didžioji Britanija, Italija ir Ispanija pasižymi tuo kad, didelę dalį elektros pasigamina degindamos gamtines dujas. Norvegijoje pagrindinis elektros energijos kiekis yra pagaminamas hidroelektrinėse. Kitos šalys, kurios yra mažesnės dažniausiai jaučia didesnių kaimynių įtaką prekiaujant elektros energija. Tuo pačiu šis gamybų pasiskirstymas nusako tai, kad tarp šalių turi vykti prekyba elektros energija, norint sulyginti kainas tarp regionų, atsirandančias dėl skirtingų technologijų elektros energijai pagaminti. Kaip nurodo Michael G. Pollit (2019), bendra elektros energijos rinka tarp šalių leidžia geriau išnaudoti turimus resursus ir palengvina naujiems gamintojams atėjimą į rinką, nes jie savo ruožtu gali prekiauti ne tik toje šalyje kurioje stato elektrinę, bet ir turės galimybę savo pagamintą elektros energiją komerciškai patiekti į kaimynines valstybes, ar netgi toliau. Šituo teiginiu autorius vėliau grindžia tai, kad bendrose

rinkose, ateinant naujiems gamintojams, mažėja koncentracija įmonių, užsiimančių elektros energijos gamyba ir didėja konkurencija tarp gamintojų. Kaip nurodoma Lietuvos perdavimo tinklo operatoriaus AB Litgrid puslapyje, žiemos šaltomis dienomis pasitaiko valandų, kai apie 60% elektros energijos yra importuojam iš Skandinavijos šalių ir iš Estijos. Michael G. Pollit (2019) teigia, kad sukūrus bendrą rinką, smarkiai padidėjo prekyba tarp šalių. Autoriaus darbe nurodoma, kad 1976 metais tik 6% elektros energijos, pagamintos ES šalyse buvo persiunčiama per ribą tarp valstybių ir parduodama kitose rinkose, o 2016 metais šis skaičius padidėjo iki 14%. Vėliau tyrime pateikiamas Prancūzijos ir Nyderlandų atvejo analizė. Prieš tai, kai minėtų valstybių elektros energijos rinkos 2006 metais pradėjo prekiauti tarpusavyje, kainos tarp rinkų skyrėsi ženkliai. 2005-2006 metais, didmeninė kaina 39% laiko skyrėsi 10Eu/MWh ir daugiau, o rinkoms susijungus, 2007-2008 metais kainų skirtumas tokią reikšmę turėdavo 14% viso laiko, per numatomą laikotarpį. Ir atvirkščiai, kainų skirtumas prieš rinkų „susiliejamą“ mažesnis negu 1Eu/MWh buvo tik 10% viso laikotarpio, o rinkoms pradėjus prekiauti tarpusavyje, per 2007-2008 metus kainų skirtumas mažesnis negu 1Eu/MWh buvo 72% minėto laikotarpio.

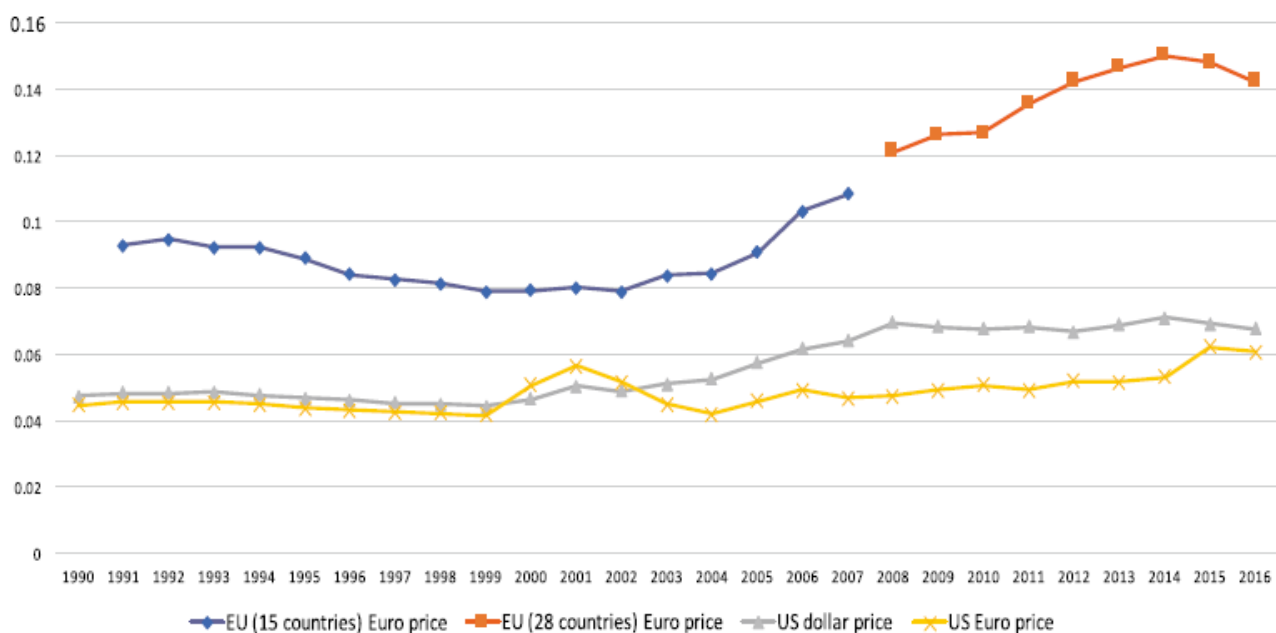
Tyrimų bendrovės Copenhagen Economic 2005 metais atlikto tyrimą dėl elektros energijos rinkų tarp šalių atvėrimo, poveikį elektros energijos kainoms. Jų teigimu, atsiradus galimybei prekiauti tarp šalių, galima išnaudoti atsirandančius kainų skirtumus dėl skirtingų gamybos kaštų tarp skirtingų elektrinių ir sumažinti didmeninę elektros energijos kainą. Ekonomistai analizavo 1990-2003 metų duomenis tų šalių, kuriose buvo liberalizuotas prekybos elektros energija sektorius. Tyrimui naudojo bendrosios pusiausvyros ekonominį modelį. Savo tyrimą jie atliko tokiu eiliškumu: pirma, išmatavo kokį poveikį prekyba tarp buvusių atskirų šalių rinkų turėjo kiekvienai šaliai, vėliau vertino, kaip tai įtakojo elektros energijos gamybą kiekvienoje šalyje. Galiausiai pritaikę savo bendrosios pusiausvyros Europos ekonomikos modelį padarė išvadas. Jų teigimu, bendra kainą per nagrinėjamą laikotarpį dėl prekybos tarp rinkų, elektros energijos kainą didmeninėje rinkoje bendrai sumažino apie 7-8 %.

2.4. Iškastinių išteklių kainos įtaka elektros energijos kainai

Tiek Copenhagen Economic 2005 tyrimas tiek Michael G. Pollit (2019) sutinka, kad prekyba tarp šalių leidžia sumažinti kainų skirtumus rinkose, tačiau nei vienas tyrimas neatmeta prielaidos, kad elektros energijos kainos priklauso ir nuo energetinių išteklių.



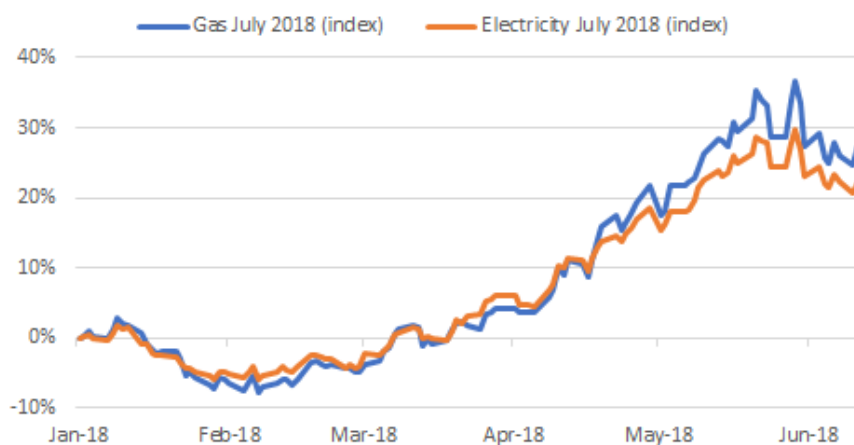
16 pav. Anglies ir dujų kainos (Michael G. Pollit, 2019)



17 pav. Elektros energijos kaina pramoniniams vartotojams ES šalyse (Michael G. Pollit, 2019)

16 paveiksle ir 17 paveiksle pateikiama, kaip svyravo gamtinių išteklių kainos ir kaip laike kito elektros energijos kaina. 2008-2016 anglies ir gamtinių dujų kaina mažėjo, panašią tendenciją grafikuose galime pamatyti ir atitinkamu laikotarpiu elektros energijos kainose. 2004-2008 gamtinių išteklių kainos augo, tuo pačiu matome ir augimą elektros energijos kainose pramonės vartotojams, šis augimas grafiškai pastebimas labiau, negu kainų kritimas 2008-2016 metais. Kaip nurodo autorius, elektros energijos kainų kritimui gamtinių išteklių kainų mažėjimas pramonės vartotojams nepadarė didelės įtakos, nes daugumoje šalių padidėjo perdavimo ir skirstymo tarifai.

Kaip pagrindinis energijos šaltinis pasaulyje yra naudojama nafta. Nuo naftos dalinai priklauso ir kitų gamtinių išteklių kainos. Tiek Lietuvoje, tiek pasaulyje, labiausiai šiluminėse elektrinėse yra naudojamas kaip kuras elektros energijai pagaminti anglis ir dujos. Paul Brees (2010) nurodo, kad priklausomai nuo elektrinės tipo, kuro kaina pagaminama šiluminėje elektrinėje gali sudaryti tarp 60-80% nuo visos kainos, prieš ją patiekiant į tinklą. Tinklo operatoriui mokamo mokesčio galime nevertinti, nes jį moka visi gamintojai, nepriklausomai nuo elektrinės tipo, išimties gali būti taikomos atsinaujinantiems šaltiniams. Kadangi bendroje ribinių kaštų dedamojoje, nuo kurios priklauso pasiūlymas, teikiamas į elektros energijos biržą, kuro kaina sudaro didelę dalį, į kuro įtaką reikia atsižvelgti. Kaip nurodo autorius, elektrinės dažnai pirkdamos kurą (anglį ir dujas), sudaro kontraktus ilgiems metams į priekį. Anglies ir dujų kainos daugumoje rinkų yra susietos su naftos kaina.



18 pav. Elektros energijos ir dujų didmeninių kainų kitimas rinkoje 2018 metais Didžiojoje Britanijoje (www.igu.org)

Paul Brees (2010) teigia, kad gamtiniai išteklių daro įtaką elektros energijos kainai pakankamai didelę ir į tai reikia kreipti atitinkamą dėmesį. 18 paveiksle matome kaip 2018 metais kito gamtinių dujų ir elektros energijos didmeninės kainos Didžiosios Britanijos rinkoje. Sutapimas didelis. Paul Brees (2010) teiginį dėl energetinių išteklių didmeniniai elektros energijos kainai galima paaiškinti keliais aspektais. Šiluminėse elektrinėse gaminama elektros energija vis dar sudaro reikšmingą dalį nuo visos pasaulyje pagaminamos ir sunaudojamos elektros energijos. Kadangi, didžiąją dalį kainos, gaminant elektros energiją sudaro deginamas kuras, natūralu, kad jis turi įtakoti ir didmeninę rinkos kainą. Kurą deginančios elektrinės yra brangesnės už kitų rūšių elektrines (atominė, hidro ir t.t). Paul Brees (2014) nurodo, kad greičiausiai į paklausos kitimą irgi reaguoja kurą deginančios elektrinės. Nustojus pūsti vėjui arba saulės elektrinėms negaunant pakankamai šviesos, mažėja generacija į tinklą. Galimi du variantai. Arba pradėti atjunginėti vartotojus, kas reiškia nuostolius, arba aktyvuoti kitas elektrines. Kadangi greičiausiai yra aktyvuojamos būtent šiluminės elektrinės, o jos yra brangiausios, siūlomos kainos atžvilgiu, tai šios elektrinės pagal savo ribinius kaštus nustato rinkos kainą. Kaip buvo minėta

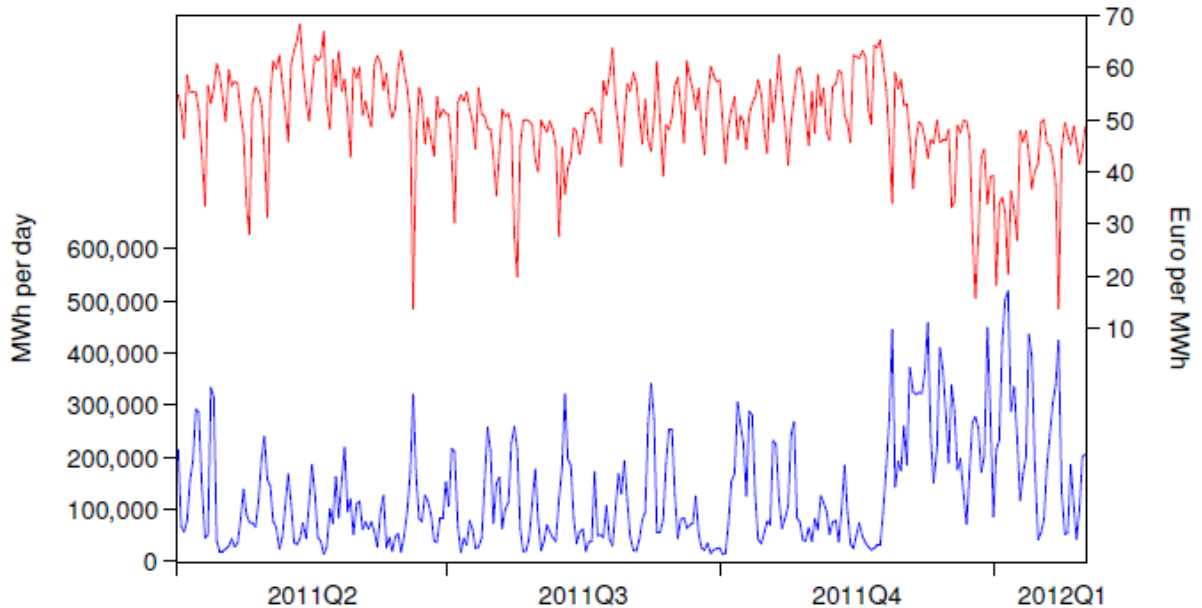
anksčiau, nustatytą einamuoju laikotarpių rinkos kainą gauna visos elektrinės, neatsižvelgiant į jų siūlomą kainą. Tai reiškia, kad visa tuo metu pagaminama ir suvartojama elektros energija, tuo momentu, kada atsiranda energijos trūkumas yra parduodama už šiluminių elektrinių pasiūlomą kainą. Paul Brees (2010) teigia, kad atskirai nuo kitų elektrinių, iš atsinaujinančių išteklių, elektrą gaminančioms elektrinėms didelėse sistemose gaminti elektrą taip pat būtų sudėtinga ir brangu. Esant gamybos nepastovumui, reikia turėti energijos, kaupiklius, kurie šiai dienai dar yra neekonomiški. Neturint kaupiklių ir esant didesnei generacijai negu suvartojimui, reiktų riboti elektrinių darbą. Tuo pačiu esant mažesnei generacijai negu vartojimui, reiktų arba vartotojams mažinti elektros energijos suvartojimą arba vartoti elektros energiją pagamintą elektrinėse, kuriose generaciją galima atlikti pastoviai, nepriklausomai nuo oro sąlygų, bei tos elektrinės yra valdomos žmogaus (generaciją reguliuoja tinklo dispečeris). Apibendrinant galima tarti, kad atsinaujinančių šaltinių elektrinės, su artimais nuliui ribiniais gamybos kaštais, dirbti negali. Joms yra reikalingas balansavimas, kurį gali atlikti greitai į apkrovos kitimą reaguojančios, dažniausiai šiluminės elektrinės, su brangesne, į tinklą patiekiamą elektros energija.

2.5. Atsinaujinančių išteklių panaudojimo įtaka elektros energijos kainai

Tobias Lust (2010) tyrė vėjo elektrinių gaminamos elektros energijos įtaką didmeninei kainai Švedijoje ir Norvegijoje. Pasak autoriaus, šių šalių elektros energijos rinka yra labai išsiskirianti iš kitų rinkų, kadangi joje didžioji dalis elektros energijos yra pagamina iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Autoriaus teigimu, kadangi tiek hidrelektrinių, tiek vėjo elektrinių gaminama elektros energija turi beveik nulinius ribinius gamybos kaštus, tai elektros didmeninei kainai vėjo elektrinių generuojama dalis įtakos daryti neturėtų, kadangi galima į gamybą greitai paleisti hidro elektrines, kurios taip pat yra pigios. Tačiau atlikto tyrimo metu nustatoma, kad vėjo elektrinių gamyba elektros energijos didmeniniai kainai įtakos turi. Gauta tyrimo duomenimis, autorius padaro išvadą, kad vėjo generacijai padidėjus 1% elektros energijos kaina didmeninėje rinkoje apytiksliai sumažėja 0,02%. Kaip teigiama, jeigu Švedijos ir Norvegijos elektros energijos rinkos būtų izoliuotos, pagaminamas elektros energijos kiekis iš vėjo elektrinių turėtų elektros energijos kainą sumažinti dar labiau. Tačiau, kai kaina nukrenta Švedijos rinkoje, atitinkamai reaguoja ir kiti rinkos regionai. Baltijos šalyse, kainos didmeninėje rinkoje dažniausiai būna didesnės, kadangi jos bendrai sugeba patenkinti tik apie 80% savo elektros energijos poreikių, todėl likusią dalį elektros energijos importuoja. Kaip buvo paaikškinta ankstesniuose skyriuose, kai tarp sistemų atsiranda kainų skirtumai, tai elektros energijos biržos operatorius stengiasi šiuos skirtumus kiek galima sumažinti. Tada elektra yra „pumpuojama“ į deficitinį regioną. Regiono, kuris elektros energiją parduoda požiūriu, tai padidina paklausą ir lemia kainos padidėjimą.

Janina C. Ketter (2012) tyrė kaip vėjo elektrinėse pagaminta elektra įtakoja didmeninę elektros energijos kainą Vokietijoje. Jos tyrimo rezultatai labai panašūs, kaip ir aukščiau minėto, Švedijoje atlikto tyrimo. Tačiau autorė vėjo energijai turėjo ir kitų pastebėjimų. Pirma, pasak autorės, vėjo ir saulės elektrinių pagamina energija nors ir yra pigesnė didmeninėje rinkoje, tačiau turi ir pašalinių neigiamų veiksnių. Vienas iš tokių veiksnių yra labai dideli kainų svyravimai. Vokietijoje vykdoma atsinaujinančių išteklių rėmimo politika įpareigoja perdavimo tinklų operatorius supirkti visą energiją,

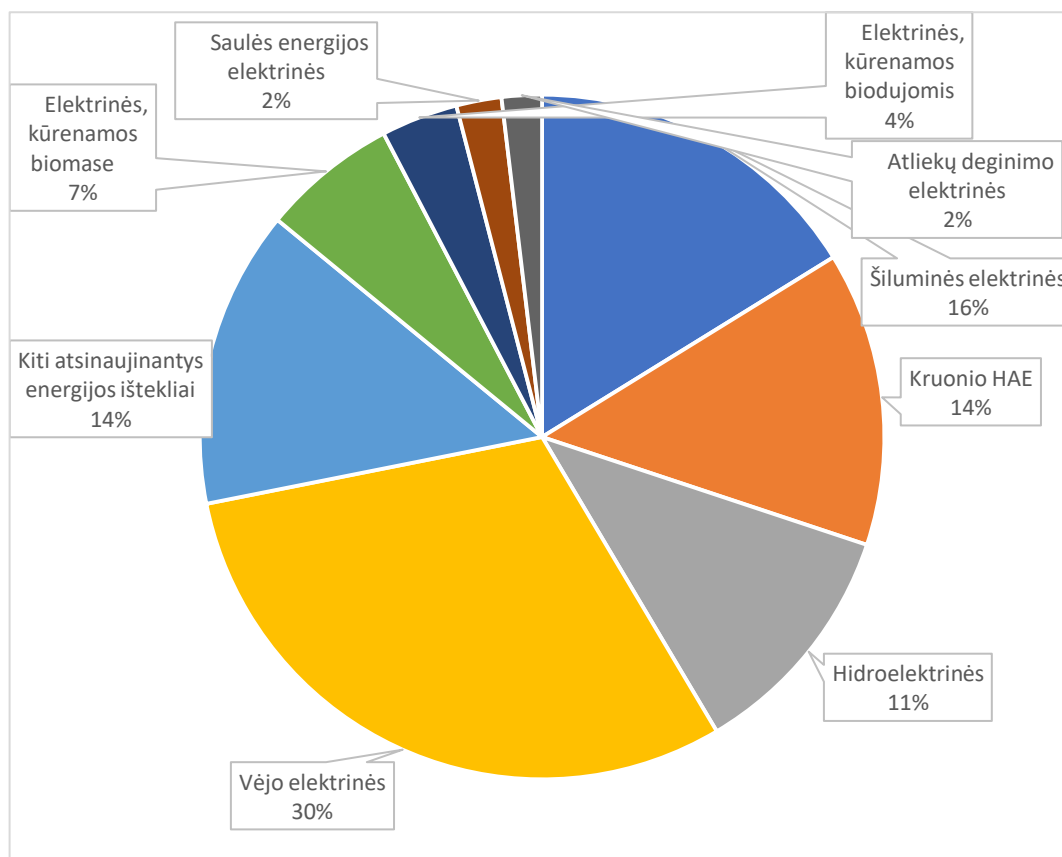
pagaminamą iš atsinaujinančių šaltinių, nepriklausomai nuo to kokia yra pasiūla. Išimtys yra taikomos tik avarių atvejais, kai dėl gedimų tinkle nėra galimybės perduoti vartotojams iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagamintos elektros energijos.



19 pav. Vėjo elektrinėse pagaminama energija ir didmeninė elektros energijos kaina (Janina C. Ketter (2012))

Šiuo metu nėra ekonomiškai būdo elektros energijai kaupti. Jeigu esant mažai paklausai, staiga išauga saulės arba vėjo elektrinėse pagamintas elektros energijos kiekis, jį reikia nupirkti. Nupirktą kiekį galima parduoti rinkoje užsienio valstybėms, arba galima sumažinti iškastinį kurą naudojančių elektrinių generavimą. Atvirkščias procesas, kad būtų stabdomos vėjo elektrinės ir paleidžiamos dujų arba anglies šiluminę energiją naudojančios elektrinės nėra. Pagal atsinaujinančių šaltinių skatinimo politiką, to Vokietijoje ir negali būti, netgi, jeigu jų ribiniai kaštai būtų mažesni negu pastarųjų elektrinių, generuojančių elektrą iš vėjo ar saulės. Jeigu vėjas nustoja pūsti, arba apsiniaukia, tada įjungiamos kitos, brangesnės elektrinės. Kadangi elektrinių, deginančių iškastinį kurą ribiniai kaštai yra didesni, jie nustato rinkos kainą ir elektros energija pabrangsta. Atvirkščias procesas gaunamas, kai vėjo elektrinės pradeda generuoti daugiau energijos, bet paklausa nesikeičia. Tokiu atveju su artimais nuliniams ribiniams kaštams, vėjo elektrinės elektros energijos didmeninę kainą sumažina, išstumdamas iš rinkos brangesnes elektrines. Kaip matome 19 paveiksle, tai labai gerai atsispindi grafiškai. Pateikiami duomenys, mėlyna kreivė, atvaizduoja vėjo elektrinėse generuojamą elektros energijos kiekį 2011 metais. Raudona spalva, tuo pačiu laikotarpiu, atvaizduojami kainų svyravimai didmeninėje rinkoje. Aiškiai matosi neigiama koreliacija tarp šių dviejų kintamųjų. Kai didėja vėjo elektrinėse pagaminta elektros energija, kuri patiekiam į rinką, tuo pačiu metu mažėja didmeninė elektros kaina. Tuo pačiu, galime pastebėti, kad generuojamas kiekis labai smarkiai svyruoja ir tai taip

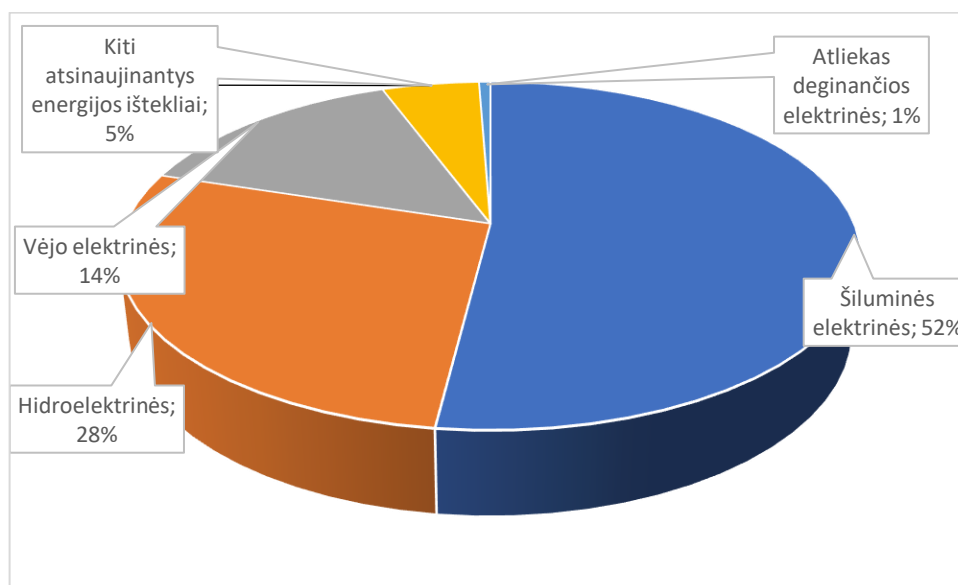
pat smarkiai persiduoda kainai. Rinkos kainos pokyčiai atvirkštinio ryšio su vėjo ir saulės elektrinėse pagaminta energija neturi. Tai reiškia, kad rinkos kaina jiems neturi jokios įtakos. Tačiau vėjo ir saulės elektrinės turi didelę įtaką kitoms elektrinėms. Gaudamos pirmumo teisę generacijai į tinklą ir turėdamos artimus nuliui ribinius kaštus, padaro neigiamą poveikį įprastų elektrinių darbui, nes pastarosios nebegali taip laisvai planuoti savo veiklos. Jonsson (2010) savo darbe atliko analogišką tyrimą didmeninei elektros energijos kainai Danijos rinkoje. Išvados tyrimo irgi yra analogiškos, kaip ir Vokietijos rinkai daryto tyrimo. Vėjo ir saulės elektrinėse generuojama elektros energija labai smarkiai įtakoja tiek kainų svyravimus rinkoje, tiek pačią kainą. Bendru atveju didmeninė kaina trumpuoju laikotarpiu sumažėja. Autorius taip pat užsimena apie tai, kad šis sumažėjimas nėra iki galo iširtas visame kainos kontekste. Autorius savo mintį pagrindžia tuo, kad kitos elektrinės, vis tiek yra reikalingos, vėjo ir saulės nepastovumui kompensuoti. Be brangesnių elektrinių negalėtų veikti ir pigesnės saulės ir vėjo elektrinės, nes paprasčiausiai nebūtų kas kompensuotų jų nepastovumą.



20 pav. Lietuvoje 2018m. pagaminta elektros energija pagal elektrinių tipą išreikšta procentais (Sudaryta autoriaus pagal Litgrid AB duomenis)

20 paveiksle pateikiamas Lietuvoje pagamintas elektros energijos bendras kiekis 2018 metais. Duomenys paimti iš perdavimo tinklo operatoriaus Litgrid, atsakingo už balansavimą ir reguliavimą. Kaip matome iš grafiko, didžiausias energijos kiekis yra pagaminamas vėjo elektrinėse, tai sudaro kiek

daugiau negu 35% viso Lietuvoje pagaminto elektros energijos kiekio. Antroje vietoje yra šiluminės elektrinės, gaminančios apie 16% Lietuvoje pagaminamos elektros energijos. Elektrinės naudojančios hidro resursus yra išskirtos į dvi dalis. Kruonio hidroakumulaicinė elektrinė, turi galimybę ne tik gaminti energiją, bet ir esant reikalui gali ją kaupti. Šitaip elektrinė išnaudoja kainų skirtumus didmeninėje rinkoje. Kai elektros energijos kaina yra mažesnė, dažniausiai naktį, elektrinė veikia siurblio režimu ir kaupia rezervuare vandenį. Esat dienos metu, kai elektros energija yra brangesnė, elektrinė sukauptą vandenį naudoja elektros energijai gaminti. Likusios hidro elektrinės naudoja upių energiją elektrai gaminti. Šių elektrinių, taip pat kaip vėjo ir saulės elektrinių ribiniai gamybos kaštai taip pat yra beveik lygūs 0, kadangi už vandens tėkmę mokėti nereikia. Saulės elektrinių dalis rinkoje šiuo metu yra pakankamai maža ir sudaro tik 2% nuo visos pagamintos elektros energijos.



21 pav. Lietuvoje 2018 instaliuota elektrinių Lietuvoje bendra galia (Sudaryta autoriaus pagal Litgrid AB duomenis)

21 paveiksle pateiktos elektrinių bendros galios procentais, kurios yra instaliuotos Lietuvoje. Lygindami pagamintą kiekį ir teorinį kiekį, kuris galėtų būti pagamintas, matome tai, kad šiluminės elektrinės nėra pilnai išnaudojamos. AB Litgrid teoriniais vertinimais, Lietuva, pagal šiuo metu turimą galią, galėtų pagaminti tris kartus didesnę energijos kiekį, negu suvartoja. Tai reiškia, kad šiluminėse elektrinėse būtų galima pagaminti teoriškai beveik pusantro karto daugiau elektros energijos, negu yra būtina šalies poreikiams patenkinti. Tuo pačiu, reikia turėti omenyje ir tai, kad šios elektrinės, degindamos kurą, gamina ne tik elektrą, bet ir šilumą. Elektrinių pagaminama šiluma yra naudojama miestams šaltuoju sezonu šildyti ir šiltam vandeniui gaminti. Pagal Litgrid AB duomenis, Lietuva savo reikmėms pasigamina iki 30% nuo visos suvartojamos elektros energijos. Tai reiškia, kad šiluminės elektrinės pagamina apie 5% visos, Lietuvoje suvartojamos elektros energijos. Skirtumas akivaizdus. Teorinė pagaminta energiją galėtų būti iki 150% nuo viso suvartojamo kiekio, bet šiuo metu išnaudojami 30 kartų mažesni pajėgumai. Šios elektrinės kaip kuro šaltinį naudoja mazutą ir dujas.

Pagrindinis šių išteklių tiekėjas šiuo metu yra Rusija. Tai dar kartą patvirtina anksčiau minėtų tyrimų išvadas. Vėjo elektrinės, turėdamos labai mažus ribinius kaštus, išstumia iš gamybos iškastinį kurą deginančias elektrines. Tačiau negalima vienareikšmiškai teigti, kad tai yra vien Lietuvoje instaliuotų vėjo ir saulės elektrinių poveikis. Pilnai superkant vėjo elektrinėse ir kituose elektrinėse, naudojančiose atsinaujinančius išteklius, pagamintą elektros energiją, yra patenkinama tik 10% viso elektros energijos poreikio Lietuvoje. Didelę dalį elektros energijos Lietuva importuoja iš Nordpool elektros energijos biržos dalyvių, arba iš trečiųjų užsienio šalių, kurios šiuo metu nėra biržos dalyvės.

2.6. Kiti veiksniai įtakojantys didmeninę elektros energijos kainą.

Elektros energijos kaina didmeninėje rinkoje priklauso ir nuo to kaip efektyviai elektros energetikos sektorius yra tvarkomas ir valdomas, bei kiek yra efektyvi elektros energijos pati rinka. Biggar (2014) teigia, kad norint elektros energetikos sektoriuje ir rinkoje turėti didelį efektyvumą, visų pirmą reikia apsirašyti pagrindines užduotis, kurias reikia atlikti norint turėti efektyvią rinką ir šias užduotis paskirti kuruojančioms institucijoms. Paskyrus užduotis atitinkamos institucijoms, reikia sudaryti procesus, kaip institucijos atliks savo užduotis, kaip bendradarbiaus tarpusavyje. Taip pat labai svarbu nustatyti taisykles, pagal kurias institucijos turės dirbti ir užtikrinti institucijų tinkamą kontrolę. Kontrolė yra reikalinga tam, kad pastebėjusi neatitikimų, galėtų įsikišti, o esant kokybiškai atliekamiems darbams turėtų priemonės, kaip už tai skatinti. Biggar(2014) teigia, kad užduotys arba tikslai institucijoms turi būti keliami dviejų rūšių: trumpalaikiai ir ilgalaikiai. Taip pat autorius išskiria rizikų valdymo užduotis, kurios yra tarsi jungiamoji grandis tarp ilgalaikių ir trumpalaikių tikslų ir užduočių.

Efektyvus energetikos sektorius, su efektyvia rinka turi gebėti efektyviai išnaudoti esamus pajėgumus trumpuoju laikotarpiu. Biggar(2014) teigia, kad visi efektyvūs elektros energetikos sektoriai turi platų generuojančių šaltinių pasirinkimą su skirtingais kintamais ir pastoviais veiklos kaštais. Efektyviai valdomas elektros energetikos sektorius turi sugebėti užtikrinti paklausos patenkinimą mažiausiomis-pigiausiomis įmanomomis sąnaudomis, panaudojant skirtingus gamybos šaltinius. Taip pat svarbu įsivertinti esamus pralaidumus tarp skirtingų sistemų ar regionų. Svarbu ir tinkamas generatorių techninių savybių įvertinimas atsižvelgiant į jų technines paleidimo ir reguliavimo galimybes bei kaštus. Reikia įsivertinti ir atsinaujinančių resursų išteklių, tokių kaip vėjo, saulės ar vandens kiekį. Planuojant veiklą trumpuoju laikotarpiu, svarbu įvertinti įrenginių gedimo tikimybę ir tinkamai nusimatyti planinius atjungimus techninei įrangos priežiūrai atlikti. Planiniai darbai taip pat turi būti planuojami ir atliekami su kuo mažesniu nukrypimu nuo sudaryto grafiko. Tose vietose, kur potencialai gali susidaryti rinkos galios panaudojimo atvejų, numatyti atitinkamus reguliavimo įrankius rinkos galios panaudojimo išvengimui. Taip pat trumpalaikiams tikslams pasiekti, priskiriamas autorius yra ir vartotojų apkrovų valdymas trumpuoju laikotarpiu. Vartotojai turėtų būti pratinami, arba motyvuojami elektros energijos kainos pagalba, pikų metu esant galimybei mažinti savo vartojimą, su tikslu perkelti vartojimą į mažiau elektros energijos suvartojimo požiūriu „apkrautas“ valandas. Biggar (2014)

pabrėžia, teisingą perdavimo ir skirstomojo tinklo parametrų įvertinimo svarbumą. Kartais gali būti ekonomiškiau įjungti brangesnį generatorių, tačiau esantį arčiau vartotojų. Išvengiant perdavimo linijoje atsirandančių nuostolių, brangesnio generatoriaus patogi geografinė padėtis sutaupys daugiau, negu brangesnio ir pigesnio generatorių patiekiamos elektros energijos kainos skirtumas. Ne visada apsimoka generatorius apskritai jungti į darbą. Jeigu linija, kuri jungia generatorių ir vartotojus bus neužilgo atjungiamą, tai yra tikimybė, kad brangus generatoriaus įjungimo procesas kainos daugiau, negu bus uždribama pardavus elektros energiją iki linijos atjungimo. Paskutinis, trumpalaikiuose uždaviniuose išskiriamas tikslas yra tinkamas reagavimas į atsirandančius trumpalaikius nebalansus tinkle. Kadangi tinkle nuolat keičiasi, jame vyksta darbai, atliekami perjungimai, yra tikimybė, kad gali atsijungi tinklo elementas arba vienas iš generatorių. Atsijungus elektros energijos šaltiniui už nepateiktą energiją gali grėsti sankcijos. Dėl to, dažnai yra įjungiamas rezervinis maitinimas. Tačiau ši atvejį reikia įsivertinti, nes būna situacijų, kai pigiau yra laikyti vartotojus atjungtus ir be elektros, negu jungti brangiai kainuojantį rezervinį maitinimo šaltinį.

Liberalioje rinkoje kiekvienas dalyvis nori gauti maksimalų pelną. Viena iš rizikos valdymo užduočių yra užtikrinti bet minimalias pajamas, kurios leistų toliau funkcionuoti. Vartotojai nori gauti kuo mažesnes kainas ir tuo pačiu turėti kuo patikimesnį tiekimą. Tarpininkai perkantys ir parduodantys elektros energiją nori būti tikri, kad vartotojai pastoviai pirks elektros energiją ir bus mokūs. Tuo pačiu iš gamintojų tikimasi, kad jie visada bus pasirengę pateikti nustatytą elektros energijos kiekį ir jų kaina bent jau nedidės. Elektrinių savininkai taip pat nori užsitikrinti bent minimalų darbo režimą ir energijos supirkimo kainą, kad galėtų išsilaikyti. Šioms rizikoms valdyti yra sudaromos energijos pirkimo-pardavimo sutartys, kuriose nurodoma, kokiomis sąlygomis ir kiek bus nuperkama energijos.

Biggar (2014) vertinimu ilgalaikiai uždaviniai yra susiję su ilgalaikėmis investicijomis. Norint statyti naują elektrinę, reikia įsivertinti nemažai aspektų. Visų pirma reikia įsivertinti esamą paklausą ir prognozuojamą būsimą paklausą. Esamų elektrinių gyvavimo laikas irgi yra skirtingas. Finansiškai neapsimoka statyti kelias elektrines vienoje vietoje, kai gali susidaryti pasiūlos perviršis. Elektrinės tipas taip pat priklauso nuo vartotojų poreikių. Vieni vartotojai gali būti pastovesni, kiti dažniau keisti apkrovas. Elektrinės lengvai reaguojančios į apkrovas yra brangesnės. Kuro rūšis ir pristatymo galimybės taip pat įeina į ilgalaikį planavimą. Pasauliui vis rimčiau žiūrint į klimato kaitą, reikia atsižvelgti į elektrinės taršumą. Padidėjus taršos mokesčiui, yra elektrinių, kurios rinkoje tampa tiesiog nebe konkurencingos.

Šių užduočių vykdymą reikia atiduoti konkrečioms institucijoms ir užtikrinti jų kontrolę. Tinkamai valdomas sektorius, atsakingai atlikdamas trumpalaikes, ilgalaikes ir rizikų suvaldymo užduotis galės tinkamai funkcionuoti ir pasiūlyti vartotojui mažiausią galimą kainą. Baltijos šalyse ši rinka anksčiau buvo valdoma planiškai iš vieno centro. Nebuvo žiūrima į paklausą ir pasiūlą. Perėjus prie liberalios rinkos, rinkos dalyviai įgavo daugiau laisvės. Kiekvienas norėdamas gauti didžiausias galimas pajamas stengiasi savo veiklą optimizuoti. Visi aukščiau paminėti uždaviniai geriausiai yra atliekami esant laisvai rinkai. Vienintelis reguliavimas, kurio pagal esamą praktiką niekas neperleidžia privačiam

sektoriui, priklauso valstybei ir turi tinkamai funkcionuoti, kad rinkos dalyviai nepiktnaudžiautų turima padėtimi rinkoje.

Susiduriant su elektros energijos paklausos svyravimais tiekėjams yra siūloma laikytis tokio veiksmų plano, kuriam pritaria ir Zweifel (2017):

1. Esant paklausai mažesnei negu vidurkis, nemažinti gamybinių pajėgumų, tačiau energiją kaupiti tam skirtuose kaupikliuose. Kai vartojimas padidėja ir persoka vidurkį, energijos kaupikliai turi atiduoti energiją į tinklą.
2. Sudarant sutartis su vartotojais, numatyti galimybes, tam tikrais laiko momentais sustabdyti elektros energijos tiekimą.
3. Taikant kainodarą, sutartis dėl kainos sudaryti taip, kad vartotojai būtų motyvuoti piko metu esančius savo suvartojimus perkelti į tą paros dalį, kai vartojimas yra mažesnis.

Lietuvoje tai iš esmės yra daroma. Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė turi aukštyje esantį vandens baseiną. Varikliai gali dirbti siurblio ir generatoriaus režimu. Kai paklausa yra mažesnė ir elektros energija kainuoja pigiau, siurbliai pakeliai vandenį į aukštutinį baseiną. Kai yra vartojimo pikas, arba elektros energija yra bangesnė, vanduo yra pumpuojamas į žemutinį baseiną, esantį Kauno mariose, generuojama elektros energija parduodama į tinklą.

Jungtinėse valstijose buvo atliktas tyrimas norint pažiūrėti ar mažmeninėje rinkoje buitiniai vartotojai reaguotų į siūlymus mažinti vartojimą piko metu. Normaliai elektros energijos vartojimas yra neelastiškas. Reiškia, nepriklausomai nuo kainos, suvartojamas kiekis išlieka beveik pastovus, imant kaip atskaitą vidutinį suvartojimą. Allcott (2011) teigia, kad efektyviausias būdas, skatinantis naudoti aukštesnio lygio, taupesnius elektros prietaisus yra energijos kaina. Darbe autorius tiria, ar yra įmanoma vartotojus priversti pakeisti savo vartojimo įpročius nekeičiant elektros energijos, kaip prekės kainos. Tyrimo metu pasirinktiems namų ūkio vienetams buvo siunčiama informacija, pasakojanti apie tai, kaip piko metu išauga elektros energijos suvartojimas ir kiek tai kainuoja, bei kiek energijos papildomai išnaudojama ir koks viso šito proceso poveikis aplinkai. Tuo pačiu pasirinktiems vartotojams buvo parodomi jų vartojimo įpročiai ir palyginami su kitais, panašaus dydžio namų ūkiais esančiais netoliese. Atliekamo tyrimo metu buvo tikimasi, kad pateikimas, jog kiekvienas vartotojas gali prisidėti prie aplinkos tausojimo, mažindamas savo vartojimą, keis vartojimo įpročius. Tyrimas užtruko vienerius metus. Galutinai viską įvertinus, paaiškėjo, kad tie vartotojai, kurie buvo motyvuojami saugoti aplinką, piko metu sumažino savo vartojimą. Tyrimo išvados teigia, kad vartojimas sumažėjo maždaug 2,33-2,37%. Tie namų ūkiai, kurie prieš tai vartojo daugiau energijos, savo poreikius apribojo labiau negu mažiau vartojantys. Tai gali būti dėl to, kad mažiau vartojantys buvo labiau atsakingi už gamtos išsaugojimą, arba mažai vartodami neturėjo daugiau galimybių sumažinti savo elektros energijos suvartojimą. Išvadose teigiama, kad vartojimo įpročių keitimas, kaip skatinamąją priemonę naudojant gyventojų sąmoningumą apeliuojant į gamtos saugą, gali sumažinti energijos vartojimą piko metu ir sutaupyti. Tyrimas buvo atliktas palyginus su nedidele grupe namų ūkių ir nėra nustatyta, kaip tai veiktų kitose valstybėse arba bandant paveikti dideles grupes žmonių.

2.7. Rinkos modelių reikšmė didmeninei elektros energijos kainai.

Praėjusį dešimtmetį labai smarkiai išaugo poreikis kurti naujus modelius rinkos prognozavimui. Smarkiai į priekį žengiančios informacinės technologijos leidžia skaičiavimus atlikti žymiai greičiau. Galingesni kompiuteriai gali naudoti žymiai sudėtingesnius modelius. Kaip nurodo Weigt Hannes (2009) anksčiau buvo kuriami modeliai skaičiavimui ir prognozavimui, kurie buvo skirti centralizuotai sistemai. Modelių esmė buvo pateikti duomenis, kurie nusakytų, kaip kuo efektyviau pagaminti elektros energiją, mažesniais kaštais. Kai kurie modeliai apskritai buvo skirti tikrai techniniams dalykams modeliuoti. Liberalizavus elektros energijos rinką atsirado poreikis kurti naujus modelius prekybai elektros energija modeliuoti. Pagrindinis tokių modelių tikslas, sumodeliuoti rinką ir apskaičiuoti bei pateikti pasirinkimus, kaip gauti kuo didesnę pelną. Pagal Weigt Hannes (2009) klasikiniai anksčiau naudoti ir dabar sudaromi modeliai puikiai tinka rinkos ekonomikai. Elektros energijos rinkai, nors ši irgi yra liberali, dėl techninės elektros energijos gamybos ir vartojimo specifikos šie modeliai taip puikiai netinka. Tai yra dėl įvairių priežasčių (elektros energijos paklausa yra neelastinga, elektros energijos negalima kaupti, ji turi būti vartojama gamybos metu ir t.t.) Taip pat rinką yra labai smarkiai veikiama tokių veiksnių kaip oro sąlygos, gamtinių išteklių kainos, techninių naujovių, elektrinėse vykstančių termodinaminių procesų, gamtos apsaugos įstatymų, vandens lygių upėse, ežeruose ir t.t. Sudaromi elektros rinkai, pasak autoriaus gali būti trijų rūšių: modeliai skirti optimizacijai, modeliai skirti pusiausvyrai ir modeliai skirti simuliacijai (imitavimui). Kaip nurodo Ventosa (2005), pagrindinė optimizacijos modelių stiprybė yra tai, kad šiuos modelius galima sukurti didelės apimties įtraukiant techninius ir ekonominius parametrus. Tačiau jeigu norime fokusuotis į vieno parametro reikšmę, pilnai neišnaudojame galimo modelio sudėtingumo teikiamų privalumų. Paprasčiausios optimizacijos modelio pavyzdys yra modelis, siekiantis didžiausio galimo pelno deterministinėje rinkoje, kuri primena tobulos konkurencijos rinką. Šio modelio sprendimas yra gaunamas naudojant tiesinį programavimą. Pusiausvyros modelis pagal nutylėjimą suranda tą rinkos tašką, kuris geriausiai atspindi situaciją, kurios metu yra pusiausvyra. Kitaip tariant modelio pagalba yra surandama lygybė tarp pasiūlos ir paklausos. Kaip nurodo Tamašiūnas (1999) pusiausvyros būsenoje yra neįmanoma pagerinti bent vieno ekonominio dalyvio būsenos nepabloginant kito arba kitų dalyvių būsenos. Bet kiekviena pusiausvyros būseną gali būti realizuojama kaip pusiausvyra, jei atitinkamai perskirstomas pradinis individų turtas. Pagal šį modelį iš dalies veikia Nordpool elektros energijos rinką, kai gamintojai siūlo savo kainą, o pirkėjai pateikia savo pasiūlymus su nurodytais norimais pirkimo kiekiais ir kainomis. Tačiau pasitaiko atvejų kai kainų „sankirtos“ nėra, tačiau vis tiek yra sudaromas pardavimo ir pirkimo sandoris. Elektros energijos rinkos sudėtingumas dažnu atveju neleidžia pilnai taikyti pusiausvyros modelių. Tokiu atveju yra atliekami modelio supaprastinimo veiksmai leidžiantys jį pritaikyti praktikoje. Simuliacijos modeliai suteikia galimybę rinkos analizavimo tikslais pateikti supaprastintus parametrus, kai pusiausvyros modelio dėl per daug ir per sudėtingų parametrų negalima pritaikyti. Modelių tikslumas iš dalies įtakoja didmeninę elektros energijos kainą.

3. DIDMENINĘ ELEKTROS ENERGIJOS KAINĄ ĮTAKOJANČIŲ VEIKSNIŲ, TYRIMO METODOLOGIJA

3.1. Veiksnių, darančių įtaką elektros energijos didmeninei kainai, nustatymas koreliacinės analizės metodu

Didmeninė elektros energijos kaina sudaro didžiausią kainos dalį galutinėje elektros energijos kainoje, už kurią vartotojai atsiskaito tiekėjui. Veiksniai įtakojantys didmeninę elektros energijos kainą taip pat daro didžiausią poveikį galutinei elektros energijos kainai. Norint žinoti, kas įtakoja galutinę elektros energijos kainą buitiniams vartotojams, bei kas įtakoja pramoninių vartotojų išleidžiamus pinigus perkant elektros energiją didmeninėje ir mažmeninėje rinkose, reikia tirti kainą įtakojančius veiksnius. Didžiausią galutinės kainos dalį sudaro rinkoje laisvai kintanti didmeninė elektros energijos kaina. Nustačius faktorius, įtakojančius didmeninę elektros energijos kainą ir suradus ryšius tarp jų, atsirastų didesnė galimybė daryti įtaką elektros energijos kainai. Tyrimo tikslas yra išaiškinti veiksnius darančius įtaką didmeninei elektros energijos kainai ir nustatyti jų įtaką. Tyrimo metu iš numanomai ryši su didmenine elektros energijos kaina turinčių veiksnių, pirmiausia nustatysime, kurie veiksniai turi reikšmingą ryšį, tada ieškosime jų įtakos. Tyrimui didmeninės elektros energijos kainos duomenis paimsime iš didmeninės elektros energijos rinkos operatoriaus Nordpool duomenų bazės. Importuojamų ir eksportuojamų elektros energijos kiekių su kaimyninėmis šalimis duomenys paimami iš perdavimo tinklo operatoriaus Litgrid. Energetinių išteklių kainas naudojamos iš VERT ir pasaulinės energetinių išteklių biržos.

Didmeninę Elektros energijos kainą įtakojančių veiksnių nustatymui ir jų poveikio tyrimui naudosisime koreliacinę ir regresinę analizę. Koreliacija atsako į klausimą, ar egzistuoja tarp kintamųjų tiesinis ryšys, tačiau nepasako, kodėl tas ryšys atsiranda. Balabonienė (2013) rašo, kad galėtume įvertinti ar tarp duomenų yra ryšys, duomenys turi būti pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Šiam dalykui sužinoti yra iškeliamos hipotezės : H_0 : „kintamojo reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį“; H_a : „kintamojo reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį“. Šiame darbe kiekvienam veiksmui įvertinti yra naudojami 23 duomenys. Duomenys yra vertinami naudojant „Eviews“ programą, SPSS programą, Jorke-bera testą. Jeigu Jorke-bera testo kriterijaus tikimybė yra didesnė negu pasiklovimo lygmuo α , reiškia nulinė hipotezė atmetama nėra. Reiškia nagrinėjami duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Dažniausiai pasirenkamas reikšmingumo lygmuo yra 0,05, šiame darbe irgi naudosisime 0,05 reikšmingumo lygmenį. Tai reiškia, kad klaidų bus ne daugiau kaip 5%. Kaip tarp tiriamų duomenų egzistuoja tiesinis koreliacinis ryšys, apskaičiuojame tiesinį koreliacijos koeficiento įvertį, kuris vadinamas Pirsono koreliacijos koeficientu. Jis apskaičiuojamas:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x \cdot S_y} ;$$

r_{xy} – tiesinės koreliacijos tarp nagrinėjamų duomenų eilučių X ir Y koeficientas;

x, y – duomenų reikšmių X ir Y , tarp kurių yra skaičiuojama koreliacija, skaitinės reikšmės;

S_x, S_y – duomenų reikšmių X ir Y standartinis nuokrypis;

Koreliacijos koeficientas gali įgyti reikšmę intervale tarp -1 ir 1 . Kuo ryšio modulio reikšmė artimesnė 1 tuo ryšys tarp dydžių yra stipresnis. Jeigu didėja dydis X , atitinkamai didėja ir dydis Y . Kai koreliacijos koeficientas yra neigiamas, reiškia egzistuoja atvirkštinis ryšys, mažėjant vienam dydžiui kitas didėja. Koreliacijos koeficientas yra simetriškas. Kaip koreliuoja X su Y , taip pat koreliuoja ir Y su X . Koeficiento r reikšmė galima vertinti pagal 22 paveikslo duomenis:

- $|r| < 0,3$ labai silpna koreliacija
- $0,3 \leq |r| < 0,5$ silpna koreliacija
- $0,5 \leq |r| < 0,7$ vidutinė koreliacija
- $0,7 \leq |r| < 0,9$ stipri koreliacija
- $0,9 \leq |r| \leq 1$ labai stipri koreliacija

22 pav. Tiesinio koreliacijos koeficiento vertinimo duomenys (Čekanavičius 2014)

Apskaičiavus koreliacijos koeficientą, reikia apskaičiuoti šio koeficiento reikšmingumą. Reikšmingumas yra apskaičiuojamas taikant Stjudento kriterijų. Kai apskaičiuota Student'o statistikos tikimybė p yra didesnė už reikšmingumo lygmenį α (naudojame $0,05$), tai H_0 hipotezė neatmetama, koreliacijos koeficientas yra reikšminis ir tarp kintamųjų yra tiesinis ryšys.

Taikant koreliacinę analizę galima įvertinti, kurie iš pasirinktų veiksnių turi tiesinį ryšį su didmenine elektros energijos kaina.

3.2. Veiksnių, darančių įtaką didmeninei elektros energijos kainai, regresinė analizė

Balabonienė (2013) teigia, regresinę analizę naudojame ne tik tiriamam objektui darančių veiksnių nustatymui, bet ir siekiant pažvelgti giliau ir nustatyti kokią kiekybinę įtaką jie daro. Kaip ir koreliacinėje, taip ir regresinėje analizėje prieš pradedant apdirbinėti duomenis, pirmiausiai yra nustatoma, ar jie pasiskirstę pagal normalų skirstinį. Jeigu duomenys nėra pasiskirstę pagal normalų skirstinį, galima surasti išskirtis ir jas išmesti, o jeigu jų nėra, pasirinktiems duomenims atliekamas funkcinis keitimas, juos logaritmuojant, traukiant šaknį, keliant kvadratu ar kitais tinkamai būdais. Kai duomenys apdirbami patikrinimui, žiūrima ar jie yra pasiskirstę pagal normalų skirstinį. Esant normaliam pasiskirstymui, žiūrima kurie duomenys koreliuoja su tiriamu objektu (šiuo darbe tai didmeninė elektros energijos kaina). Esant koreliacijai yra patikrinamas jos reikšmingumas. Koreliacija ir jos reikšmingumas yra tikrinami tarp tiriamojo objekto ir visų laiko eilučių, kurios tikėtina, kad gali daryti įtaką tiriamam objektui. Regresijos lygtis atrodo taip:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n,$$

čia y – priklausomas kintamasis;

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ – regresijos lygties koeficientų (parametrų) įverčiai, kurie yra apskaičiuojami mažiausių kvadratų metodu (minimizuojant liekamųjų paklaidų kvadratų sumą);

x_1, x_2, \dots, x_n – nepriklausomi kintamieji.

Tarp veiksnių darančių įtaką tiriamam objektui negali būti koreliacijos. Tai yra vadinama daugiakolinearumu. Kai yra daugiakolinearumas, jis mažina modelio tikslumą. Tarpusavyje koreliuojantys veiksniai iš modelio turi būti pašalinami. Daugiakolinearumas nustatomas pagal formulę:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

VIF_i – nepriklausomo kintamojo x_i dispersijos mažėjimo daugiklis;

R_i^2 – tiesinį ryšį tarp nepriklausomo kintamojo x_i ir kitų nepriklausomų kintamųjų įvertinančios regresijos determinacijos koeficientas. Sudarius modelį, yra tikrinamas modelio parametrų reikšmingumas. Reikšmingumas tikrinamas suformuluojant kiekvienam, prie x esančiam koeficientui b_i hipotezes.

$$\begin{cases} H_0 : b_i = 0, \\ H_a : b_i \neq 0; \end{cases}$$

b_i – regresijos lygties koeficientas, kai $i = 0, 1, \dots, n$.

Nulinei hipotezei patikrinti yra naudojamas t (Studento) kriterijus. Jei šio kriterijaus reikšmė didesnė už pasiklovimo lygmenį, reiškia nulinė hipotezė neatmetama. Tada koeficientas esanti prie x yra lygus nuliui. Kadangi padauginus iš nulio gaunamas nulis, šis kintamasis, kaip nereikšmingas yra išmetamas. Modelis, su reikšminiais kintamaisiais sudaromas iš naujo ir tikrinamas pačio modelio reikšmingumas. Suformuojamos hipotezės H_0 : - determinacijos koeficientas yra nereikšminis ir H_a : determinacijos koeficientas yra reikšminis. Jeigu modelis reikšminis, galime tirti. Kuo determinacijos koeficientas R yra didesnis, tuo modelio tikslumas yra didesnis. Sukūrus tiesinį regresijos modelį su keliais kintamaisiais, galima sukurti netiesinius porinius modelius su įtakojančiais kintamaisiais. Sukūrus įvairių rūšių modelius atsirenkamas, tas kuris yra tiksliausias, pagal tai kurio didžiausias determinacijos koeficientas R .

4. DIDMENINĘ ELEKTROS ENERGIJOS KAINĄ ĮTAKOJANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMŲ REZULTATAI IR DISKUSIJA

4.1. Veiksnių, koreliuojančių su elektros energijos kaina, patikrinimas ir koreliacijos stiprumo suradimas

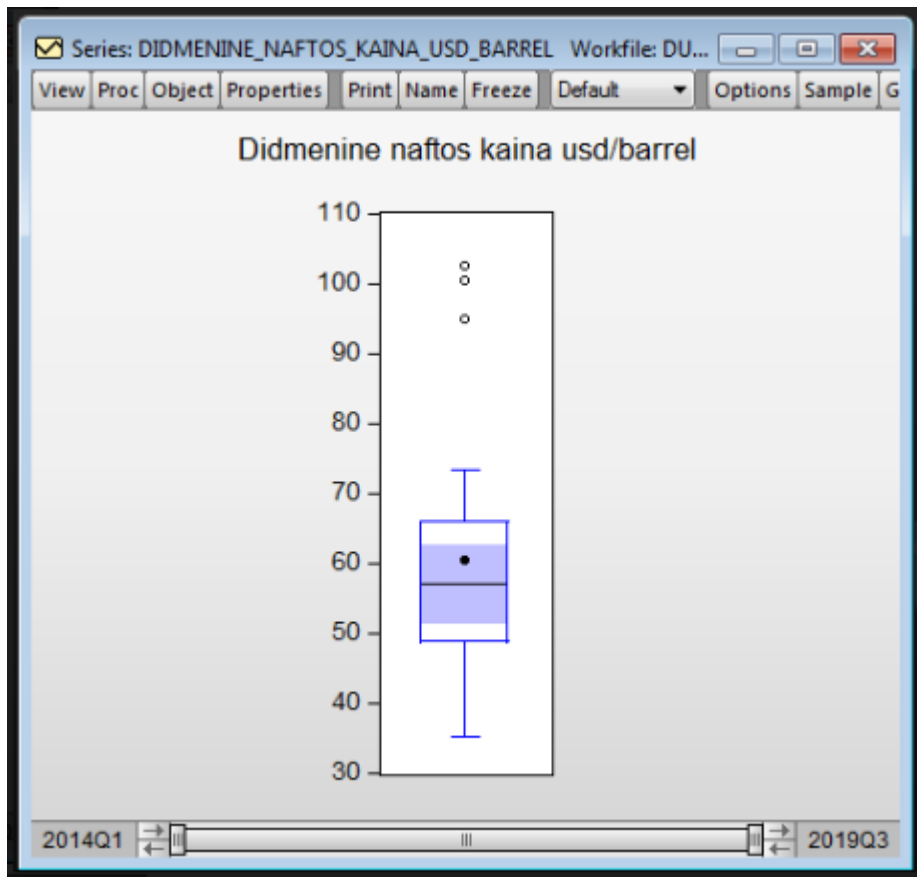
Veiksnių ir jų įtakos nustatymui pasirinkti 2014-2019 trečio ketvirčio duomenys. Būtų imami visi 2019 metų duomenys, tačiau jie pilnai atsiranda tik sekančių metų eigoje. Atlikus teorinę analizę, tyrimui pasirinkti šie duomenys: Lietuvoje pagamintas elektros energijos kiekis, elektros energijos kiekis pagamintas šiluminėse elektrinėse, elektros energijos kiekis pagamintas vėjo elektrinėse, elektros energijos kiekis pagamintas naudojant kitus atsinaujinančius energijos išteklius, galutinis elektros energijos suvartojimas Lietuvoje, grynasis importas iš Baltarusijos ir Rusijos, didmeninė naftos kaina ir didmeninė importuojamų dujų kaina. Nors Lietuvoje ir pagamina palyginus nedidelę elektros energijos dalis nuo galutinio suvartojimo, tačiau vietiniai gamintojai bendrai paėmus pagal turimus instaliuotos galios pajėgumus teoriškai gali patenkinti tris kartus didesnius poreikius negu yra suvartojama Lietuvoje ir gali įtakoti elektros energijos kainą. Šiluminių elektrinių pagamintas elektros energijos kiekis yra svarbus dėl to, kad jos gali greičiausiai reaguoti į išaugusį suvartojimą ir greičiausiai prisitaiko prie galios poreikių. Vėjo energija pagaminama Lietuvoje sudaro gana didelę dalį nuo galutinio pagaminamo elektros energijos kiekio, plius vėjo elektrinėse gaminamos elektros energijos ribiniai gamybos kaštai yra žymiai mažesni negu kitose elektrinėse pagaminamos elektros energijos. Kiti atsinaujinantys ištekliai (kaip saulė, biokuras, atliekos) nors ir sudaro mažą dalį pagaminamos energijos, tačiau jų įtaką reikia tirti vis tiek dėl mažų gamybos kaštų. Galutinis elektros energijos suvartojimas yra svarbus, nes Lietuvoje elektros energijos rinka yra liberali. Liberalioje rinkoje veikia pasiūlos ir paklausos dėsnis. Normaliai rinkoje, kuo yra didesnė paklausa, tuo didesnė yra kaina. Importuojamas grynasis kiekis iš Baltarusijos ir Rusijos pasirinktas todėl, kad šiose šalyse yra kitokie aplinkos apsaugos standartai, jose daugiausia gamybai yra deginamas iškastinis kuras ir importuojamas kiekis sudaro daugiau negu pusę Lietuvoje suvartojamo galutinio elektros energijos kiekio. Nafta yra pasirinktas kaip pagrindinis energijos šaltinis pasaulyje, su nafta dažnai būna susiejamos kitų energijos išteklių kainos. Gamtinės dujos yra parinktos kaip vienas pagrindinių, iškastinį kurą deginančių elektrinių energijos šaltinis ir dėl elektrinių gebėjimo greitai prisitaikyti prie paklausos pokyčių.

Norint patikrinti, ar numanomi duomenys, pasirinkti tyrimui koreliuoja su didmenine elektros energijos kaina, pasirinkti duomenys turi būti patikrinti, siekiant sužinoti, ar jie pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Duomenų tinkamumas yra tikrinamas naudojant „Eviews“ programą. Duomenys yra patikrinami pagal Jarque-Bera kriterijų. Tikrinant normalumą pasirinktų kintamųjų, yra formuluojamos dvi hipotezės: H_0 : - duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį ir H_a : duomenys nėra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Kai gaunama paskaičiuota tikimybė yra didesnė už pasiklovimo lygmenį $\alpha = 0,05$, priimame ir teigiame, kad H_0 : - duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Kai duomenys pasiskirstę normaliai, galime daryti koreliacinę analizę. Gautos reikšmės duomenų tinkamumą patikrinus „Eviews“ programa surašytos 2 lentelėje.

2 lentelė. Kintamųjų patikrinimo ar pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį rezultatai

Kintamasis	Kintamųjų duomenys	
	Stebinių skaičius	Tikimybė (probability)
Elektros energijos gamyba Lietuvoje GWh	23	0,410
Gamyba šiluminėse elektrinėse, GWh	23	0,280
Gamyba vėjo elektrinėse	23	0,624
Gamyba naudojant kitus atsinaujinančius išteklius, GWh	23	0,071
Galutinis suvartojimas Lietuvoje, GWh	23	0,734
Grynasis importas iš NVS šalių, EUR/MWh	23	0,085
Didmeninė naftos kaina USD/barrel, EUR/MWh	23	0,045
Importuojamų gamtinių dujų kaina, EUR/MWh	23	0,589
Didmeninė elektros energijos kaina EUR/MWh	23	0,556

Visi tyrimui pasirinkti kintamieji yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, nes gautos tikimybės yra didesnės negu 0,05. Išimtis taikoma didmeninei naftos kainai. Šios laiko eilutės gauta tikimybė patikrinus „Eviews“ programa yra 0,045, kas yra mažiau negu 0,05. Reiškia nulinės hipotezės priimti negalime, nes duomenys yra pasiskirstę ne pagal normalųjį skirstinį. Kintamąjį - didmeninė naftos kaina tikriname ar jame nėra išskirčių. Išskirtis yra toks laiko eilutės nepriklausomas kintamasis, kuris yra nutolęs nuo pirmojo arba trečiojo kvartilio daugiau negu per 1,5 kvartilio pločio. Šį veiksmą taip pat atliekame „Eviews“ programa pasinaudodami stačiakampio diagrama. Gauta diagrama pavaizduota 23 paveiksle.



23 pav. Kintamojo didmeninė naftos kaina išskirtys (Sudaryta autoriaus Eviews programa)

Iš 23 paveikslo matome, kad išsiskiria trys eilutės duomenys. Tolimesniam duomenų apdorojimui galimi du pasirinkimai, galima pašalinti išsiskiriančius duomenis ir tikrinti normalumą arba galima laiko eilutę logaritmuoti, traukti šaknį kvadratinę arba kelti kvadratu. Išsiskiriančius duomenis šaliname tik išskirtiniu atveju. Modelio tikslumui duomenų pašalinimas daro neigiamą įtaką. Naudodami „Eviews“ programą laiko eilutę - didmeninė naftos kaina logaritmuojame, traukiame kvadratinę šaknį ir keliame kvadratu. Gauti duomenys surašomi į 3 lentelę.

3 lentelė. Kintamojo „didmeninė naftos kaina“ rezultatai atlikus funkcinių duomenų keitimą.

Kintamasis	Kintamųjų duomenys	
	Stebinių skaičius	Tikimybė (probability)
Kvadratinė šaknis iš didmeninė naftos kaina	23	0,166
Natūrinis logaritmas iš didmeninės naftos kaina	23	0,449
Kvadratas didmeninė naftos kaina	23	0,049
Didmeninė naftos kaina pašalinus išskirtis	20	0,925

Po funkcinio keitimo, iš surašytų duomenų lentelėje matome, kad pagal gautas tikimybes, trimis atvejais iš keturių, galime priimti nulinę hipotezę, kad duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Kvadratu pakėlus „didmeninė naftos kaina“ nulinės hipotezės priimti negalime. Kadangi išmetus duomenis gali nukentėti tikslumas, nors duomenys ir pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, laiko eilutės su pašalintais išsiskiriančiais eilutės elementais irgi netiriame. Pasirenkame tolimesniam koreliaciniam ryšių nustatymui „didmeninė naftos kaina“ natūrinį logaritmą, nes jo didesnis pasikliovimo lygmuo. Atlikus funkcinių keitimą, visus anksčiau pasirinktus duomenis laiko eilutėse turime pasiskirsčiusius pagal normalųjį skirstinį, reiškia tarp visų duomenų ir didmeninės elektros energijos kainos galime toliau ieškoti ryšio. Koreliacijos koeficientui surasti naudojame „Eviews“ programą. Gauti duomenys surašyti 4 lentelėje.

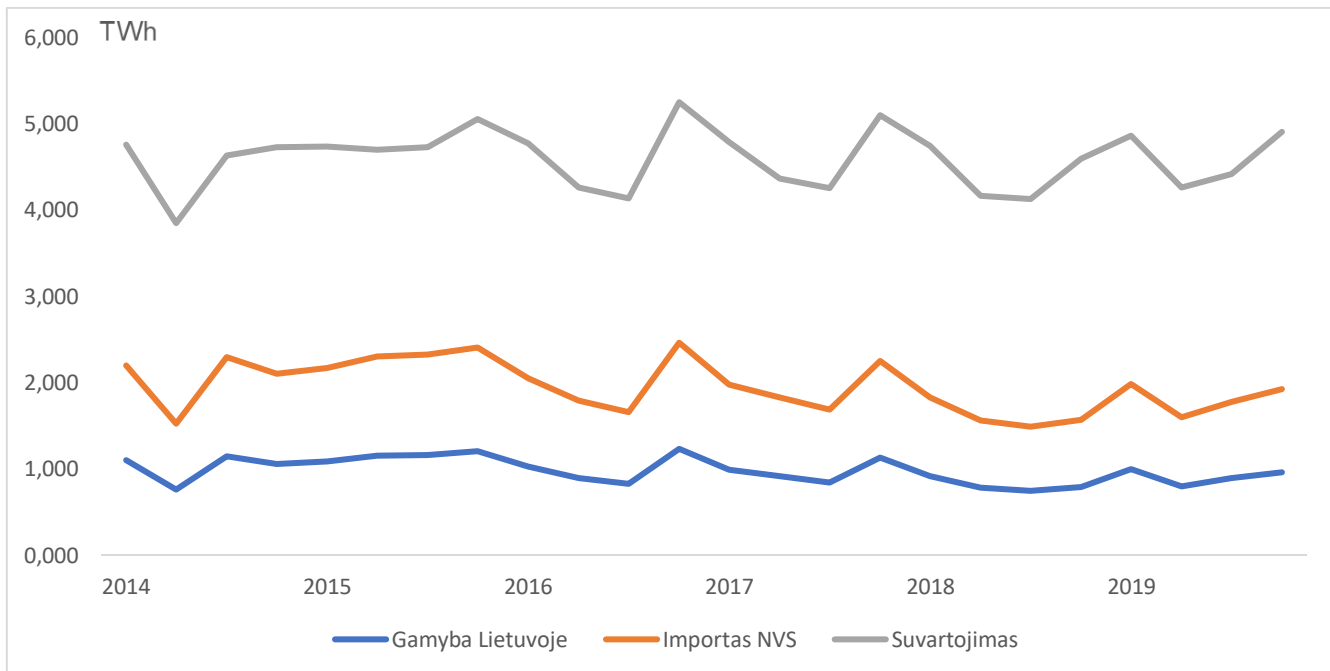
4 lentelė. Koreliacijos koeficientai tarp pasirinktų veiksnių numanomai įtakančių didmeninę elektros energijos kainą ir didmeninės elektros energijos kainos reikšmės

Kintamasis	Kintamųjų duomenys	
	Koreliacijos koeficientas	tikimybė
Elektros energijos gamyba Lietuvoje GWh	-0,294	0,207
Gamyba šiluminėse elektrinėse, GWh	-0,146	0,536
Gamyba vėjo elektrinėse, GWh	-0,097	0,682
Gamyba naudojant kitus atsinaujinančius išteklius, GWh	0,244	0,298
Galutinis suvartojimas Lietuvoje, GWh	0,257	0,2722
Grynasis importas iš NVS šalių, EUR/MWh	0,704	0,005
Didmeninė naftos kaina (Natūrinis logaritmas) USD/barrel	0,475	0,034

Importuojamų gamtinių dujų kaina, GWh	0,416	0,047
---------------------------------------	-------	-------

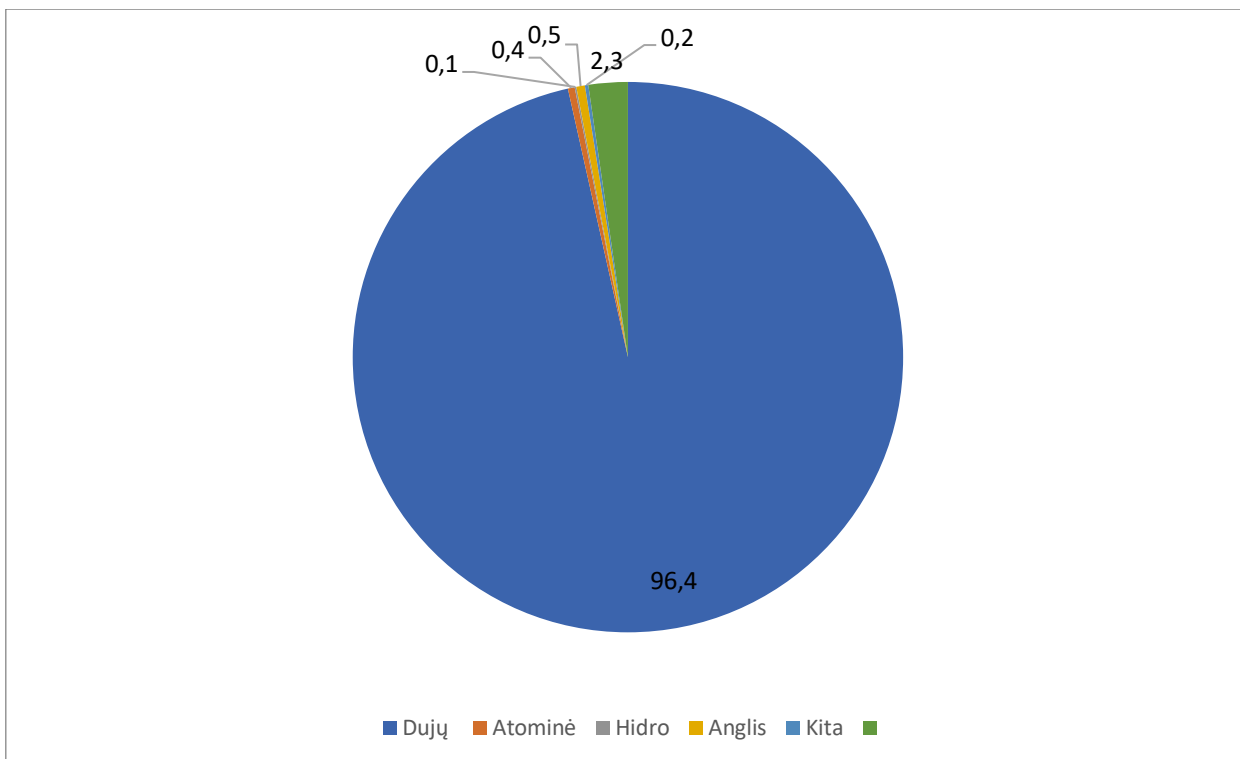
Apžvelgus visus gautus duomenis, galime daryti išvadą, kad reikšmingai koreliuoja su didmenine elektros energijos kaina šie pasirinkti rodikliai: importuojamų gamtinių dujų kaina, didmeninė naftos kaina po logaritmovimo ir grynasis importuotas elektros energijos kiekis iš NVS (Baltarusijos, Rusijos ir kaip atskiro regiono, nors priklauso Rusijai išskiriamo Kaliningrado) šalių. Šie dydžiai dėl to reikšmingai koreliuoja, nes jų gautos tikimybės 0,005; 0,034; 0,047 yra mažesnės negu pasitikėjimo lygmuo $\alpha = 0,05$. Gauti koreliacijos koeficientai atitinkamai yra 0,704; 0,475 ; 0,416. Tai reiškia, kad grynasis importas iš NVS šalių stipriai koreliuoja su didmenine elektros energijos kaina, o didmeninė naftos kaina ir importuojamų gamtinių dujų kaina silpnai koreliuoja su didmenine elektros energijos kaina. Paanalizavus aukščiau apžvelgtą literatūrą, buvo labai tikėtina, kad su didmenine naftos kaina neigiamai koreliuos ir elektros energija pagaminta naudojant vėjo elektrines, tačiau gautas mažas ir neigiamas koreliacijos koeficientas yra nereikšmingas. Kaip apibūdinamas koreliacijos koeficientas, tai tarpusavio dydžių ar reiškinų priklausomybė.

Lietuvai uždarius 2010 metais Ignalinos atominę elektrinę, Lietuva iš didžiausio elektros energijos eksportuotojo Baltijos šalyse tapo didžiausiu importuotoju. Elektros energija yra importuojama iš užsienio valstybių. Kaip buvo minėta aukščiau esančiuose skyriuose, Lietuva yra pajėgi su turimais pajėgumais gaminti tris kartus daugiau elektros energijos negu yra suvartojama.



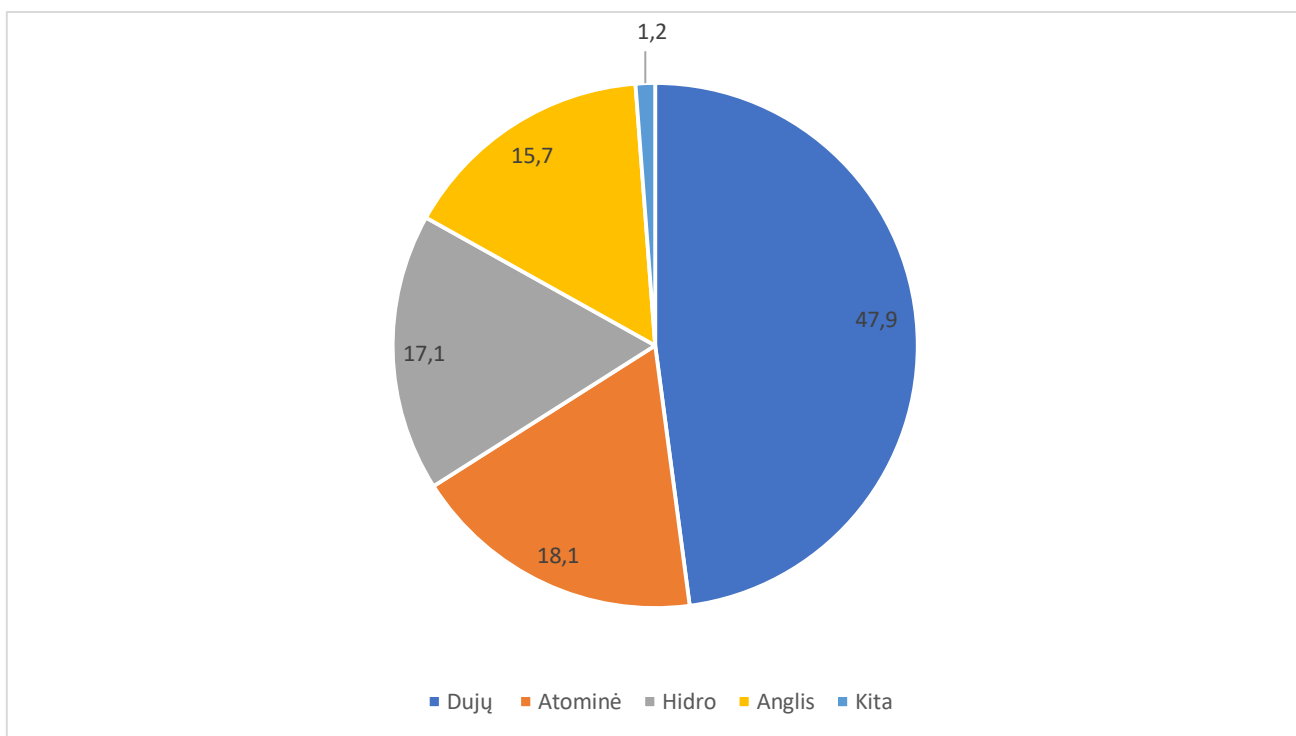
24 pav. Lietuvos elektros energijos suvartojimas, gamyba ir importas iš NVS

Tačiau Lietuva yra liberalios elektros energijos rinkos dalyvė. Liberalioje rinkoje galioja paklausos ir pasiūlos dėsnis. Reiškia, jeigu yra paklausa, bus ir pasiūla. Tuo pačiu, esat liberaliai rinkai, kiekvienas rinkos žaidėjas stengiasi kuo daugiau uždirbti. Uždirbti galima daugiau parduodant. Elektros energija yra tokia prekė, kurios negali priversti kitus daugiau vartoti. Yra dar vienas kelias gauti didesnę pelną, tai įsigyti elektros energiją rinkoje kuo galima pigiau ir parduoti brangiau. Šiuo metu tai ir yra daroma. Pagal Lietuvos elektros energijos perdavimo tinklo operatoriaus, atsakingo už tinklo balansavimą duomenis galima procentaliai matyti, kiek elektros energijos Lietuva pasigamina ir suvartoja, bei importuoja iš NVS. 24 paveiksle grafiškai pateikti 2014-2019 Lietuvoje suvartotas, pagamintas ir importuotas elektros energijos kiekiai. Vizualiai matosi, kad importuojamas elektros energijos kiekis iš NVS yra ženkliai didesnis negu Lietuvoje pagaminamas elektros energijos kiekis. Lyginant importą ir suvartojimą, gauname, kad minimame laikotarpyje iš kaimyninių valstybių rytuose vidutiniškai importuojame 42% Lietuvos elektros energijos poreikio. 2019 pirmąjį ketvirtį šis kaičius buvo pasiekęs beveik 78%. Tokį kiekį įtakojo sumažėjęs vartojimas Lietuvoje ir santykinai padidėjęs importo kiekis. Tuo pačiu matome, kaip grafike importuojamas kiekis iš Rusijos ir Baltarusijos prisitaiko prie elektros energijos poreikio Lietuvoje. Trečdalis Lietuvoje pagaminamos elektros energijos yra sugeneruojama vėjo elektrinėse, dalis yra pagaminama naudojant saulės ir hidro elektrines. Šios elektrinės negali taip pastoviai gaminti elektros energijos kaip gamina šiluminės elektrinės. Tuo pačiu, kaip buvo aptarta ankstesniame skyriuje, elektros energijos negalima kaupti, tam šiuo metu nėra sukurtą ekonomiškai naudingų būdų. Kiek elektros energijos norime vartoti, tiek jos turime ir pagaminti. Reiškia atsiradus didesniam poreikiui reikia skubiai reaguoti į paklausos padidėjimą. Tokius padidėjimus generuojančiais pajėgumais geriausiai atlieka šiluminės elektrinės, kurių daugiausiai ir yra Rusijoje ir Baltarusijoje.



25 pav. Elektros energijos gamyba Baltarusijoje pagal energijos šaltinį (sudaryta autoriaus pagal www.government.ru 2010-2018m. duomenis)

Kaip matome 25 paveiksle, Baltarusijoje beveik visa pagaminama elektros energija yra sugeneruojama deginant dujas. Taip pat ir Rusijoje (26 paveikslas) beveik pusę viso šalies poreikio elektros energijai yra patenkinam deginant gamtines dujas. Ženklią dalį sudaro hidro ir atominėse elektrinėse pagaminta elektros energija. Rusija ir Baltarusija yra susijusios ne tik politiškai, bet ir ekonomiškai ir energetiškai.



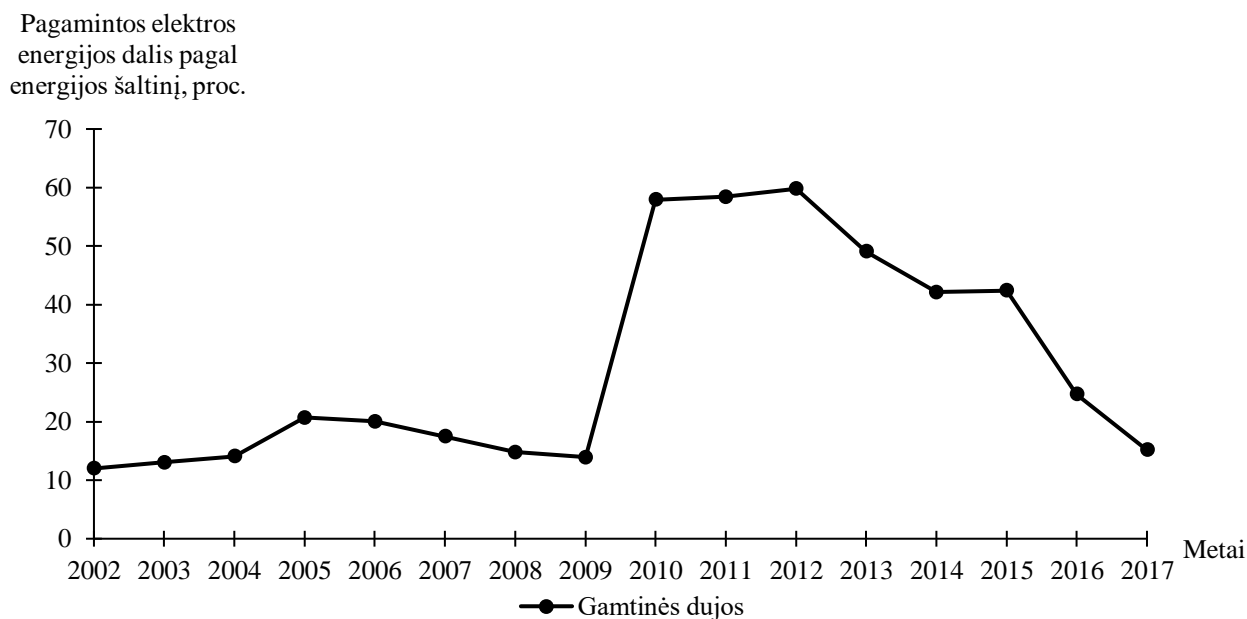
26 pav. Elektros energijos gamyba Rusijoje pagal energijos šaltinį (sudaryta autoriaus pagal www.government.ru)

Baltarusija gaudama pigiau energetinius išteklius iš Rusijos, gali gaminti elektros energiją degindama dujas. Lietuva būdama Europos sąjungos narė, energetikos sektoriuje turi paisyti griežtesnių reikalavimų. Deginant iškastinį kurą, yra išmetamos CO₂ dujos. Atsiranda papildomi taršos mokesčiai, kurie padidina elektros energijos kainą. NVS šalyse esant žemesniems gamtosauginiams reikalavimams elektros energiją naudojant iškastinį kurą galima pagaminti pigiau negu Lietuvoje. Tuo pačiu ir techniniai standartai Europos sąjungoje yra aukštesni, kas padidina ir Elektros energijos gaminimo kainą.

Apžvelgiant elektros energijos importo iš NVS šalių ryšį su energijos kaina, išskiriamos kelios dedamosios. Pirma ir svarbiausia dedamoji yra importuojamas kiekis. Importuojant daugiau negu 40% procentų elektros energijos, ši dalis sudaro svarbią reikšmę bendroje rinkoje ir tai yra jaučiama. Antra,

naudojant šiluminės elektrinės galima greitai reaguoti į paklausos pokyčius. Kaip buvo nurodyta ankstesniuose skyriuose, elektrinės, kurios greičiausiai reaguoja į paklausą ir yra tie rinkos dalyviai, kurie formuoja galutinę elektros energijos kainą. Besiskiriantys elektrinių sumokami pinigų kiekiai už gamtinius išteklius, žemesni gamtos saugos standartai ir reikalavimai, gamybos technologijos, leidžia pigiau pagaminti elektros energiją NVS šalyse ir tai yra jaučiama dėl didelio importuojamo kiekio.

Gamtinių dujų importuojama kaina nors ir silpną, tačiau turi ryšį su didmenine elektros energijos kaina Lietuvoje. Gamtinių dujų kainos koreliaciją su didmenine elektros energijos kaina irgi galima paaiškinti. Pažvelgus į aukščiau parodytus 25 ir 26 paveikslus, matome kokia dalis elektros energijos yra panaudojama deginant gamtines dujas NVS. Žvelgiant iš importuojamų šalių pusės, dujos, kaip kuras sudaro labai didelę dalį energijos šaltinio, kurį panaudojant yra pagaminama elektra. Kaip buvo minėta ankstesniuose skyriuose, šiluminės elektrinės, kurios naudoja elektros energijos gamybai išskastinį kurą, savo pagaminamą elektros energiją yra privestos susieti su naudojamu kuru, kadangi kuro kaina gali sudaryti iki 70% procentų nuo visos kainos, už kurią elektros energija yra parduodama į perdavimo tinklą. Kitos išlaidos, tokios kaip eksploatacinės, darbuotojų atlyginimai, sudaro mažesnę kainos dalį. Apžvelgti reikia ir kitas dedamąsias, kurios įtakoja didmeninę elektros energijos kainą, už kurią elektrinės parduoda savo produkciją, tačiau šios sudaro neženkliai dalį.



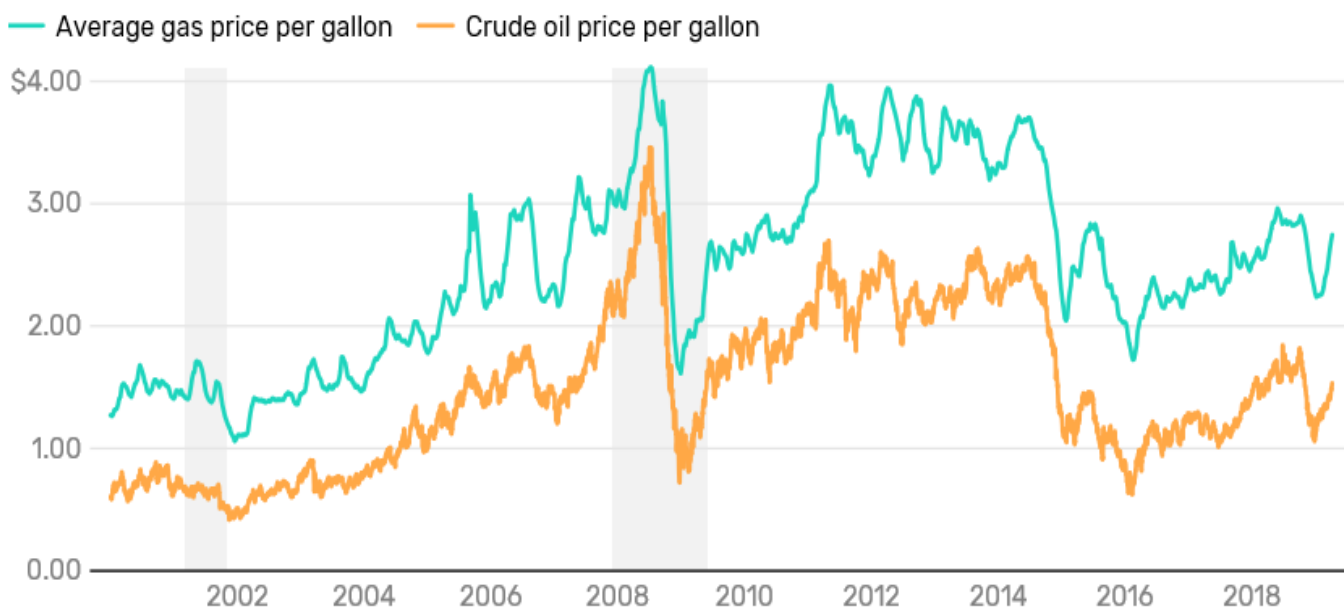
27 pav. Lietuvoje pagaminta elektros energijos dalis deginant dujas. (sudaryta autoriaus pagal Eurostat (2019))

27 paveiksle pateikiamas elektros energijos kiekis Lietuvoje pagamintas deginant dujas. Kiekis išreikštas procentais. Nors nagrinėjamas dydis, turintis ryšį su elektros energijos kaina, yra pasirinktas kaip importuojamų dujų kaina, tačiau tai neturi didelės reikšmės. Pasaulyje yra bendra gamtinių dujų rinka, ji nėra valdoma centralizuotai. Esant liberaliai rinkai, galiojat pasiūlos ir paklausos dėsniai, jeigu būtų dideli skirtumai tarp kainų, rinka šiuos didelius skirtumus išlygintų. Tačiau laikyti, kad pasaulyje

vienodos dujų kainos visose šalyse irgi negalime. Lietuvoje taip pat pastačius suskystintų dujų terminalą, padidėjus konkurencijai tarp prekyautojų, dujų kaina sumažėjo. Matome, kad 2010 metais uždarius Ignalinos atominę elektrinę, gamtinių dujų kiekis sunaudotas elektros energijos gamybai smarkiai padidėjo ir siekė beveik 60%. Šiuo metu Lietuvoje šiluminių elektrinių instaliuota galia sudaro kiek daugiau negu 50% nuo visos instaliuotos galios ir po atominės elektrinės uždarymo šis kiekis nelabai keitėsi. Nuo 2012 dujų kiekis, skirtas elektros energijos gamybai pradėjo mažėti ir 2017 metais siekė apie 15%. Tai galima paaiškinti atsinaujinančių energijos šaltinių vystymu ir tarp Lietuvos ir Švedijos atsiradusia jungtimi, kuri leidžia importuoti pigesnę elektros energiją iš Švedijos. Žiūrint į naudojamus duomenis tyrimui, apimančiam 2014-2019 metus, gamtinės dujos sudaro ženkliai dalį tiek naudojant jas elektros energijos gamybai Lietuvoje, tiek elektros energijai pagaminti NVS šalyse.

Nors veiksniai - importuojamų gamtinių dujų kaina ir elektros importuotas kiekis iš NVS - šalių iš pirmo žvilgsnio neturi ryšio, tačiau įsivertinus panaudojamą dujų kiekį elektros energijai gaminti, Lietuvoje ir kiekį Rusijoje ir Baltarusijoje galime sudaryti ryšių grandinę. Lietuva importuoja didelį elektros energijos kiekį iš NVS. Tai, kaip ženkliai užimama rinkos dalis turį įtakos galutinei elektros energijos kainai. Deginamos dujos sudaro ženkliai dalį tiek Lietuvoje, tiek NVS pagaminamoje elektros energijoje. Gauti koreliacijos koeficientai tai patvirtina.

Kaip parodė duomenų analizė, pasaulinė naftos kaina taip pat turi ryšį su didmenine elektros energijos kaina Lietuvoje. Apskritai, nafta yra pasaulyje pagrindinis energijos šaltinis. Mažesnę, tačiau taip pat didelę dalį sudaro gamtinės dujos ir anglis, kaip energijos šaltiniai pasaulyje. Naftos ir dujų kainų tarpusavio priklausomybė yra pavaizduota 28 paveiksle.



28 pav. Dujų ir naftos kainų koreliacija. (šaltinis www.fred.stlouisfed.org)

Sant Luiso federalinio rezervo banko pateikiamame paveiksle (28 paveikslas) matome kaip 2001-2019 metais svyravo naftos ir dujų kainos pasaulinėje rinkoje. Ši ryšį galime paaiškinti dvejopai. Prie naftos, kaip prie pagrindinio energijos šaltinio pasaulyje dažnai yra prisiejami kitų gamtinių išteklių kainos. Pats gamtinių dujų išgavimo procesas, dažnai kartu vyksta su naftos išgavimu, nes abu resursai būna tame pačiame telkinyje. Išgaunant abu išteklius tuo pačiu metu, labai tikėtina, kad ir jų kaina tarpusavyje turi ryšį. Tos valstybės, kurios turi didelius naftos telkinius, turi ir gamtinių dujų išteklius. BP (British Petroleum) pasaulio energijos suvartojimo ataskaitoje pateikiama, kad daugiausiai elektros energijos yra sugeneruojama naudojant kaip kuro šaltinį anglį. Europoje, gamtinės dujos, kaip energijos šaltinis elektros energijai gaminti yra antroje vietoje, NVS kaip buvo minėta pirmoje vietoje. Nafta kaip pirminis produktas elektros energijos gamybai yra naudojamas labai retai.

Apibendrinant visus tris veiksnius, kurie pagal atliktą analizę turi ryšį su didmenine elektros energijos kaina Lietuvoje, galime papildyti aukščiau aprašytą versiją. Nafta, kaip pagrindinis energijos šaltinis pasaulyje įtakoja gamtinių dujų kainą. Naftos kainos pokyčiai daro įtaką dujų kainų kitimui. Rusija, Baltarusija, elektros energijos gamybai daugiausiai naudoja gamtines dujas. Lietuva importuoja daugiau negu 40% suvartojamo elektros energijos kiekio iš Rusijos ir Baltarusijos. Didžiausi instaliuoti elektros energijos pajėgumai Lietuvoje yra šiluminėse elektrinėse. Nafta įtakodama dujų kainą, turi įtakos elektros energijos kainai. Apžvelgiant koreliacijos rezultatus, šie gauti duomenys tai patvirtina.

Teoriškai panagrinėjus ir pasirinkus veiksnius, galinčius turėti ryšį su didmenine elektros energijos kaina Lietuvoje, bei atlikus koreliacinę analizę, ne visi pasirinkti veiksniai pateko tarp turinčių ryšį. Po koreliacinės analizės nustatyta, kad Lietuvoje pagamintas elektros energijos kiekis, elektros energijos kiekis pagamintas šiluminėse elektrinėse, elektros energijos kiekis pagamintas vėjo elektrinėse, elektros energijos kiekis pagamintas naudojant kitus atsinaujinančius energijos išteklius, galutinis elektros energijos suvartojimas Lietuvoje neturi ryšio su didmenine elektros energijos kaina arba šis ryšys yra silpnas ir nereikšmingas.

Žiūrint tik į teorinę analizę, ir pažvelgus į 19 paveikslą, labiausiai tikėtina atrodo, kad koreliuoti neigiamai ir stipriai turi elektros energijos kiekis pagamintas vėjo elektrinėse. Gautas koreliacijos koeficientas yra neigiamas tačiau labai mažas ir nereikšmingas. Neigiamas koreliacijos koeficientas gautas todėl, kad vėjo elektrinių gamybos kaštai yra beveik nuliniai ir elektrinėms didinat generaciją, jų pagamintą energiją reikia nupirkti įstatymų aprašyta tvarka. Didėjant vėjų generuojamai energijai, mažinama generacija kitose elektrinėse. Teoriškai, tai reiškia, kad didmeninė elektros energijos kaina turi mažėti. Gauti koreliacinės analizės rezultatai parodo, kad tarp šių dydžių reikšmingos įtakos nėra. Tai galima paaiškinti tuo, kad kaip buvo minėta ankstesniuose skyriuose, Lietuva sau pasigamina maždaug trečdalį reikalingos elektros energijos vidiniams poreikiams patenkinti. Iš visos pagaminamos elektros energijos Lietuvoje, taip pat pagal aukščiau pateiktus duomenis, matoma, kad, vėjo elektrinėse pagamintas energijos kiekis sudaro apie 30% nuo visos generacijos. Paskaičiavus gaunama, kad Lietuvoje vėjo elektrinėse pagamintas elektros energijos kiekis tenkina maždaug 9-10% Lietuvos poreikių. Reikia įsivertinti ir tai, kad Perdavimo tinklo operatorius, būdamas atsakingas už elektros energijos balansavimą nusimato, kokius kiekius gali pagaminti vėjo elektrinės trumpajame laikotarpyje

ir atlieka skaičiavimus bei numato kiek elektros energijos turės būti nuperkama iš kitų didmeninės rinkos gamintojų. Šie veiksniai, tikėtina, įtakoja tai, kad vėjo elektrinėse pagaminama elektros energija neturi įtakos atliktos analizės gautuose duomenyse su didmenine elektros energijos kaina. Kitų atsinaujinančių išteklių pagamintas kiekis elektros energijos, žiūrint bendrame kontekste yra dar mažesnis negu vėjo elektrinių ir ryšio su didmenine elektros energijos kaina neturi. Tikėtina, jei atsinaujinantys ištekliai būtų vertinami kaip turintys ryšį su galutine elektros energijos kaina, dėl esamų įstatymų ir subsidijų, duomenys būtų kitokie.

Lietuvoje pagamintas elektros energijos kiekis, elektros energijos kiekis pagamintas šiluminėse elektrinėse, taip pat reikšmingo ryšio su elektros energijos kaina neturi. Kaip ir vėjo elektrinėse, taip ir šiluminėse elektrinėse, pagamintas energijos kiekis bendrame elektros energijos poreikio Lietuvoje kiekyje sudaro mažą dalį, apie 5-6%. Lietuvoje bendrai generuojama elektros energija yra gaunama naudojant įvairius šaltinius, tarp kurių galimai yra veiksnių vienas kitą slopinančių, todėl ir pats rodiklis, kaip galimai turintis ryšį nėra esminis.

4.2. Veiksnių darančių įtaką didmeninei elektros energijos kainai tyrimas taikant regresinę analizę

Regresija – atsitiktinio dydžio vidurkio reikšmės priklausomybė nuo kito atsitiktinio dydžio. Po koreliacinės analizės gautų rezultatų paaiškėjo, kad trys dydžiai reikšmingai koreliuoja su didmenine elektros energijos kaina. Su šiais dydžiais naudojant „Eviews“ programą atliekama minėtų dydžių regresinė analizė, sudarant daugialypį regresijos modelį, analizės duomenys gauti programa surašyti 5 lentelėje:

5 lentelė. Pirminio daugialypės tiesinės regresijos modelio parametų vertinimas

Veiksny (kintamasis)	Koeficientas	t (Studento)	p reikšmė
C (konstanta)	16,916	2,450	0,024
Grynasis importas iš NVS	8,451	4,041	0,0007
Didmeninė naftos kaina (Natūrinis logaritmas)	1,150	1,285	0,214
Importuojamų gamtinių dujų kaina	0,317	0,248	0,217

Lentelėje matome, kad pasirinktų dydžių didmeninė naftos kaina (Natūrinis logaritmas) ir importuojamų gamtinių dujų kaina gautos tikimybės (p) yra didesnės negu pasiklovimo lygmuo $\alpha = 0,05$, todėl šie kintamieji yra nereikšminiai. Reikšminis kintamasis yra tik Grynasis importas iš NVS. Toliau sudarinėjant modelį yra atmetamas labiausiai nereikšmingas dydis Importuojamų gamtinių dujų kaina. Formuojamas naujas modelis. Sudarius naują modelį, gauti parametrai surašyti į 6 lentelę.

6 lentelė. Antrinio daugialypės tiesinės regresijos modelio parametrų vertinimas

Veiksny (kintamasis)	Koeficientas	<i>t</i> (Studento)	<i>p</i> reikšmė	VIF
C (konstanta)	-4,59	-0,318	0,7534	NA
Grynasis importas iš NVS	8,193	3,803	0,0011	1,0092
Didmeninė naftos kaina (Natūrinis logaritmas)	9,918	2,795	0,011	1,0092

Grynojo importo iš NVS ir Didmeninė naftos kaina (natūrinis logaritmas) gautos tikimybės p yra mažesnės už pasikliovimo lygmenį $\alpha = 0,05$, reiškia, parametrai yra reikšminiai. Pagal VIF kriterijų tikrinama, ar tarp esamų kintamųjų nėra kolinerumo. Gauta reikšmė abiem modelio parametrams 1,0092. Kadangi gautoji reikšmė yra mažesnė už 4, reiškia tarp parametrų koreliacija neegzistuoja. Esant reikšminiams kintamiesiems ir neegzistuojant kolinerumui tarp modelio parametrų galima sudaryti modelį ir užrašyti modelio lygtį. Sudaromas modelis nusakys, kaip didmeninė elektros energijos kaina priklauso nuo grynojo importuojamo elektros energijos kiekio iš NVS šalių ir didmeninės naftos kainos natūrinio logaritmo vertinant 2014-2019 metų duomenis, kai duomenys yra pateikti nagrinėjimui ketvirtiniai. Iš 6 lentelės paimamos reikšmės. Lentelėje konstanta c įgyja reikšmę -4,59. Koeficientas prie Grynojo importo iš NVS yra 8,193, prie didmeninės naftos kainos natūrinio logaritmo 9,918. Turint šiuos duomenis lygtis nusakanti didmeninę elektros energijos kainos priklausomybę nuo importuojamo energijos kiekio iš NVS yra tokia:

$$y = 35,130 + 8,193 \cdot x_1 + 9,918 \cdot x_2;$$

Lygtyje :

y – didmeninė elektros energijos kaina.

x_1 – Importuojamas grynasis elektros energijos kiekis iš NVS šalių.

x_2 – Didmeninės naftos kainos natūrinis logaritmas

Kaip yra nurodoma lygties koeficientuose, matome, kad didėjant iš Rusijos ir Baltarusijos importuojamam elektros energijos kiekiui, augant didmeninei naftos kainai, didmeninė elektros energijos kaina Lietuvoje didėja. Turint lyties reikšmingus narius galima nustatyti ar pats modelis yra reikšmingas, bei koks yra modelio tikslumas. Sukurto modelio parametrai ir tinkamumas taip pat yra patikrinamas naudojant „Eviews“ programą ir gauti skaitmenys, nusakantys modelio tikslumą ir reikšmingumą surašomi į 7 lentelę:

7. lentelė. Tiesinio regresijos modelio rodikliai

Determinacijos koeficientas R, koreguotas	Fiserio statistika	p reikšmė
0,506	12,27	0,00033

Determinacijos koeficientas pati svarbiausia modelio tikimo duomenims charakteristika. Modelis yra tinkamas, nes gautas R yra 0,506 yra daugiau negu 0,2. Reiškia, modelis paaiškina 50,6% priklausomojo kintamojo sklaidos aplink vidurkį reikšmių įtakojamų pasirinktų nepriklausomųjų kintamųjų.

Gautoji p reikšmė yra 0,00033, kas yra mažiau negu pasiklovimo lygmuo 0,05, reiškia modelis yra statistiškai tinkamas.

Su kiekvienu veiksnium, kuris buvo parinktas, kaip numanomai turintis įtaką didmeninei elektros energijos kainai, be tiesinių regresijos modelių galima sudaryti ir netiesinius vienalyčius regresijos modelius. Su kiekvienu kintamuoju yra išbandomas eksponentinis modelis, logaritminis modelis, hiperbolinis modelis, kvadratinis modelis ir kubinis modelis. Kiekvieno įtakojančio veiksnio tiksliausi modeliai surašomi į 8 lentelę. Modelių formavimas atliekamas naudojant SPSS programą. Kaip nurodoma Balabonienė (2013), R turi būti daugiau negu 0,2.

Lygtyje :

y – didmeninė elektros energijos kaina.

x – pasirinktas veiksnys

8 lentelė. Tinkamiausi netiesiniai regresijos modeliai sudaryti SPSS program

Veiksnys	Modelio tipas	Lygtis	R ²	tikimybė p
Grynasis importas iš NVS šalių, EUR/MWh	Logaritmas natūrinis	$Y=44,624+10,393\ln(x)$	0,406	0,001
Didmeninė naftos kaina (Natūrinis logaritmas)USD/ barrel, EUR/MWh	Trečio laipsnio	$Y=\ln(15,639)+(0,254*\ln(x))$	0,27	0,043
Importuojamų gamtinių dujų kaina, GWh	Trečio laipsnio	$Y=202,757-0.016x^3+1.083x^2-23.453x$	0,369	0,03

Sudarius netiesinius regresinius modelius, su veiksniais, galinčiais daryti įtaką didmeninei elektros energijos kainai, penki iš aštuonių pasirinktų veiksnių ir jų sudaryti modeliai pagal gautus parametrus

nebuvo tinkami prognozavimui. Sudarius netiesinius modelius, tiksliausias modelis yra nusakantis priklausomybę tarp didmeninės naftos kainos ir didmeninės elektros energijos kainos. Modelio tikslumas 42,7%. Tačiau visi sudaryti modeliai nėra tokie tikslūs kaip tiesinis daugialypis regresijos modelis, vertinantis ryšį tarp didmeninės elektros energijos kainos ir importuojamo elektros energijos grynojo kiekio iš NVS su didmeninės naftos kainos logaritmu. Sudaryti modeliai su didmenine naftos kaina ir grynuoju importu iš NVS šalių atitiko modeliams keliamus reikalavimus. Tiesinio modelio tikslumas 50,6%. Netiesinių modelių parametrai surašyti 9 lentelėje, jie taip pat yra reikšmingi.

9 lentelė. Sudarytų netiesinių regresijos modelių parametų reikšmingumo vertinimas

Nepriklausomas kintamasis	Parametras	t (Studento) statistikos tikimybė p
Grynasis importas iš NVS šalių, EUR/MWh	$c = 44,624$	0,001
	$b_1 = 10,393$	0,001
Dimeninė dujų kaina EUR/MWh	$c = 15,639$	0,023
	$b_1 = 0,254$	0,019
Didmeninė naftos kaina USD/barrel, EUR/MWh	$c = -202,757$	0,017
	$b_1 = -23,453$	0,042
	$b_2 = 1,083$	0,036
	$b_3 = 0,016$	0,036

Iš lentelės duomenų matome, kad sudaryti modeliai, turi parametrus, kurie yra reikšminiai, kadangi jų tikimybės yra mažesnės negu 0,05. Norint su esamu (vertiname tik geriausią, tiesinį) regresijos modeliu prognozuoti, būsimas didmeninės elektros energijos kainas reikia iš visų trijų modelių pasirinkti tiksliausią. Pasirinkus tiksliausią modelį (tiesinis, daugialypis), paskutinis etapas yra patikrinti ar liekamosios paklaidos tenkina keliamus reikalavimus.

Liekamosioms paklaidoms keliami keturi reikalavimai:

1. Paklaidos tarpusavyje negali koreliuoti.
2. Liekamųjų paklaidų dispersija yra pastovi, egzistuoja homoskedastija.
3. Liekamosios paklaidos tenkina normaliojo skirstinio reikalavimus.
4. Liekamųjų paklaidų vidurkis yra nulis.

Ar liekamosios paklaidos tenkina reikalavimus, yra tikrinama „Eviews“ programa, gauti rezultatai pateikiami žemiau esančioje 10 lentelėje, liekamosioms paklaidoms keliami reikalavimai.

- Liekamųjų paklaidų tarpusavio koreliavimas tikrinamas pasitelkus Breusch-Godfrey kriterijus.
- Ar liekamųjų paklaidų pasiskirstymas yra pastovus nustatoma pagal Breusch-Pagan-Godfrey kriterijus.
- Liekamųjų paklaidų vidurkio tinkamumui (nulinis arba artimas nulinui) ir pasiskirstymo normalumui tirti taikomas Jarque-Bera kriterijus.

10 lentelė. Liekamosioms paklaidoms keliami reikalavimai

Reikalavimas	Kriterijus	Kriterijaus reikšmė	Tikimybė p
Autokoreliacija paklaidų	Breusch-Godfrey Obs * R ²	17,92	0,118
Paklaidų dispersija	Breusch-Pagan-Godfrey Obs * R ²	3,75	0,1533
Paklaidų normalus skirstinys	Jarque-Bera	1,128	0,568
Liekamųjų paklaidų vidurkis	Jarque-Bera (Vidurkis)	3,03*e ⁻¹⁴	-

Tiriant paklaidų autokoreliaciją pagal Breusch-Godfrey kriterijų gautoji tikimybė yra $p(0,118) > \alpha$. Gautos paklaidos tarpusavyje nekoreliuoja.

Tikrinant paklaidų dispersijos pastovumą pagal Breusch-Pagan-Godfrey gauta tikimybė $p(0,1533) > \alpha$, yra didesnė, už pasiklovimo lygmenį, daroma išvada, kad paklaidų dispersija yra pastovi.

Jarque-Bera kriterijus įgauna tikimybę $p=0,568$, kas yra daugiau negu 0,05, reiškia paklaidos yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį.

Liekamųjų paklaidų vidurkis yra labai artimas nuliui ($3,03 \cdot e^{-14}$), reiškiasi sąlyga yra tenkinama.

Patikrinus liekamasias paklaidas yra tenkinamos visos keturios sąlygos, reiškia modelis yra tinkamas prognozuoti būsimą elektros energijos kainą, ir tai gali daryti 50,6% tikslumu.

Apibendrinus visus sukurtus modelius, gauta, kad tiksliausias modelis apibūdinantis didmeninę priklausomybę nuo pasirinktų veiksnių, yra modelis sudarytas didmeninę elektros energijos kainą prisiejant prie importuojamo energijos kiekio iš Rusijos ir Baltarusijos. Tuo pačiu čia tai yra ir pats keisčiausias faktas. Rusija ir Baltarusija kaip rinkos dalyviai nedalyvauja didmeninėje elektros energijos rinkoje. Iš trečiųjų šalių perkamas ir trečiosioms šalims parduodamas elektros energijos kiekis yra pagal dvišales sutartis. Kaip aprašyta Prekybos elektros energija taisyklėse, dvišalės sutartys yra sudaromos ne trumpesniame, kaip vienas kalendorinis mėnesis, laikotarpiui. Ilgiausias laikas, kuriam sutartis gali būti sudaroma nėra aprašytas. Reiškia, dėl elektros energijos pirkimo galima susitarti ketvirčiui, metams ar ilgesniam laikotarpiui.

Perdavimo tinklo operatoriaus, viena iš pagrindinių funkcijų yra numatyti būsimą elektros energijos balansą ir einamuoju momentu užtikrinti esamą nulinį balansą. Šuo atveju nulinis balansas reiškia ne komercinį balansą tarp nupirkto ir parduoto elektros energijos kiekio, bet techninį balansą, kad energijos būtų tiek pat pagaminama ir suvartojama. Perdavimo tinklo operatorius, norėdamas numatyti ir palaikyti ateityje nulinį elektros energijos balansą sistemoje, turi numatyti koks elektros energijos kiekis bus suvartojamas. Suvartojimui yra sudaromi prognozių grafikai. Taigi, atlikdamas vieną iš

pagrindinių savo funkcijų, perdavimo tinklo operatorius gali apytiksliai numatyti būsimus suvartojimus.

Didmeninės elektros energijos rinkos operatorius taip pat apytiksliai gali prognozuoti elektros energijos būsimą kainą įvairiuose rinkos regionuose, įskaitant Lietuvą. Tokie duomenys, kaip tarpsisteminių jungčių pralaidumas, būsimi poreikiai, yra skelbiami viešai. Šiuo metu, tarpsisteminis pralaidumas prekybai su Baltarusija yra didesnis negu tarpsisteminis pralaidumas prekybai su Švedija.

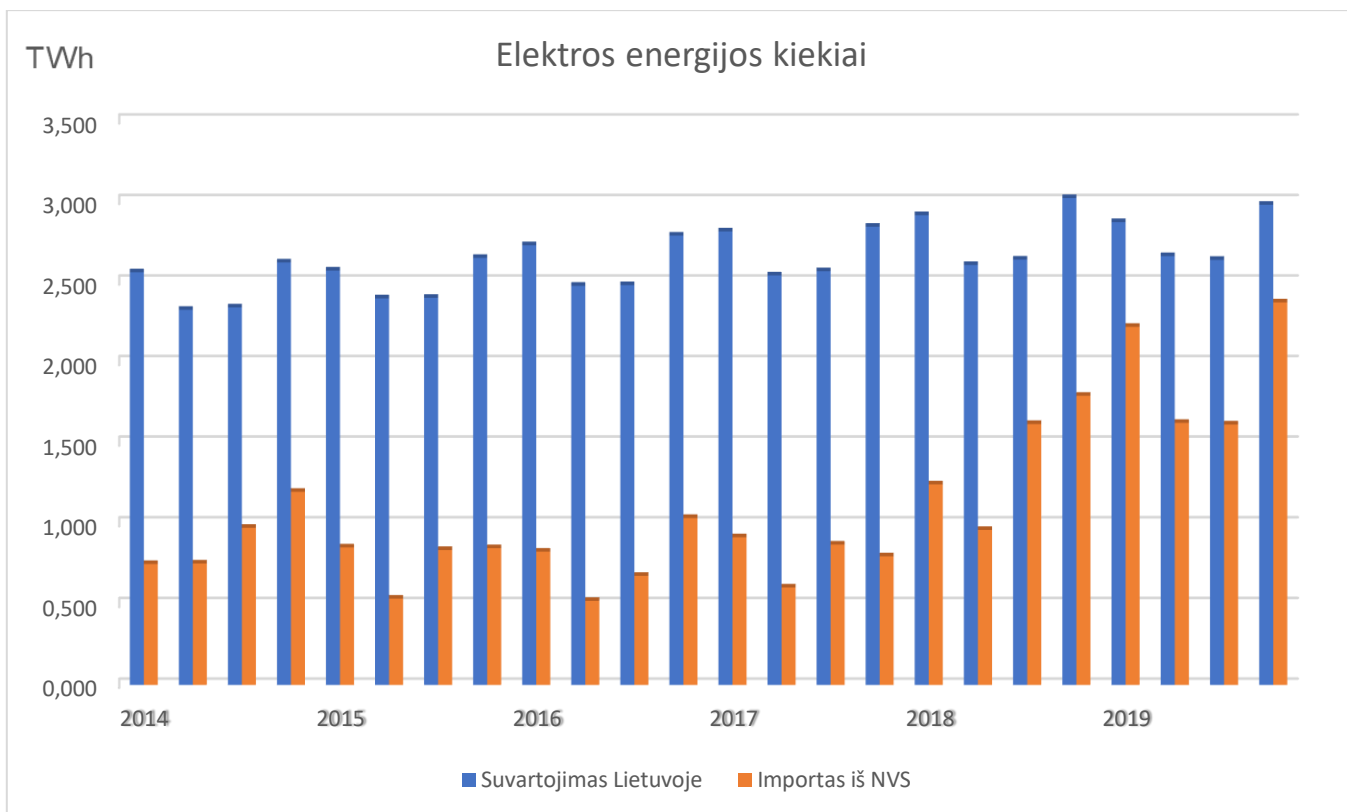
Įsivertindamas esamas kainas elektros energijos rinkoje ir matydamas būsimus rinkos poreikius, mažiausiai vienam mėnesiui į priekį, perdavimo tinklo operatorius gali priimti elektros energijos srautus iš Baltarusijos ir Rusijos. Pats perdavimo operatorius biržoje gali prekiauti elektros energija tikrai savo technologiniams poreikiams užtikrinti. Šiuo metu pagrindinis didmeninės rinkos dalyvis vykdamas pirkimus iš Baltarusijos yra InterRAO Lietuva. Esant pigesnei iš NVS nuperkamų šalių elektros energijai, visų pirma galima nupirkti tam tikrą kiekį elektros energijos iš NVS. Likę energijos kiekiai perkami didmeninėje elektros energijos rinkoje.

Tiesiogiai NVS šalys didmeninei elektros energijos kainai jokios įtakos daryti negali. Kaip buvo minėta ankstesniuose skyriuose, didmeninė kaina yra nustatoma, kai sekančiais valandai arba dienai yra sudaromos sutartys. Paskutinis pirkimas, kurio metu yra patenkinamas elektros energijos poreikis, nustato didmeninę kainą būsimuoju momentu. Netiesiogiai Rusija ir Baltarusija, kaip trečiosios šalys iš dalies gali formuoti galutinę elektros energijos kainą. Parduodamos pigesnę elektros energiją, NVS šalys sumažina didmeninėje elektros energijos rinkoje nuperkamą energijos kiekį. Reiškia, kai yra vykdomas pirkimas elektros energijos galios įsigijimui, taip pat turėtų sumažėti didmeninėje elektros energijos rinkoje įsigijama kaina. Teoriškai, tai yra dėl to, kad kaip buvo minėta, visi pasiūlymai rinkoje yra išrikiuojami eilės tvarka, nuo mažiausio, link didžiausio. Jeigu iš Baltarusijos ir Rusijos yra nuperkamas didesnis elektros energijos kiekis, mažiau reikia pirkti didmeninėje elektros energijos rinkoje. Kadangi rinkoje yra perkama mažiau, iš sureitinguotos kainų su pasiūlymais eilės yra imamas reitingas turintis mažesnę "vertinimą" kitaip tariant pigesnis. Ir atvirkščiai, nuperkant iš NVS mažesnę kiekį elektros energijos daugiau bus galima įsigyti didmeninėje rinkoje. Tačiau šis variantas irgi yra teorinis, atlikto tyrimo metu nėra paaiškinamas. Žiūrint tik didmeninėje rinkoje, kaip yra nurodoma ir mokslinėje literatūroje, vėjo ir saulės elektrinėse pagaminama elektros energija yra beveik su nuliniiais kaštais, taigi jų elektros energija yra pigesnė. Vertinant gautą modelio lygtį $y = 35,130 + 8,193 \cdot x_1 + 9,918 \cdot x_2$; matome, kad perkant daugiau elektros energijos iš NVS didmeninė kaina rinkoje didėja. Nors Rusija ir Baltarusija nėra elektros energijos biržos dalyviai, tačiau pas juos irgi yra rinkos ekonomika. Kaip buvo minėta, ne visais atvejais jų pagaminama elektros energija yra pigesnė. Reikia įsivertinti, kad didėjant Rusijos ir Baltarusijos elektros energijos paklausai, veikiant rinkos dėsniams, turi didėti ir elektros energijos importuojama kaina.

Sudarytas modelis dalinai parodo didmeninės elektros energijos kainos priklausomybę, tačiau neparodo, kaip pasikeistų kaina jeigu elektros energijos iš Baltarusijos nebepirktume. Šiuo metu tai yra aktualu dėl Baltarusijoje statomos atominės elektrinės. Esant dabatinei situacijai, kai yra statoma

Astravo atominė elektrinė, svarstoma galimybė nebepirkti elektros iš Baltarusijos. Latvija ir Estija šios idėjos nepalaiko ir planuoja elektrą toliau pirkti. Žiūrint iš kitos pusės, pastačius atominę elektrinę, Baltarusijoje atsirastų elektros energijos perteklius. Jau šiuo metu, kai nėra elektros iš atominės elektrinės, ją iš Baltarusijos importuojame. Atsiradus elektrinei visą regioną būtų galima aprūpinti elektros energija, pagaminama pigiau, negu šiuo metu yra gaminama kitose elektrinėse. Gaunant pigesnę elektros energiją iš Baltarusijos, mažiau pirktume didmeninėje elektros energijos rinkoje. Reiškia, rinkoje kaina irgi turėtų mažėti, sumažėjus paklausai. Reikia įsivertinti ir tai, kad atsiradus pigesniai elektros energijos gamintojui, kiti rinkos dalyviai, norėdami toliau išlikti konkurencingi, turėtų ieškoti priemonių efektyvumui didinti. Efektyvumo didinimas taip pat vyksta nelygiomis jėgomis. Baltarusija ir Rusija kurą gauna mažesniais kainomis, negu yra parduodama Europos rinkoje. Tuo pačiu ir standartai, keliami elektrinėms esančioms NVS šalyse yra žemesni, negu Europos sąjungoje, į poveikį aplinkai yra žiūrima atlaidžiau.

Kaip matome 29 paveiksle, iš Baltarusijos ir Rusijos per pastaruosius metus importavome didelius kiekius elektros energijos. 2014 metų pradžioje importuojamas kiekis siekė apie 30% nuo viso suvartojimo, stebimo laikotarpio pabaigoje, t.y. 2018 metų pabaigoje, 2019 metais, elektros energijos importuojamas kiekis sudarė daugiau negu 60%. Esant liberaliai rinkai, tai daryti apsimoka, nes NVS šalyse pagaminama elektros energija yra pigesnė. Tačiau žiūrint plačiau, ne vien iš ekonominės pusės, kaip pigiau nusipirkti elektros energiją, reikia galvoti ir apie energetinę nepriklausomybę, nes pastačius Astravo atominę elektrinę, kiti rinkos dalyviai tikėtina, patirtų nuostolių.

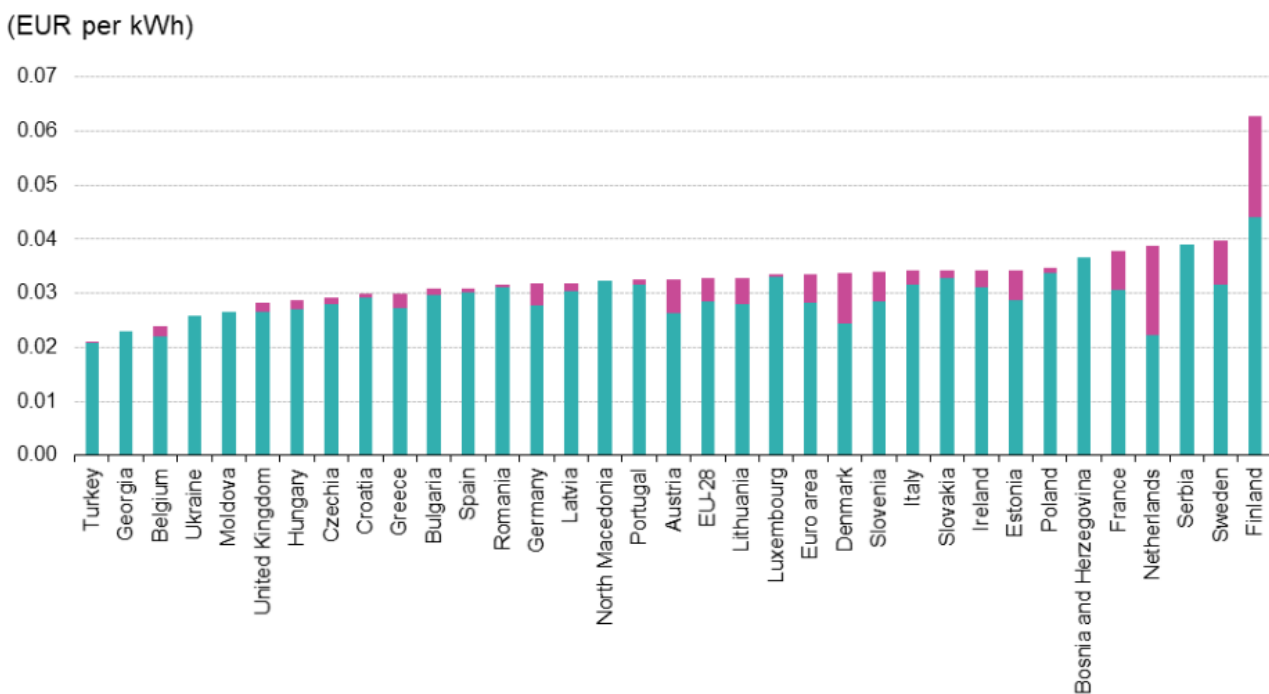


29 pav. Galutinis suvartojimas Lietuvoje ir importas iš NVS (sudaryta autoriaus pagal Litgrid duomenis)

Ekonomine kainos prasme importuojama elektros energija iš Baltarusijos ir Rusijos, veikiant rinkos sąlygomis leidžia sutaupyti. Žiūrint iš pilietinės pusės taip pat reikia įvertinti ar energetinis saugumas ir plačiau žiūrint valstybės saugumas yra matuojamas centais už kilovatvalandę.

Didmeninė importuojamų gamtinių dujų kaina daro įtaką Lietuvoje pagamintai elektros energijai. Nors veiksnys ir yra importuojamų gamtinių dujų kaina, tačiau į Lietuvą importuojamos gamtinės dujos nesiskiria labai ženkliai ir nuo gamtinių dujų kainos kaimyninėse šalyse. Kaip prarodyta 30 paveiksle, yra sureitinguotos gamtinių dujų kainos Europos sąjungos šalyse, didėjimo tvarka. Žalia spalva vaizduoja gamtinių dujų įsigijimo kainą pramonės vartotojams, rūžava spalva parodo, kokią dalį sudaro valstybei sumokami mokesčiai už gamtines dujas. Lietuva, kaip Europos sąjungos valstybė sąrašė yra per vidurį. Nordpool regiono valstybėse tikrai Latvijoje pagal 2019 metus gamtinės dujos ne buitiniams vartotojams buvo pigesnės negu Lietuvoje. Likusiose šalyse, turinčiose teisę prekiauti elektros energijos biržoje, kainos 2019 buvo didesnės. Kaimyninėje Latvijoje 2019 metais šiluminėse elektrinėse buvo pagaminta maždaug 45% procentai elektros energijos, Estijoje beveik visa elektros energija gaminama šiluminėse elektrinėse.

Gamtinių dujų įtaką energetiniam sektoriui ir gautus tyrimo rezultatus galima patvirtinti ir pažvelgus į 2007 metais Lietuvoje buvusią situaciją. Tuo metu pagrindinis gamtinių dujų tiekėjas „Gazprom“ nustatė dujų kainą Kauno termofikacinei elektrinei 150 USD (apie 394 Lt) už 1000 m³, kai kitiems Lietuvos pirkėjams kainavo apie 211 USD (apie 555 Lt) už 1000 m³. Kauno termofikacinė elektrinėje deginant dujas yra gaminama elektros energija. Susidariusi šiluma yra naudojama ir miesto centralizuotam šildymui. Kaunas iki 2008 m. buvo vienas iš nedaugelio Lietuvos miestų, kur centralizuotai tiekiamos šilumos kaina nesikeitė ir buvo viena mažiausių Lietuvoje. Elektros energijos kaina iki 2021 metų bus reguliuojama buitiniams vartotojams. Todėl pigesnių gamtinių dujų kainos poveikio gyventojai pajusti negalėjo. Tačiau gaunant pigesnes dujas negu kiti elektros energijos gamintojai, elektrą galima gaminti pigiau.



30 pav. Gamtinių dujų kaina ne namų ūkių vartotojams 2019 (Eurostat duomenys)

Kaip buvo minėta ankstesniuose skyriuose, Lietuvoje šiuo metu yra instaliuota maždaug tris kartus daugiau galios elektrinėse, negu yra reikalinga patenkinti šalies elektros energijos suvartojimo poreikius. Šiluminių elektrinių esama galia galėtų generuoti pusantrą karto daugiau energijos negu yra suvartojama Lietuvoje. Faktinė gamyba pastaraisiais metais Lietuvoje, šiluminėse elektrinėse sudarė maždaug 5% nuo viso suvartojamo kiekio. Tačiau kaip parodė programos „Eviews“ sudarytas modelis, importuojamų dujų kaina nors ir silpnai, tačiau didmeninę elektros energijos kainą veikia. $Y=202,757-0.016x^3+1.083x^2-23.453x$ Lygtis tai apibūdina. Nors ryšys nėra stiprus, tačiau matome, kad didėjant importuojamų gamtinių dujų kainai Lietuvoje, didmeninė elektros energijos kaina taip pat didėja. Nors Lietuvoje pagaminamas elektros energijos kiekis yra labai mažas naudojant šiluminės elektrines, tačiau reikia atsižvelgti į tai kad, kaimyninėje Latvijoje ir Estijoje, šiluminės elektrinės yra išnaudojamos labiau. Kaip matome 30 paveiksle, gamtinių dujų kainos Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje ne buitiniams vartotojams smarkiai nesiskiria, atsižvelgiant į pačią dujų kainą. Taigi importuojamų dujų kaina yra labai tarpiai susijusi ir su kainomis kitose šalyse. Kaip parodyta 1 lentelėje, iš Latvijos elektros energiją taip pat importuojame. Reiškia, Latvijoje deginamos gamtinės dujos turi įtaką didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje. Vertinant dujų kainas plačiau turime įvertinti ir tai, kad elektros energija importuojama iš Baltarusijos ir Rusijos, taip pat didžiąja dalimi yra generuojama šiluminėse elektrinėse. Nors pastarosios valstybės ir gali pasigirti mažesnėmis dujų kainomis, tačiau netiesioginį ryšį galima įžvelgti.

Vertinant didmenines dujų kainas pasaulyje, gamtinės dujos ir jų didmeninė kaina gali paaiškinti, kodėl elektros energija Rusijoje ir Baltarusijoje yra pigesnės negu Europoje, Lietuvoje. Gamtinių dujų

tarptautinės asociacijos duomenyse nurodoma, kad gamtinių dujų kaina Europoje, imant 28 šalių narių vidurkį, yra maždaug 4 kartus brangesnė negu Rusijoje. Gamtinių dujų įtaką elektros energijos kainai galime nusakyti ir tuo, kad šiluminėse elektrinėse pagaminamai elektros energijai, iki 70% kainos gali sudaryti naudojamas kuras. Didėjanti arba mažėjanti gamtinių dujų kaina įtakoja elektros energijos didmeninėje rinkoje svyravimus. Kaip pavyzdį galima nurodyti Prancūziją. Prancūzijos kaimynėje Vokietijoje ir Italijoje pagrindinis šaltinis elektros energijai gaminti yra dujos. Nors Prancūzijoje apie 90% elektros energijos pagaminama atominėse elektrinėse, tačiau pabrangus gamtinėms dujas, dėl bendros didmeninės rinkos, elektros energijos kaina pakilo ir Prancūzijoje.

Naftos kainai didėjant turi didėti ir gamtinių dujų kaina, kartu didėjant ir didmeninei elektros energijos kainai. $y = 35,130 + 8,193 \cdot x_1 + 9,918 \cdot x_2$; lygtis iš esmės tai patvirtina. Nafta, kaip kuras, tiesiogiai elektros energijai gaminti yra naudojama labai retai. Prie naftos kainų, kaip prie pagrindinio energetinio išteklio pasaulyje yra prisiejamoms kitų išteklių kainos. Kaip buvo aprašyta anksčiau, ir kaip parodyta 28 paveiksle, dujų kaina labai smarkiai koreliuoja su naftos kaina. Technologiškai tai yra todėl, kad nafta ir dujos dažnai gali būti išgaunamos kartu, iš vieno šaltinio.

Tiriant veiksnį, elektros energijos kiekis pagamintas vėjo elektrinėse, reikšmingo modelio nepavyko gauti. Tačiau tiriant elektros energijos ir vėjo elektrinių sąveiką tiek naudojant koreliacinę, tiek regresinę analizę buvo gautas neigiamas ryšys. Neigiamas ryšys patvirtina teorijoje daromas išvadas, kad didmeninė elektros energijos kaina didėjant energijos kiekiui pagamintam vėjo elektrinėse turi mažėti. Sudarant teorinius modelius, kaip priklauso didmeninė kaina nuo vėjo energijos, yra labai sunku ekonomiškai vertinti tai, kad vėjo energetika šiuo metu dar negali egzistuoti be kitų šaltinių, kurie geba pastoviai generuoti elektros energiją. Vėjo elektrinėms pradėjus generuoti energiją, dėl jų beveik nulinių gamybos kaštų didmeninė kaina rinkoje trumpam gali sumažėti. Tačiau vėjo greičiui sumažėjus sumažėja generacija. Norit aprūpinti vartotojus energija, reikia greitai aktyvinti elektrines, kurios gali reaguoti į susidarančius pikus. „Greitų elektrinių“ pagaminta energija yra aukštesnės kainos, negu vėjo elektrinių ir gali eliminuoti vėjo elektrinių poveikį kainos sumažėjimui.

Vertinamas vėjo elektrinių generuojamas kiekis buvo imamas tik tų elektrinių, kurios generuoja elektros energiją Lietuvoje. Kaip parodyta 20 paveiksle, nors bendrai jų generuojama energija visame Lietuvos energijos gamybos kontekste sudaro ženklią dalį, tačiau bendrai naudojamų elektrinių diapazonas vertinant pagal energijos šaltinį Lietuvoje yra įvairus. Įsivertinti reikia ir tai, kad bendrame kiekyje, pagamintas elektros energijos kiekis vėjo elektrinėse sudaro tik apie 10% nuo viso suvartojamos kiekio.

Darant regresinę ir koreliacinę analizę, vertinant bendrai Lietuvoje pagamintą elektros energijos kiekį, regresijos reikšmingo modelio gauti nepavyko. Koreliacijos koeficientas gavosi neigiamas, tačiau irgi nereikšmingas. Vertinant nereikšmingą koreliacijos koeficientą, galima daryti išvadą, kad didėjant Lietuvoje pagamintam elektros energijos kiekiui, galėtų mažėti didmeninė kaina. Jeigu taip būtų ir realybėje, Lietuvoje generuojamas elektros energijos kiekis didėtų. Iš kitos pusės žiūrint, į visa sugeneruotą elektros energijos kiekį įeina vėjo elektrinėse ir saulės elektrinėse sugeneruojamas elektros

energijos kiekis. Šiame darbe nebuvo vertinamas elektros energijos kiekis pagaminamas hidro elektrinėse. Kadangi tekantis vanduo yra nemokamas, nereikia mokėti papildomų taršos mokesčių, hidroelektrinėse elektros energijos gaminimas irgi gali būti atliekamas mažais gamybos kaštais, todėl didmeninė kaina mažėtų. Lietuvoje taip ir yra daroma, Kauno hidro elektrinė yra išnaudojama pilnais pajėgumais. Pagrindinis ribojantis veiksnys yra vandens lygis Kauno marių baseine.

Elektros energijos kiekis pagamintas šiluminėse elektrinėse, gretinant su didmenine elektros energijos kaina taip pat nedavė reikšmingų rezultatų. Šiuo metu šiluminės elektrinės teikia galios rezervo paslaugą. Dažniausiai jos yra įjungiamos, kai atsiranda staigus galios deficitas. Kitais atvejais šiluminės elektrinės gali būti aktyvinamos kitų generuojančių šaltinių planinio remonto ar gedimų metu. Analogiškas atvejis nutiko 2018 metų vasarą, kai buvo išjungtas Nordbalt kabelis planiniam remontui. Atsiradusiam galios deficitui buvo įjungtos šiluminės elektrinės. Didmeninė elektros energijos kaina Lietuvos zonoje pakilo apie 20% tuo laikotarpiu, kai buvo išjungtas Nordbalt kabelis.

Reikšmingos regresijos modelio ir koreliacijos koeficiento nepavyko gauti ir ieškant sąsajų tarp Lietuvoje suvartojamo elektros energijos kiekio ir didmeninės elektros energijos kainos. Tai galime paaiškinti tuo, kad lakui bėgant, didmeninė elektros energijos kaina svyruoja gana smarkiai. Elektros energijos suvartojimas imant mėnesinį laikotarpį, beveik visada išlieka toks pat. Žiūrint iš kitos pusės elektros energijos vartojimas yra neelastiškas kainai. Elektros energijos suvartojimas augant ar mažėjant kainai, ženkliai nesikeičia. Siekiant palaikyti kainos pastovumą, kaip buvo apžvelgta teorijoje, Lietuvoje yra pastatyta Kruonio hidroakumulacinė elektrinė. Elektrinė gali veikti siurblio ir generatoriaus režimu. Kai kaina yra žema, elektrinė perka elektros energiją ir pumpuodama vandenį į viršutinį rezervuarą, sukaupia energiją. Padidėjusi elektros energijos paklausa, pakelia kainą. Kai kaina yra didelė pikų metu, elektrinė gali išleidinėti sukauptą vandenį ir gaminti elektros energiją šitaip sumažindama kainą. Tokiu režimu dirbdama elektrinė sušvelnina kainų svyravimus.

Išvados

1. Elektra kaip energijos šaltinis yra viena būtinausių ir labiausiai naudojamų energetinių prekių pasaulyje. Pasaulio banko atliktoje apklausoje, verslininkų apibūdinimu, tai yra ketvirtas pagal svarbumą faktorius, kuris nusako, ar investicijos bus sėkmingos. Kadangi elektra yra naudojama beveik visuose ūkio sektoriuose, pagaminamoje produkcijoje, elektros energijos kaina yra viena iš dedamųjų, nusakančių galutinę prekės kainą. Šalies elektrifikacijos lygis yra smarkiai susijęs su šalies ekonominiu išsivystymu. Kaip prekė, elektra nuo kitų prekių skiriasi tuo, kad jos vartojimas ir gamyba turi būti atliekama tuo pačiu metu. Šiuo metu nėra ekonomiško būdo elektros energijai sandėliuoti.
2. Kaip ir daugumoje pasaulio šalių, taip ir Lietuvoje, elektros energetinė sistema yra sudaryta iš kelių dalių: gamybos, perdavimo, skirstymo ir administracijos. Elektros energijos rinka Lietuvoje iki 2012 m. buvo monopolinė, nuo 2012 metų tapo liberali. Didmeninėje elektros energijos rinkoje visiems rinkos dalyviams yra suteikiamos vienodos sąlygos prekiauti elektros energija. Dėl rinkos specifikacijos, rinkoje galimi du energijos srautai: komercinis ir fizinis.
3. Didmeninė elektros energijos rinka veikia liberaliu principu. Esant didesnei paklausai, elektros energijos kaina didėja. Esant didesnei pasiūlai, elektros energijos kaina rinkoje mažėja. Energija rinkoje yra perkama pirmiausiai iš tų kas gali pasiūlyti mažiausią kainą. Esant nepakankamam galios kiekiui, yra perkama kita, brangesnė energija.
4. Teorinės analizės metu, buvo nustatyta, elektros energiją galima pagaminti naudojant įvairius pirminės energijos šaltinius, įvairius gamybos būdus. Didmeninė elektros energijos kaina gali priklausyti nuo gamtinių išteklių kainos, nuo gamybos technologijos, nuo elektros energijos suvartojamo kiekio, nuo gamtosauginių standartų, nuo rinkos dydžio, nuo esamų pralaidumų rinkoje, nuo rezervuaruose esančio vandens kiekio, nuo pačios rinkos struktūros (liberali ar monopolinė), nuo atsinaujinančių išteklių kiekio panaudojamo energijai pagaminti. Šiuo metu didžiausias dėmesys įvairiuose tyrimuose, siekiančiuose nustatyti, kas įtakoje galutinę elektros energijos kainą, yra skiriamas atsinaujinantiems energijos šaltiniams. Vieningai nėra sutariama, ar jie kainą didina, ar kaip tik mažina. Atlikus teorinę analizę būtent Lietuvos atvejui buvo išskirti numanomi faktoriai, galintys daryti įtaką didmeninei elektros energijos kainai Lietuvoje.
5. Parengta metodika siekiant nustatyti kokie veiksniai turi ryšį su didmenine elektros energijos kaina ir koks yra šių veiksnių įtakos dydis elektros energijos kainai. Lietuvoje didmeninei elektros energijos kainai tirti buvo pasirinkti šie veiksniai: elektros energijos gamyba Lietuvoje, gamyba šiluminėse elektrinėse Lietuvoje, gamyba vėjo elektrinėse, gamyba naudojant kitus atsinaujinančius energijos išteklius, galutinis suvartojimas Lietuvoje, grynasis importas iš NVS šalių, didmeninė naftos kaina pasaulyje, didmeninė importuojamų gamtinių dujų kaina Lietuvoje. Tyrimui panaudoti duomenys nuo 2014 metų iki 2019 metų trečio ketvirčio, viso 23 stebiniai.
6. Atlikus turimų duomenų analizę nustatyta, kad su didmenine elektros energijos kaina koreliuoja (turi ryšį) grynasis elektros energijos kiekis importuojamas iš NVS, didmeninė naftos kaina ir importuojamų gamtinių dujų kaina. Su šiais veiksniais sudarytas tiesinės regresijos modelis. Su

visais numanomai įtaką darančiais veiksniais taip pat buvo sudaryti netiesinės regresijos modeliai. Reikšmingi netiesinės regresijos modeliai gavosi su tais pačiais dydžiais tarp kurių ir didmeninės elektros energijos kainos egzistuoja reikšmingas koreliacinis ryšys.

7. Netiesinės regresijos modeliai parodė, kad didėjant naftos kainai pasaulyje ir importuojamų gamtinių dujų kainai, didmeninė elektros energijos kaina Lietuvoje didėja. Didinant importuojamą elektros energijos kiekį iš NVS, elektros kaina taip pat turi didėti.
8. Tiksliausias sudarytas modelis yra dvilypis tiesinis regresijos modelis, parodantis, kad gali prognozuoti 50,6% tikslumu didmeninę elektros energijos kainą. Modelis taip pat parodo, kad didėjant importuojamam kiekiui iš NVS ir augant naftos kainai, didmeninė elektros energijos kaina didėja.
9. Esant liberaliai elektros energijos rinkai, kiekvienas pirkėjas siekia energiją įsigyti kuo pigiau, jeigu NVS energija būtų brangesnė, negu importuojama energija iš rinkos dalyvių užsienyje, iš NVS elektros energijos niekas nepirktų.
10. Nors ir koreliacijos koeficientas buvo nereikšmingas, tačiau pastebėta, kad didėjantis elektros energijos kiekis pagamintas iš atsinaujinančių energijos išteklių neigiamai veikia elektros energijos kainą.
11. Pingant naftai, dujoms ir didėjant elektros energijai pagamintai naudojant atsinaujinančius energijos išteklius elektros energijos kaina turėtų mažėti. Neperkant elektros energijos iš NVS pagal dvišales sutartis, daugiau energijos reikėtų įsigyti didmeninėje rinkoje, reiškia reikėtų imti „aukštesnės eilės“ pasiūlymus ir kaina turėtų didėti.

Literatūros sąrašas

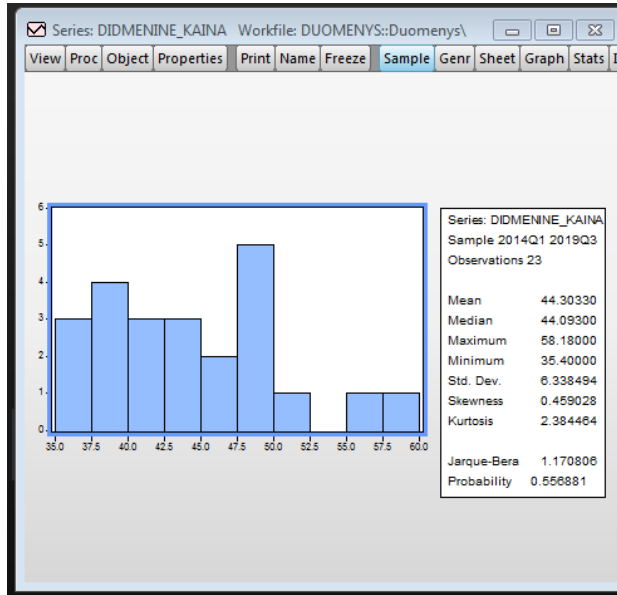
1. Allcott, H. (2011). *Rethinking real-time electricity pricing*. Resource and Energy Economics, 33(4), 820-842. doi:10.1016/j.reseneeco.2011.06.003
2. Balabonienė, I., Bliedienė, R. ir Stundžienė, A. (2013). *Ekonometrija. Praktinis regresijos ir laiko eilučių modelių taikymas*. Kaunas: Technologija.
3. Biggar, D. R., & Hesamzadeh, M. R. (2014). *The Economics of Electricity Markets*. Noida: Wiley.
4. Copenhagen Economic 2005. *Report about wholesale electricity market*.
5. Danijos perdavimo tinklo operatoriaus akcininkai. Prieiga per internetą: <https://en.energinet.dk/About-us> [žiūrėta 2019-12-13]
6. Didmeninė dujų kaina pasaulyje Prieiga per internetą https://www.igu.org/sites/default/files/node-document-field_file/IGU_Wholesale%20Gas%20Price%20Survey%202019_Final_Digital%20_100519.pdf
7. Elektros energijos gamyba estijoje. Prieiga per internetą: https://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/estonia/EnergyOverviewofEstonia.shtml [žiūrėta 2020-02-16]
8. Elektros energijos gamyba Latvijoje Prieiga per internetą: <http://www.ast.lv/en/electricity-market-review> [žiūrėta 2020-02-16]
9. Elektros energijos perdavimo ir skirstymo paslaugų kainų viršutinės ribos nustatymo metodika. Prieiga per internetą : <https://seimas.lrs.lt/portal/legalActEditions/lt/TAD/049c46b09dcb11e48d7bacdf30d64d66> [žiūrėta 2020-01-14]
10. Elektros rinkos liberalizacija Prieiga per internetą: <http://energetikosabc.lt/lt/elektra/kas-yra-elektros-rinkos-liberalizacija/34> [žiūrėta 2019-12-03]
11. Energy in Sweden. *An overview*.
12. Erik Paul Johnson ir Matthew E. Oliver, (2008). *Renewable Generation Capacity and Wholesale Electricity Price Variance*
13. Estijos perdavimo tinklo operatoriaus akcininkai. Prieiga per internetą <https://elering.ee/en/investors> [žiūrėta 2019-12-13]
14. Heymi Baha and Jehan Sauvage 2013 *Aligning Policies for a Low-carbon Economy*. OECD, 2013a, 2012; and Box .
15. Heymi Baha and Jehan Sauvage 2013 *Cross-Border Trade in Electricity and the Development of Renewables-Based Electric Power*. OECD, 2013a, 2012; and Box .
16. Janina C. Ketter (2012), *The impact of wind power generation on the electricity price in Germany*. Renewable Energy 94:474-487DOI: 10.1016/j.renene.2016.03.053
17. Jonsson, Anders Gustavsson, Mikael Svensson, Frank Jacobi (2010) Econometric modelling. pp 33-45 in: Mantau, U. et al. 2010: EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests
18. Lester B. Lave, Jay Apt, and Seth Blumsack (2015) *Rethinking electricity Deregulation*
19. Lietuvos – Lenkijos elektros jungtis LitPol Link [žiūrėta 2019-12-03] Prieiga per internetą: <https://www.epsog.lt/lt/projects/lietuvos-lenkijos-elektros-jungtis-litpol-link>
20. Lietuvos - Švedijos elektros jungtis NordBalt[žiūrėta 2019-12-03] Prieiga per internetą:

- <https://www.epsog.lt/lt/projects/liuovos-svedijos-elektros-jungtis-nordbalt>
21. Lietuvos respublikos energetikos įstatymas. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.417491> [žiūrėta 2019-12-04]
 22. Lundin, E., & Tangerås, T. P. (2017). *Cournot Competition in Wholesale Electricity Markets: The Nordic Power Exchange, Nord Pool: IFN Working Paper, No. 1191*. Stockholm: Research Institute of Industrial Economics
 23. Mario Blazquez de Paz (2015) *Transmission capacity constraints and transmission costs on electricity market auctions*. International Journal of Environmental Studies Volume 2, 2015 - Issue 1
 24. Michael G. Pollit (2019), *The European Single Market in Electricity: An Economic Assessment* Review of Industrial Organization volume 55, pages63–87(2019)
 25. Nacera Hammadi (2016) *Development of high-voltage high-frequency power supply for ozone generation* International Journal of Environmental Studies Volume 72, 2015 - Issue 5
 26. Nacera Hammadi (2016) *Processes for sustainable development using high-intensity electric fields*.
 27. Nepriklausomi elektros energijos tiekėjai Lietuvoje. Prieiga per internetą: <https://www.regula.lt/elektra/Puslapiai/licencijos%20ir%20leidimai/nepriklausomo-elektros-energijos-tiekimo-licencijas-leidimus-turincios-imonas.aspx> [žiūrėta 2019-12-09]
 28. Nordbalt projekto kaina. Prieiga per internetą https://regula.lt/Docs/nutarimas_679_.pdf [žiūrėta 2020-01-11]
 29. Norvegijos perdavimo tinklo operatoriaus akcininkai. Prieiga per internetą: <https://www.statnett.no/en/about-statnett/> [žiūrėta 2019-12-13]
 30. Pasaulinis energijos sunaudojimas BP ataskaita <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>
 31. Paul Brees (2010) *The cost of power generation Research and analysis*. Published 26 July 2010
 32. Paul Brees (2014) *Power Generation Technologies* International Journal of Environmental Studies Volume 72, 2015 - Issue 1
 33. Prekybos elektros energija taisyklės Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.361473> [žiūrėta 2019-12-04]
 34. Rekha Reddy (2000). *Lowering electricity prices through Deregulation*.
 35. Sinchronizacija su KET [žiūrėta 2019-12-03] Prieiga per internetą: <https://www.litgrid.eu/index.php?act=js/synchronization&item=114>
 36. Sinchronizacijai reikalingi projektai. Prieiga per internetą <https://tyndp.entsoe.eu/tyndp2018/projects/projects/170> [žiūrėta 2020-01-11]
 37. Sophie Meritet, (2015) *Market power in power markets: the case of French wholesale electricity market*.
 38. Suomijos perdavimo tinklo operatoriaus akcininkai. Prieiga per internetą: <https://www.fingrid.fi/en/pages/investors/shares-and-shareholders/> [žiūrėta 2019-12-13]
 39. Svinkūnas ir Navickas (2014) *Elektros energetikos pagrindai*.
 40. Svinkūnas, G. ir Navickas, A. (2014). *Elektros energetikos pagrindai: mokomoji knyga* (II pataisyta ir papildyta laida).

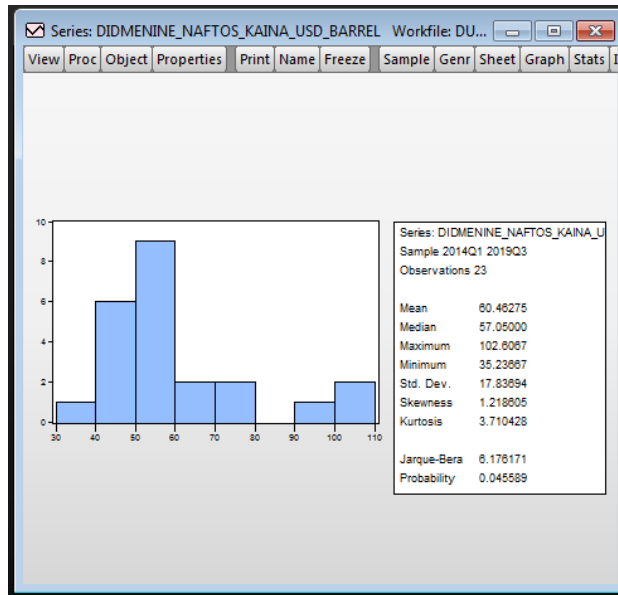
41. Švedijos perdavimo tinklo operatoriaus akcininkai. Prieiga per internetą: <https://www.svk.se/en/about-us/organization/> [žiūrėta 2019-12-13]
42. Tamašiūnas (1999) Tamašiūnas T. (1999). *Projektų metodas ugdymo praktikoje*. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla.
43. Tarjei Kristiansen (2007) *Pricing of monthly forward contracts in the Nord Pool market 2007*
44. Tarjei Kristiansen (2007), *Merchant Electricity Transmission Expansion: A European Case Study*," Working papers DTE 391, CIDE, División de Economía.
45. Tobias Lust (2010) *Wind power and the electricity wholesale price volatility*. 195(1), 1023-1037
46. Valstybinio audito ataskaita „Elektros energetikos sektoriaus pertvarka“ Prieiga per internetą: <https://www.vkontrole.lt> › failas [žiūrėta 2019-12-04]
47. Ventosa (2005), *Electricity market modeling trends*. 123-158. doi:10.1007/s11149-017-9324-z
48. Weigt Hannes (2009) *Review of liberalization and modeling of electricity*.
49. World Bank Enterprise Surveys (2002–18). *The data sample includes 139 economies*. Prieiga per internetą <https://www.doingbusiness.org/en/data/exploretopics/getting-electricity/why-matters> [žiūrėta 2020-01-10]
50. Zweifel, P., Praktiknjo, A., & Erdmann, G. (2017). *Energy Economics: Theory and Applications*. Berlin: Springer.

Priedai

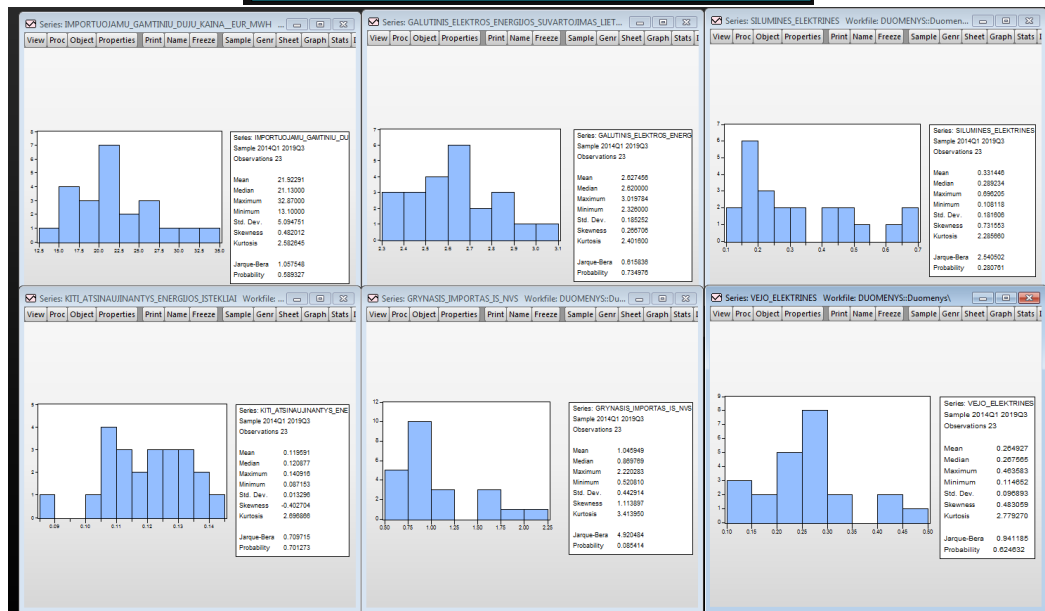
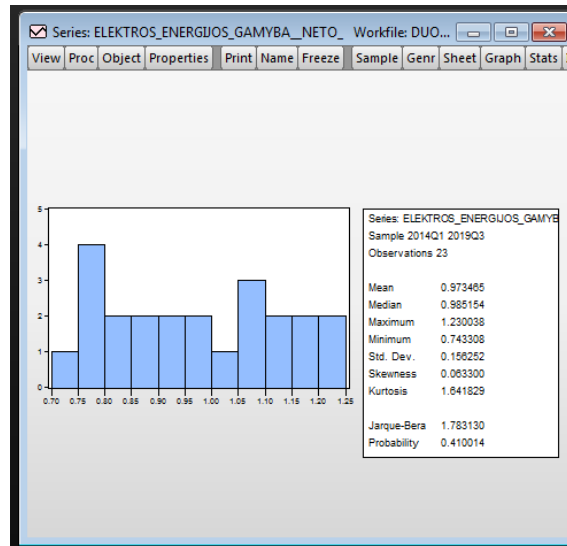
1. Priedas. Tiriamų duomenų pasiskirstymas pagal normalųjį skirstinį. Sudaryta autoriaus „Eviews“ programa.



31 pav. Didmeninės elektros energijos kainos duomenų skirstinys

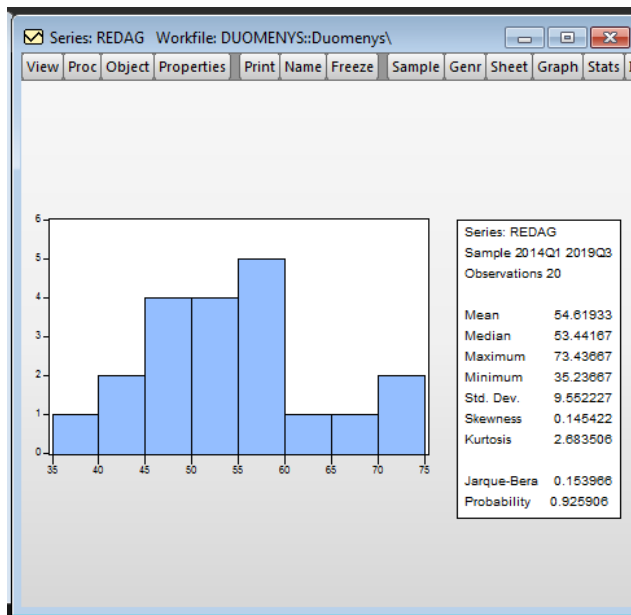


32 pav. Didmeninės naftos kainos duomenų skirstinys

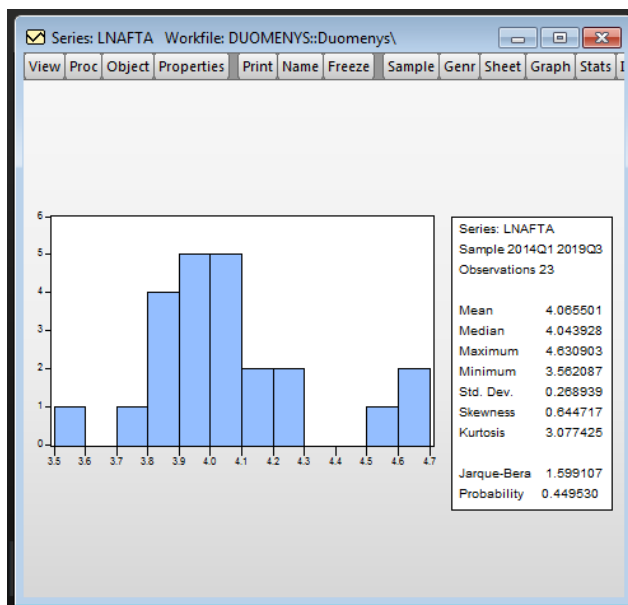


33 pav. Elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių išteklių, importuojamų gamtinių dujų, šiluminėse elektrinėse pagamintas elektros energijos kiekis, kitų atsinaujinančių šaltinių pagamintas elektros energijos kiekis, grynasis importas iš NVS, vėjo elektrinėse pagamintas elektros energijos kiekis, duomenų skirstiniai.

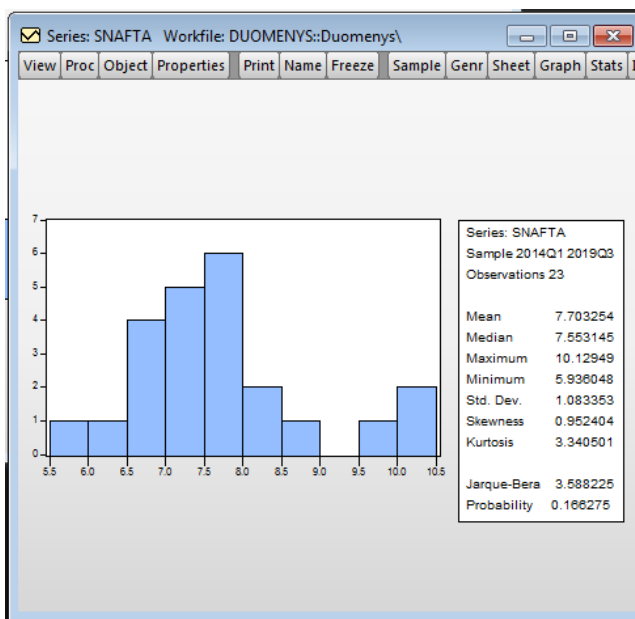
2. Priedas. Transformuoti duomenys, duomenys pašalinus nuokrypius. Sudaryta autoriaus „Eviews“ programa.



34 pav. Didmeninės naftos kainos skirstinys pašalinus nuokrypius

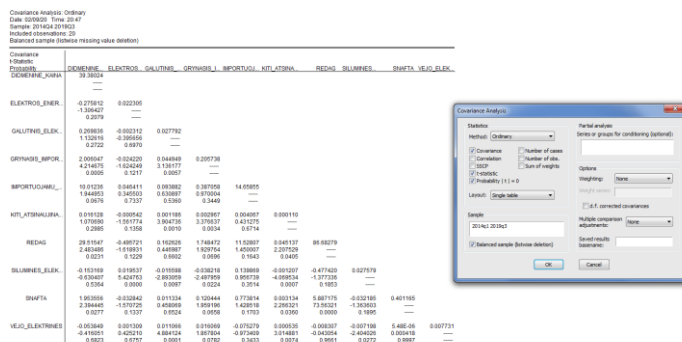


35 pav. Didmeninės naftos kainos skirstinys logaritnavus



36 pav. Didmeninės naftos kainos skirstinys ištraukus šaknį

3. Priedas. Koreliacijos koeficientai. Sudaryta autoriaus „Eviews“ programa.



37 pav. Didmeninės elektros energijos kainos ir tiriamų veiksnių koreliacijos koeficientai

4. Priedas. Tiesiniai modeliai. Sudaryta autoriaus „Eviews“ programa.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.91667	6.904554	2.450074	0.0241
GRYNASIS_IMPORTAS_IS_NVS	8.451756	2.091248	4.041490	0.0007
SQNAFTA	1.504565	1.170848	1.285022	0.2142
IMPORTUOJAMU_GAMTINIU_DUJU_KAIN...	0.317316	0.248606	1.276380	0.2172

R-squared	0.595910	Mean dependent var	44.30330
Adjusted R-squared	0.532106	S.D. dependent var	6.338494
S.E. of regression	4.335706	Akaike info criterion	5.928417
Sum squared resid	357.1686	Schwarz criterion	6.125894
Log likelihood	-64.17679	Hannan-Quinn criter.	5.978082
F-statistic	9.339733	Durbin-Watson stat	1.205191
Prob(F-statistic)	0.000525		

38 pav. Pirminis tiesinis modelis

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.590703	14.41233	-0.318526	0.7534
GRYNASIS_IMPORTAS_IS_NVS	8.193588	2.154022	3.803855	0.0011
NAFTALOG	9.918564	3.547451	2.795969	0.0112

R-squared	0.551050	Mean dependent var	44.30330
Adjusted R-squared	0.506155	S.D. dependent var	6.338494
S.E. of regression	4.454319	Akaike info criterion	5.946733
Sum squared resid	396.8192	Schwarz criterion	6.094841
Log likelihood	-65.38743	Hannan-Quinn criter.	5.983982
F-statistic	12.27420	Durbin-Watson stat	0.964692
Prob(F-statistic)	0.000333		

39 pav. Tikslintas tiesinis modelis

Equation: UNTITLED Workfile: DUOMENYS:Duomenys\

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Variance Inflation Factors
Date: 03/02/20 Time: 21:31
Sample: 2014Q1 2019Q3
Included observations: 23

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	207.7154	240.7874	NA
GRYNASIS_IMPORTA...	4.639811	6.893436	1.009252
NAFTALOG	12.58441	242.1253	1.009252

40 pav. Modelio parametru multikolinumas

5. Priedas. Netiesinai modeliai. Sudaryta autoriaus „SPSS“ programa.

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	326,381	3	108,794	3,708	,030
Residual	557,502	19	29,342		
Total	883,883	22			

The independent variable is Importuojamų gamtinių dujų kaina, EUR/MWh.

Coefficients

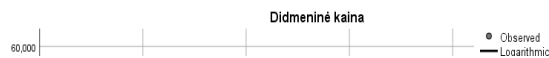
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Importuojamų gamtinių dujų kaina, EUR/MWh	-.23,453	10,736	-.18,851	-2,184	,042
Importuojamų gamtinių dujų kaina, EUR/MWh ** 2	1,083	,480	40,564	2,258	,036
Importuojamų gamtinių dujų kaina, EUR/MWh ** 3	-.016	,007	-.21,552	-2,262	,036
(Constant)	202,757	77,827		2,605	,017

41 pav. Importuojamų gamtinių dujų kainos netiesinis modelis

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	358,904	1	358,904	14,357	,001
Residual	524,979	21	24,999		
Total	883,883	22			

The independent variable is Grynasis importas iš NVS.

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
ln(Grynasis importas iš NVS)	10,393	2,743	,637	3,789	,001
(Constant)	44,624	1,046		42,662	,000



42 pav. Grynojo importo iš NVS netiesinis modelis

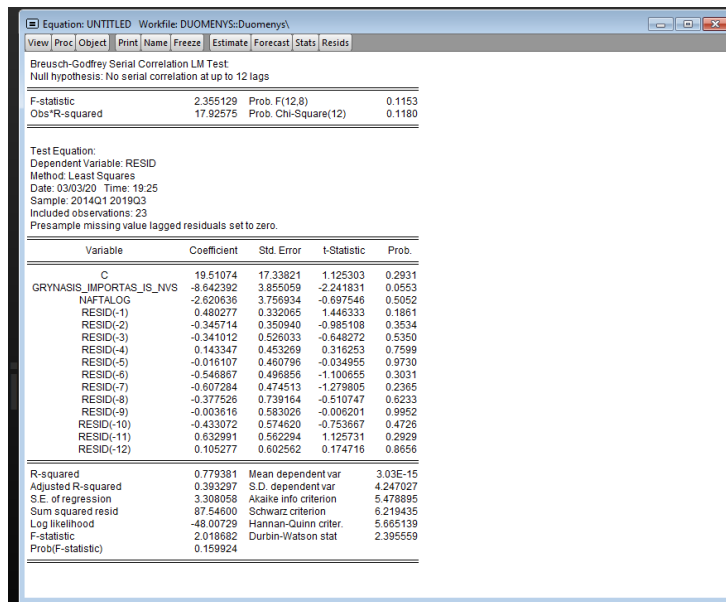
ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	,102	1	,102	6,443	,019
Residual	,334	21	,016		
Total	,436	22			

The independent variable is Didmeninė naftos kaina usd/barrel.

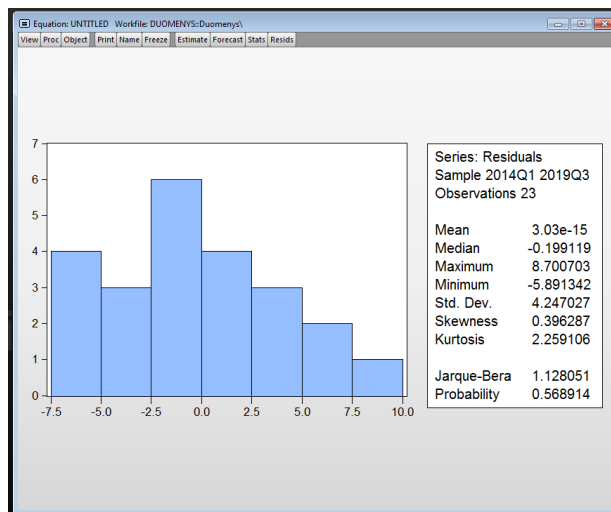
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
ln(Didmeninė naftos kaina usd/barrel)	,254	,100	,485	2,538	,019
(Constant)	15,639	6,370		2,455	,023

43 pav. Didmeninės naftos kainos netiesinis modelis

6. Priedas. Paklaidos tiesinio regresijos modelio. Sudaryta autoriaus „Eviews“ programa.



44 pav. Liekamųjų paklaidų autokoreliacijos tyrimas



45 pav. Paklaidų nulinio vidurkio ir normalaus skirtinio

Equation: UNTITLED Workfile: DUOMENYS:Duomenys

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.948800	Prob. F(2,20)	0.1686
Obs*R-squared	3.751205	Prob. Chi-Square(2)	0.1533
Scaled explained SS	1.785695	Prob. Chi-Square(2)	0.4095

Test Equation:
Dependent Variable: RESID*2
Method: Least Squares
Date: 03/03/20 Time: 19:31
Sample: 2014Q1 2019Q3
Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	55.92052	61.45196	0.909988	0.3737
GRYNASIS_IMPORTAS_IS_NVS	16.73972	9.184416	1.829155	0.0823
NAFTALOG	-13.83326	15.12578	-0.914549	0.3713

R-squared	0.163096	Mean dependent var	17.25301
Adjusted R-squared	0.079405	S.D. dependent var	19.79488
S.E. of regression	18.99253	Akaike info criterion	8.847076
Sum squared resid	7214.322	Schwarz criterion	8.995184
Log likelihood	-96.74137	Hannan-Quinn criter.	8.884325
F-statistic	1.948800	Durbin-Watson stat	1.935605
Prob(F-statistic)	0.168561		

46 pav. Liekamųjų paklaidų dispersijos tyrimas

7. Priedas. Tyrimui naudoti duomenys.

11 lentelė. Tyrimui naudoti duomenys

		Elektros energijos gamyba (Neto), TWh	Šiluminės elektrinės, TWh	Importuojamų gamtinių dujų kaina, EUR/MWh
2014	Q1	1,098	0,497	32,870
	Q2	0,760	0,289	27,440
	Q3	1,145	0,696	31,590
	Q4	1,052	0,450	28,080
2015	Q1	1,083	0,467	26,300
	Q2	1,151	0,629	24,200
	Q3	1,162	0,687	22,330
	Q4	1,203	0,537	18,380
2016	Q1	1,022	0,337	20,220
	Q2	0,893	0,329	17,370
	Q3	0,827	0,293	15,590
	Q4	1,230	0,425	17,390
2017	Q1	0,985	0,221	21,480
	Q2	0,913	0,234	18,960
	Q3	0,842	0,170	16,020
	Q4	1,126	0,220	18,290
2018	Q1	0,913	0,187	20,460
	Q2	0,779	0,149	21,130
	Q3	0,743	0,163	23,690
	Q4	0,785	0,108	26,850
2019	Q1	0,992	0,179	22,270
	Q2	0,798	0,174	20,217
	Q3	0,888	0,181	13,100

		Galutinis elektros energijos suvartojimas Lietuvoje, TWh	Grynasis importas iš NVS, TWh	Galutinis elektros energijos suvartojimas Lietuvoje, TWh
2014	Q1	2,559	0,749	2,559
	Q2	2,326	0,753	2,326
	Q3	2,341	0,974	2,341
	Q4	2,620	1,197	2,620
2015	Q1	2,570	0,852	2,570
	Q2	2,397	0,535	2,397
	Q3	2,401	0,836	2,401

	Q4	2,648	0,848	2,648
2016	Q1	2,727	0,826	2,727
	Q2	2,475	0,521	2,475
	Q3	2,479	0,676	2,479
	Q4	2,787	1,035	2,787
2017	Q1	2,813	0,915	2,813
	Q2	2,540	0,604	2,540
	Q3	2,565	0,870	2,565
	Q4	2,842	0,797	2,842
2018	Q1	2,914	1,243	2,914
	Q2	2,604	0,960	2,604
	Q3	2,638	1,617	2,638
	Q4	3,020	1,792	3,020
2019	Q1	2,871	2,220	2,871
	Q2	2,660	1,624	2,660
	Q3	2,636	1,614	2,636

		Vėjo elektrinės, TWh	Kiti atsinaujinantys energijos ištekliai, TWh	Didmeninė naftos kaina, usd/barrel
2014	Q1	0,217	0,105	100,553
	Q2	0,115	0,104	102,607
	Q3	0,119	0,087	95,097
	Q4	0,185	0,114	66,653
2015	Q1	0,217	0,121	48,533
	Q2	0,159	0,115	59,800
	Q3	0,136	0,108	51,577
	Q4	0,295	0,115	41,840
2016	Q1	0,268	0,113	35,237
	Q2	0,210	0,106	47,980
	Q3	0,212	0,106	44,847
	Q4	0,441	0,115	50,007
2017	Q1	0,348	0,136	53,000
	Q2	0,290	0,130	48,523
	Q3	0,270	0,122	49,690
	Q4	0,449	0,128	57,400
2018	Q1	0,296	0,138	63,770
	Q2	0,281	0,129	73,437
	Q3	0,245	0,128	70,603
	Q4	0,317	0,132	53,883

2019	Q1	0,464	0,141	57,050
	Q2	0,295	0,125	58,627
	Q3	0,265	0,132	59,930