

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
DATORIKAS FAKULTĀTE

**LIELO DATU VIRZĪTA ENERĢIJAS DATU ANALĪZE EIROPAS  
SAVIENĪBAS VALSTĪM**  
BAKALaura DARBS

Autors: Viktors Vradijs

Studenta apliecības Nr.: 17017

Darba vadītājs: docente Dr.dat. Anastasija Ņikiforova

RĪGA 2021

## ANOTĀCIJA

Elektroenerģijas ģenerēšanas apjomi katru gadu palielinās, lai apmierinātu elektroenerģijas pieprasījumu. Mūsdienās, globālā sasilšana, ir viena no aktuālākajām pasaules problēmām. Galvenā gāze kas izraisa globālo sasilšanu ir CO<sub>2</sub>. Elektroenerģijas ģenerēšana ir viens no pasaules lielākajiem CO<sub>2</sub> avotiem.

Darbā analizēti un vizualizēti atvērtie lielle dati, kas ir saistīti ar elektroenerģijas ģenerēšanu un elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisiju Eiropas Savienības valstīs. Novērtēti elektroenerģijas ģenerēšanas avoti un apjomi. Novērtēta elektroenerģijas ģenerēšanas efektivitāte. Balstoties uz vēsturisko datu tendencēm, veidota prognoze līdz 2025. gadam.

Atslēgvārdi: atvērtie lielle dati, lielle dati, enerģija, Eiropas Savienība, datu apstrāde

## **ABSTRACT**

### **BIG DATA DRIVEN ANALYSIS OF ENERGY DATA FOR EUROPEAN UNION COUNTRIES**

Electricity generation volumes are increasing every year to meet electricity demand. Today, global warming is one of the most pressing global challenges. The main gas that causes global warming is CO<sub>2</sub>. Electricity generation is one of the world's largest sources of CO<sub>2</sub>.

The thesis analyzes and visualizes the open large data related to electricity generation and CO<sub>2</sub> emissions from electricity generation in the European Union countries. Sources and volumes of electricity generation have been assessed. The efficiency of electricity generation has been assessed. Based on the trends of historical data, a forecast until 2025 has been made.

Keywords: open big data, big data, energy, European Union, data processing

## SATURS

Apzīmējumu saraksts .....	6
Ievads .....	7
1. Elektroenerģijas ģenerēšana .....	8
1.1. Elektroenerģijas ģenerēšanas veidi .....	8
1.2. Elektroenerģijas ģenerēšanas dati .....	8
1.3. Kopēja ES elektroenerģijas ģenerēšanas statistika .....	10
1.4. ES līdervalstis pēc tīras enerģijas līdzsvara .....	10
1.4.1. Zviedrijas statistika .....	11
1.4.2. Francijas statistika .....	11
1.4.3. Austrijas statistika .....	12
1.5. Baltijas valstis .....	13
1.5.1. Lietuvas statistika .....	13
1.5.2. Latvijas statistika .....	14
1.5.3. Igaunijas statistika .....	15
1.6. ES atpalikušas pēc tīras enerģijas līdzsvara valstis .....	16
1.6.1. Polijas statistika .....	16
1.6.2. Kipras statistika .....	17
1.6.3. Maltas statistika .....	18
2. CO2 emisija no elektroenerģijas ģenerēšanas .....	20
2.1. Elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas dati .....	20
2.2. Kopēja ES elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas statistika .....	20
2.3. ES līdervalstis pēc tīras enerģijas līdzsvara .....	20
2.3.1. Zviedrijas statistika .....	21
2.3.2. Francijas statistika .....	22
2.3.3. Austrijas statistika .....	22
2.4. Baltijas valstis .....	23
2.4.1. Lietuvas statistika .....	23
2.4.2. Latvijas statistika .....	24
2.4.3. Igaunijas statistika .....	25
2.5. ES atpalikušās valstis pēc tīras enerģijas līdzsvara .....	26
2.5.1. Polijas statistika .....	26
2.5.2. Kipras statistika .....	27

2.5.3. Maltas statistika .....	28
3. Degošo degvielu ģenerēšanas CO2 emisija .....	30
3.1. ES valstu degošo degvielu elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas.....	30
4. Elektroenerģijas ģenerēšanas attīstības prognoze .....	32
4.1. Kopējā ES valstis prognoze .....	32
4.2. Aplūkotās valstis.....	34
4.2.1. Dānijas prognoze .....	34
4.2.2. Igaunijas prognoze.....	36
4.2.3. Francijas prognoze.....	38
4.2.4. Latvijas prognoze .....	39
4.2.5. Lietuvas prognoze .....	41
Rezultāti .....	44
Secinājumi.....	45
Izmantotā literatūra un avoti .....	46
Pielikumi .....	48
1. pielikums. Elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu grafiki .....	48
2. pielikums. Elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju grafiki.....	66
3. pielikums. Prognozes grafiki.....	84

## APZĪMĒJUMU SARAKSTS

IRES	Starptautiskas Rekomendācijas priekš Enerģijas Statistikas [4]
SIEC	Standarta starptautiskā enerģijas produktu klasifikācija [4]
ES	Eiropas Savienība

## IEVADS

Mūsdienās gaisa piesārņojums ir viena no kritiskākajām ekoloģijas problēmām. CO<sub>2</sub> emisijas izraisa pasaules globālo sasilšanu. Elektroenerģijas ģenerēšana ir viens no lielākajiem CO<sub>2</sub> avotiem, 2018 gadā elektroenerģijas un siltuma ģenerēšana sastādīja 40% no kopējā CO<sub>2</sub> emisijas apjoma [1]. Tajā pašā gadā, IKT nozare izmantoja 5-9% no kopēja pasaules elektroenerģijas apjoma un tiek prognozēts, ka 2030. gadā tā apjoms var izaugt līdz pat 20% [2].

Darba mērķis ir izpētīt ES valstu elektroenerģijas ģenerēšanas atvērtos lielos datus un noskaidrot, kura valsts efektīvāk attīsta tīras elektroenerģijas avotus un kura valsts ir efektīvāka degošas degvielas enerģijas, CO<sub>2</sub> emisiju ziņā.

Mērķa sasniegšanai definētie uzdevumi:

- analizēt atvērtos lielos datus, kas saistīti ar ES valstu elektroenerģijas ģenerēšanas veidiem un to apjomiem;
- analizēt atvērtos lielos datus, kas saistīti ar ES valstu elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisiju apjomiem;
- apkopot ģenerēšanas un CO<sub>2</sub> emisiju datus un iegūt degošo degvielu enerģijas ģenerēšanas piesārņojumu apjomus;
- izmantojot iegūtos datus prognozēt elektroenerģijas ģenerēšanas attīstību līdz 2025. gada.

Darbs sastāv no 4 pamatnodaļām:

- 1. nodaļā ir aprakstīti un analizēti dati par ES valstu elektroenerģijas ģenerēšanas veidiem un to apjomiem;
- 2. nodaļā ir aprakstīti un analizēti dati par ES valstu elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas apjomiem;
- 3. nodaļā ir apkopoti dati par ģenerēšanu un CO<sub>2</sub> emisijām, un noteikts CO<sub>2</sub> emisiju apjoms uz degošas degvielas ģenerētas enerģijas vienību;
- 4. nodaļā ir elektroenerģijas ģenerēšanas attīstības prognoze nākamajiem 5 gadiem.

# 1. ELEKTROENERĢIJAS ĢENERĒŠANA

Pasaules elektroenerģijas patēriņš palielinās katru gadu. 2018. gadā elektroenerģijas patēriņš bija 22315 TWh, kas ir par 4% vairāk nekā 2017. gadā, un katru gadu tas arvien palielinās [3]. Šajā sadaļā ir apskatīti ES valstu elektroenerģijas ģenerēšanas apjomi un veidi.

## 1.1. Elektroenerģijas ģenerēšanas veidi

Elektroenerģijas ģenerēšanas veidi var būt sadalīti grupās pēc enerģijas avotiem, kas ir aprakstīti SIEC [4], darba ietvaros, tos iedalot:

- degošo degvielu enerģijā;
- zaļajā enerģijā;
- kodolenerģijā.

Degošās degvielas enerģija – enerģija, kas tiek iegūta ar jebkāda veida kurināmo, piemēram, ogles, kūdra, koksne, biodegviela, naftas produkti.

Zaļā enerģija – visi atjaunojamie enerģijas veidi, kas nerada piesārņojumus, piemēram, saules enerģija, ūdens enerģija, vēja enerģija, ģeotermālā enerģija.

Kodolenerģija – siltumelektrostacijas, kas iegūst siltumu kodoldegvielas, urāna vai plutonija šķelšanas procesā. Nerada tiešu gaisa piesārņojumu, bet atstāj radioaktīvus atkritumus, kas jāglabā speciālas glabātuvēs.

## 1.2. Elektroenerģijas ģenerēšanas dati

Elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu statistika tiek ņemta no Eiropas atvērto datu “Eurostat” [5] portāla. Atvērtie dati ir pieejami jebkuram cilvēkam, tāpēc tie var un tiek izmantoti jebkāda veida pētījumos, kā arī pašattīstībai. Datu analīzei tiek izmantota datu kopa “Neto elektroenerģijas ražošana pēc degvielas veida - mēneša dati” [6]. Šajā datu kopā ir dati par elektroenerģijas ģenerēšanas apjomiem pēc degvielas veida no 2016. līdz 2021. gadam, un ir sagrupēti pa valstīm, mēnešiem un enerģijas avotiem.

Datu kopā enerģijas avoti ir sadalīti:

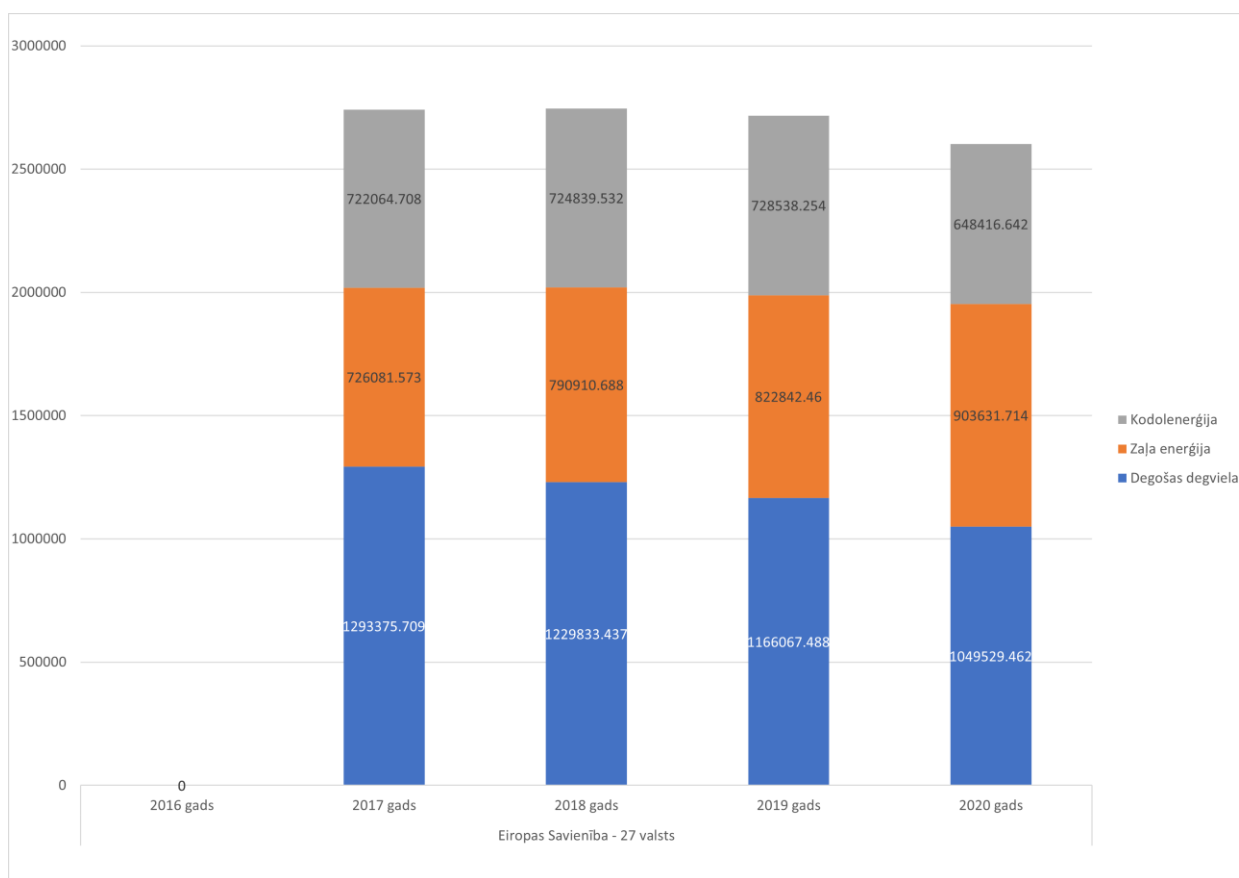
1. Degošās degvielas:
  - 1.1. degošās degvielas – atjaunojamās;
  - 1.2. degošās degvielas – neatjaunojamās;

- 1.3. ogles un rūpnieciskās gāzes;
- 1.4. dabasgāze;
- 1.5. nafta un naftas produkti (izņemot biodegvielu);
2. Hidroenerģija:
  - 2.1. tīrā hidroenerģija;
  - 2.2. jauktā hidroenerģija;
  - 2.3. sūkņētā hidroenerģija;
3. Ģeotermālā enerģija;
4. Vēja enerģija:
  - 4.1. vēja enerģija krastā;
  - 4.2. vēja enerģija ārpus krasta;
5. Saules enerģija:
  - 5.1. Saules siltuma enerģija;
  - 5.2. Saules fotoelektriskā enerģija;
6. Citas atjaunojamās enerģijas;
7. Kodoldegvielas un citas neklasificētas degvielas;
8. Citas neklasificētas degvielas.

Datu kopā ir dati par lielāko daļu Eiropas valstu (39 valstis), bet darbā tiek apskatīti tikai ES dalībvalstis, kuras ir 27. Pieejamie dati tiks sagrupēti pa gadiem un trim iepriekšaprakstītiem elektroenerģijas avotiem. Degošās degvielas enerģija nav jāgrupē, zaļā enerģija apvieno hidroenerģiju, ģeotermālo enerģiju, vēja enerģiju, saules enerģiju un citas atjaunojamās enerģijas, kodolenerģija apvieno kodoldegvielu un citas neklasificētās degvielas. Sagrupētie dati tiks vizualizēti un izanalizēti. Tiks aprakstītas – ES-27 kopējā statistika, darba pamattekstā sniedzot aprakstu par 3 valstīm ar mazāko relatīvo degošās degvielas enerģijas izmantošanu, 3 valstīm ar lielāko relatīvo degošās degvielas enerģijas izmantošanu, un Baltijas valstīm – Latviju, Lietuvu un Igauniju. Pārējo ES valstu analīzi var apskatīt pielikumā 1.

### 1.3. Kopēja ES elektroenerģijas ģenerēšanas statistika

ES attīsta zaļo enerģiju, 2018. gadā iznāca direktīva par atjaunojamo resursu enerģijas attīstību, kas nosaka, ka 2030. gadā atjaunojamo resursu enerģijas apjoms jāsasniedz 32% no kopēja enerģijas apjoma. Atjaunojamo resursu elektroenerģijas apjomam līdz tam laikam ir jāsasniedz 50% [7]. Ka ir redzams diagrammā (1.1. att.), ES tiešām virzās uz tīras enerģijas ģenerēšanu un arī kopējie enerģijas ģenerēšanas apjomi samazinās. Zaļās enerģijas ģenerēšanas apjomi aug līdz 10% gadā, degošo degvielu elektroenerģijas ģenerēšanas apjomi samazinās par 4-9% gadā. Kodolenerģijas ģenerēšanas apjomi nemainījās periodā no 2017. līdz 2019. gadam, bet strauji samazinājās par 12% 2020. gadā.



1.1. att. Eiropas Savienības kopējais elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

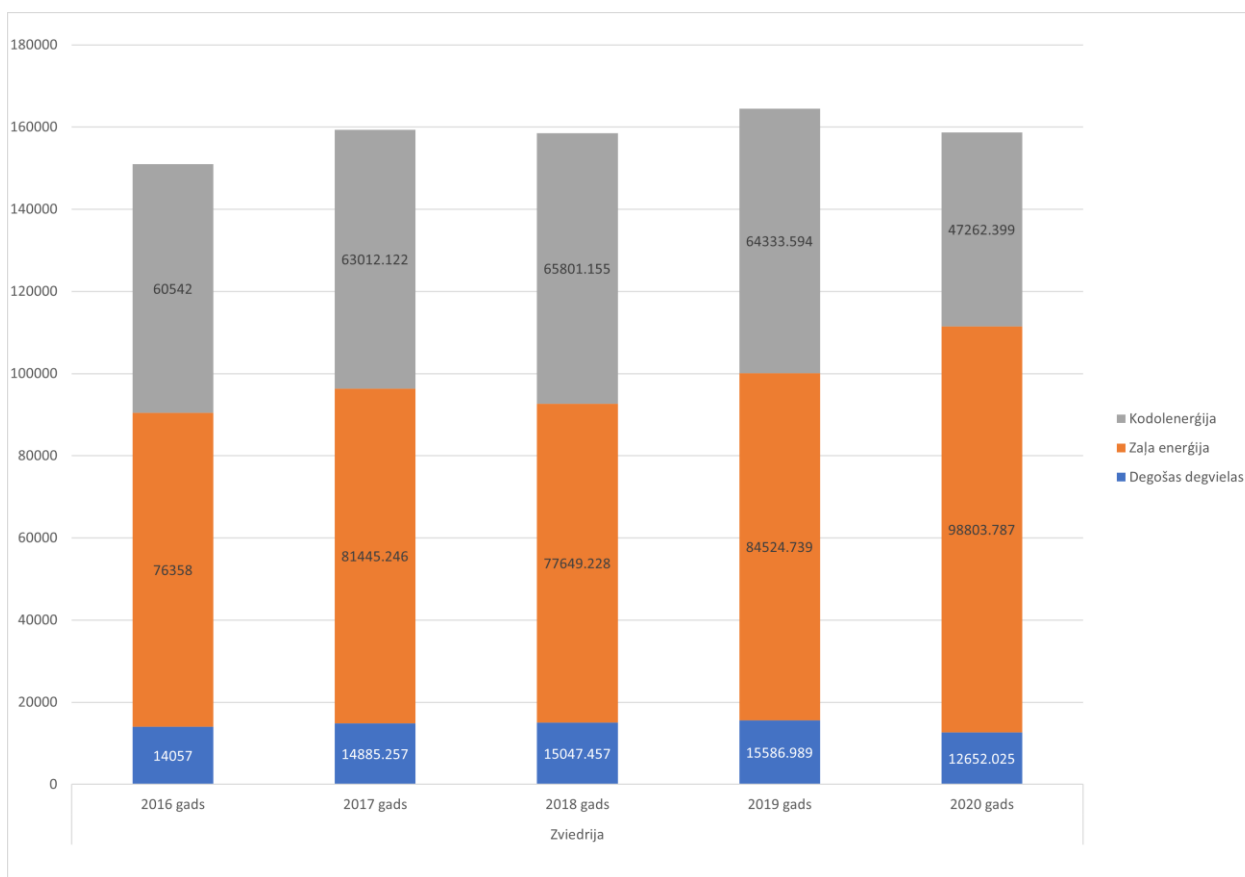
### 1.4. ES līdzvalstis pēc tīras enerģijas līdzsvara

ES līdzvalstis pēc tīras enerģijas (zaļa enerģija un kodolenerģija) līdzsvara ir:

- Zviedrija;
- Francija;
- Austrija.

### 1.4.1. Zviedrijas statistika

Zviedrija atrodas pirmajā vietā ES pēc degošās degvielas enerģijas ģenerēšanas apjoma (augošā secībā), degošo degvielu enerģija 2020. gadā sastādīja 8% no kopēja elektroenerģijas apjoma (att. 1.2.). Zaļās enerģijas ģenerēšanas apjoms pieauga par 30% periodā no 2016. gada līdz 2020. gadam un 2020. gadā sastādīja aptuveni 62% no kopēja enerģijas ģenerēšanas apjoma. Zviedrija arī izmanto kodolenerģiju, un tās apjoms bija ap 40% no kopējā enerģijas apjoma, bet 2020. gadā tās apjoms samazinājās līdz 30% no kopējā apjoma.

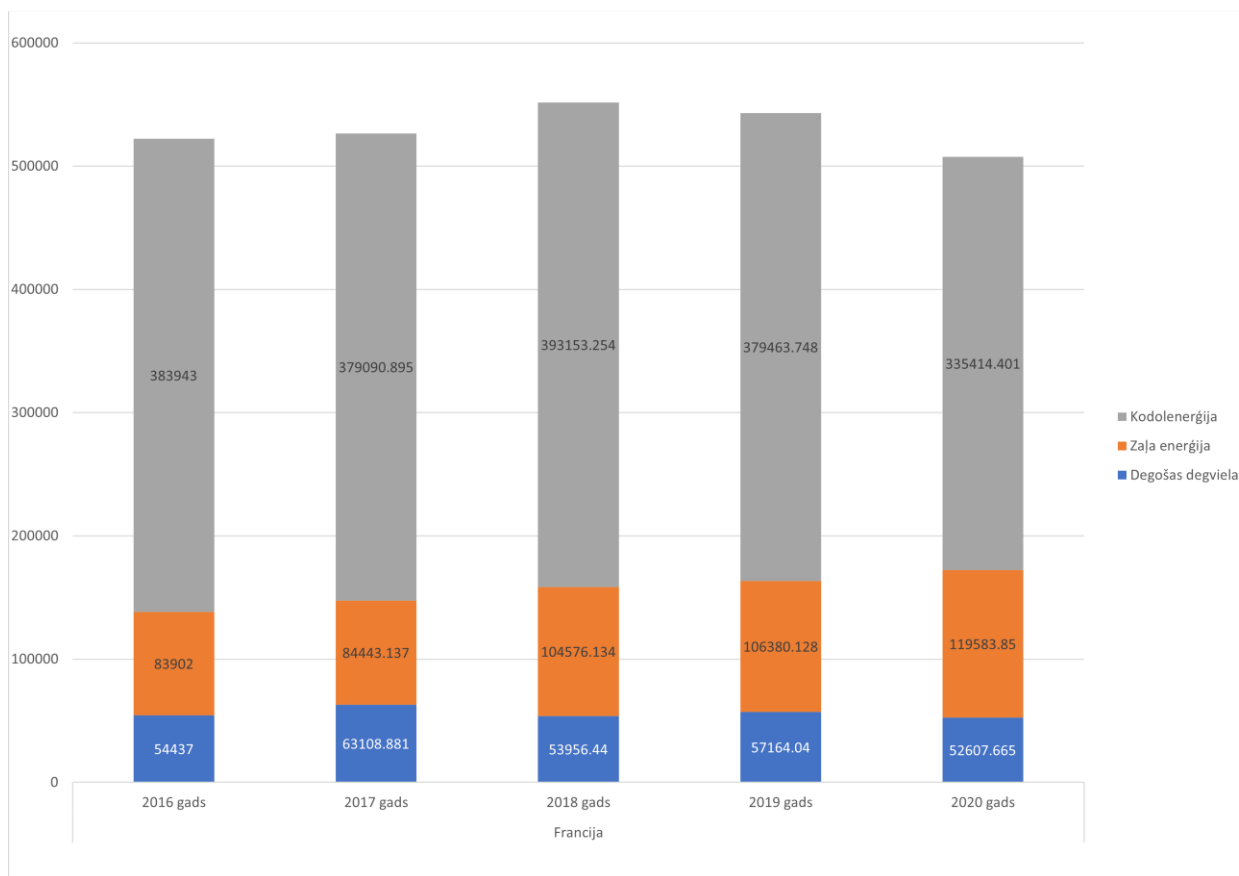


1.2. att. Zviedrijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

### 1.4.2. Francijas statistika

Francija atrodas otrajā vietā ES pēc degošās degvielas enerģijas relatīvā apjoma (augošā secībā), 2020. gadā tās apjoms sasniedz tikai 10% (att. 1.3.). Francija ir ES līderis pēc kodolenerģijas ražošanas apjoma. Kodolenerģijas relatīvais daudzums valstī sasniedz 66%. Zaļās enerģijas apjomi pieauga par 41% 5 gadu laikā un uz 2020. gadu sastādīja 24% no kopēja

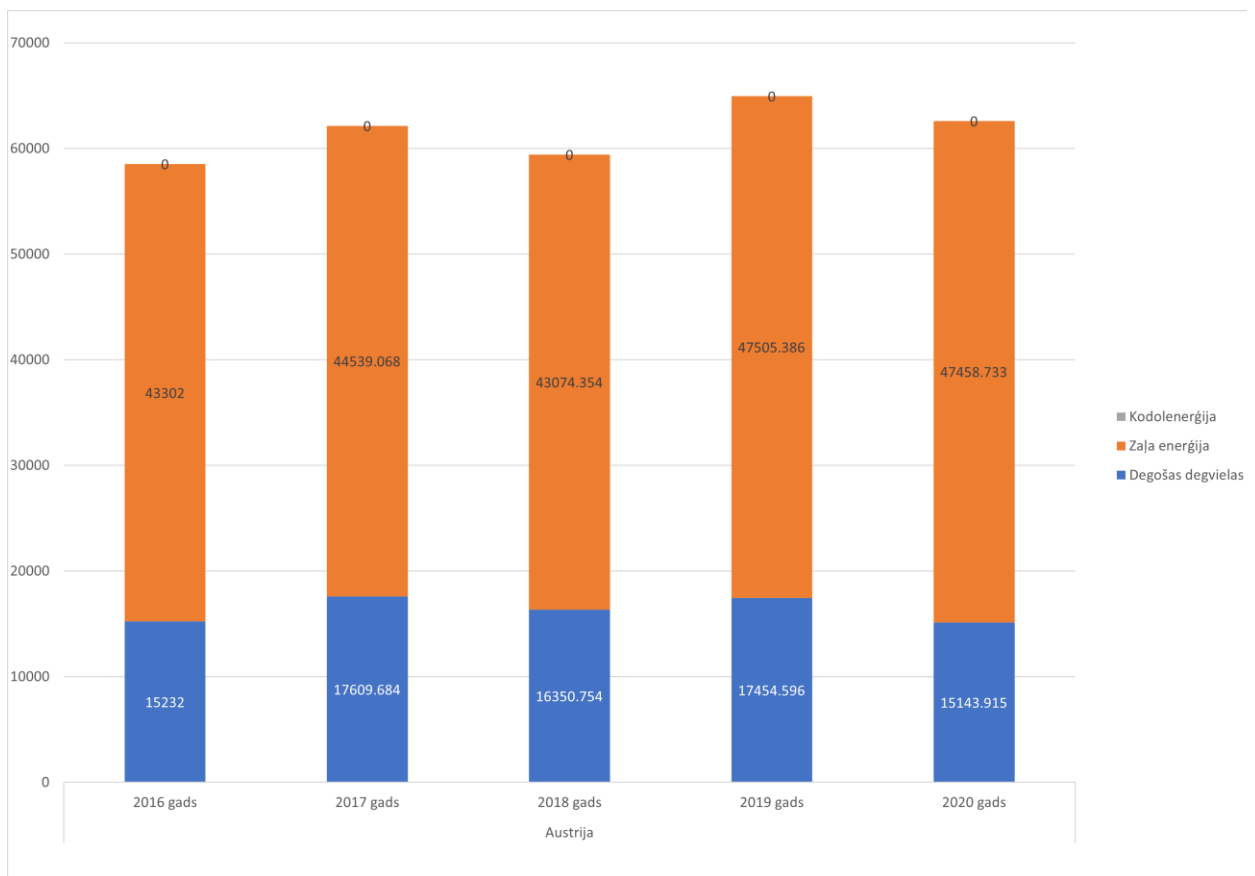
elektroenerģijas apjoma. Kopumā gaisu nepiesārņojoša elektroenerģija (kodolenerģija kopā ar zaļo enerģiju) jau sasniedza 90%.



1.3. att. Francijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

### 1.4.3. Austrijas statistika

Austrija atrodas trešajā vietā ES pēc degošās degvielas enerģijas relatīvā apjoma (augošā secībā), tās apjoms 2020. gadā sasniedz 24% (att. 1.4.). Austrijā netiek izmantota kodolenerģija, bet ļoti aktīvi tiek pielietota zaļās enerģijas ģenerēšana. Zaļās enerģijas ģenerēšana tiek attīstīta un tās apjoms 5 gadu laikā pieauga par 9%. Kopumā zaļā enerģija sastāda 76% no kopēja elektroenerģijas apjoma.



1.4. att. Austrijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

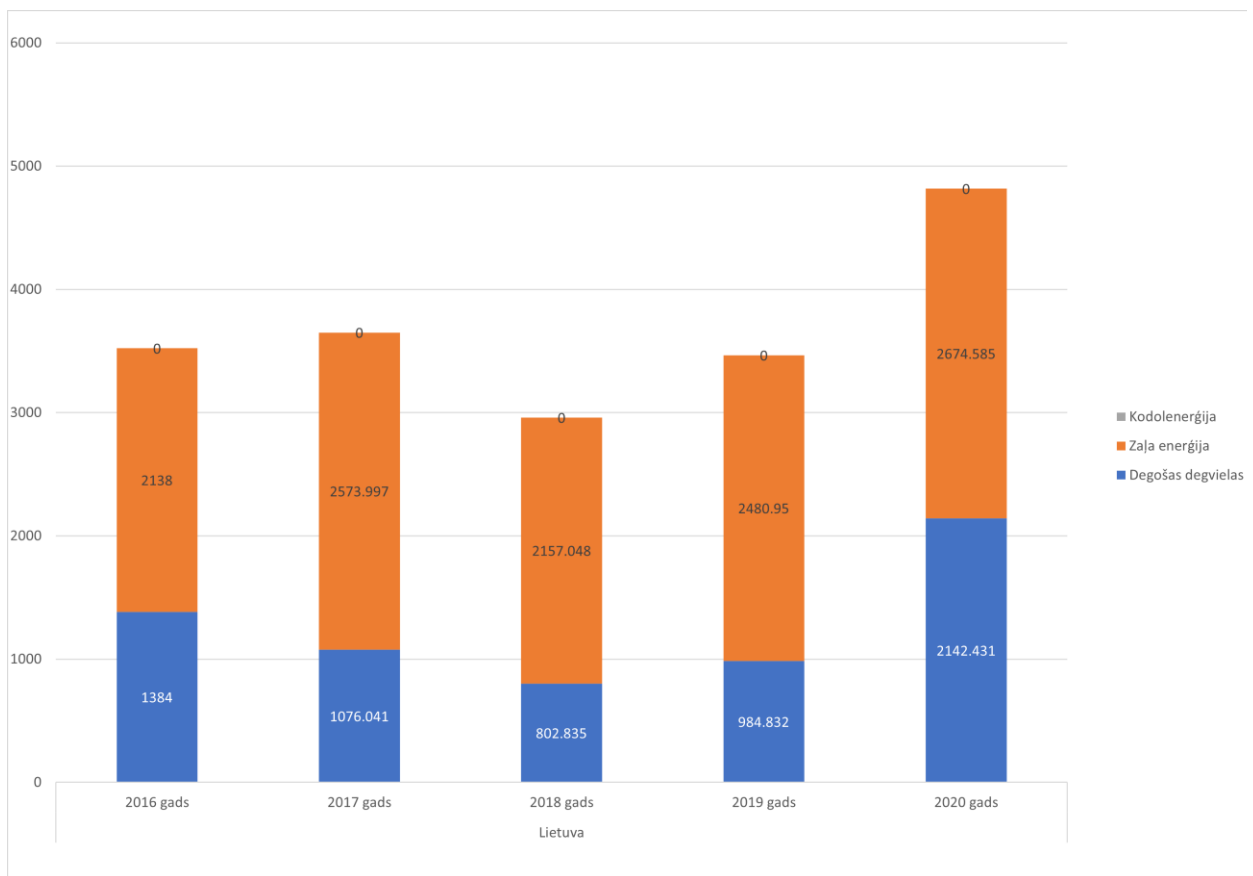
## 1.5. Baltijas valstis

Tiek aplūkotas Baltijas valstis:

- Lietuva;
- Latvija;
- Igaunija.

### 1.5.1. Lietuvas statistika

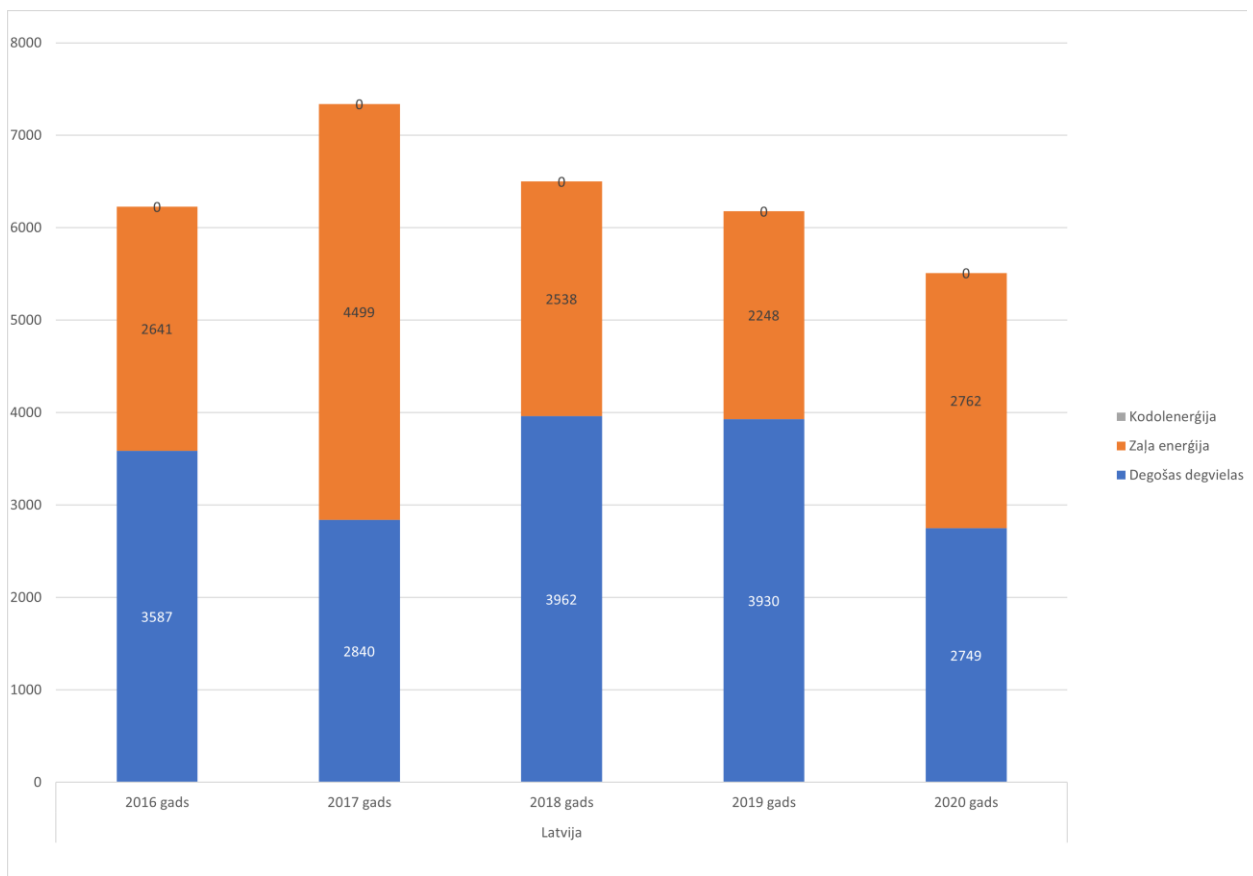
Lietuva aktīvi izmanto zaļo enerģiju, bet pēc grafika nevar izsecināt, ka tā tiek attīstīta, jo zaļās enerģijas ģenerēšanas apjomi svārstās. 2020. gadā ir liels kopējās enerģijas apjoma pieaugums salīdzinājumā ar iepriekšējiem gadiem. 2020. gadā Lietuvā zaļā enerģija sastādīja 56% no kopēja elektroenerģijas apjoma (att. 1.5.). Līdz 2010. gadam Lietuvā izmantoja kodolenerģiju [9], bet sākot ar 2010. gadu kodolenerģija netiek izmantota.



1.5. att. Lietuvas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

### 1.5.2. Latvijas statistika

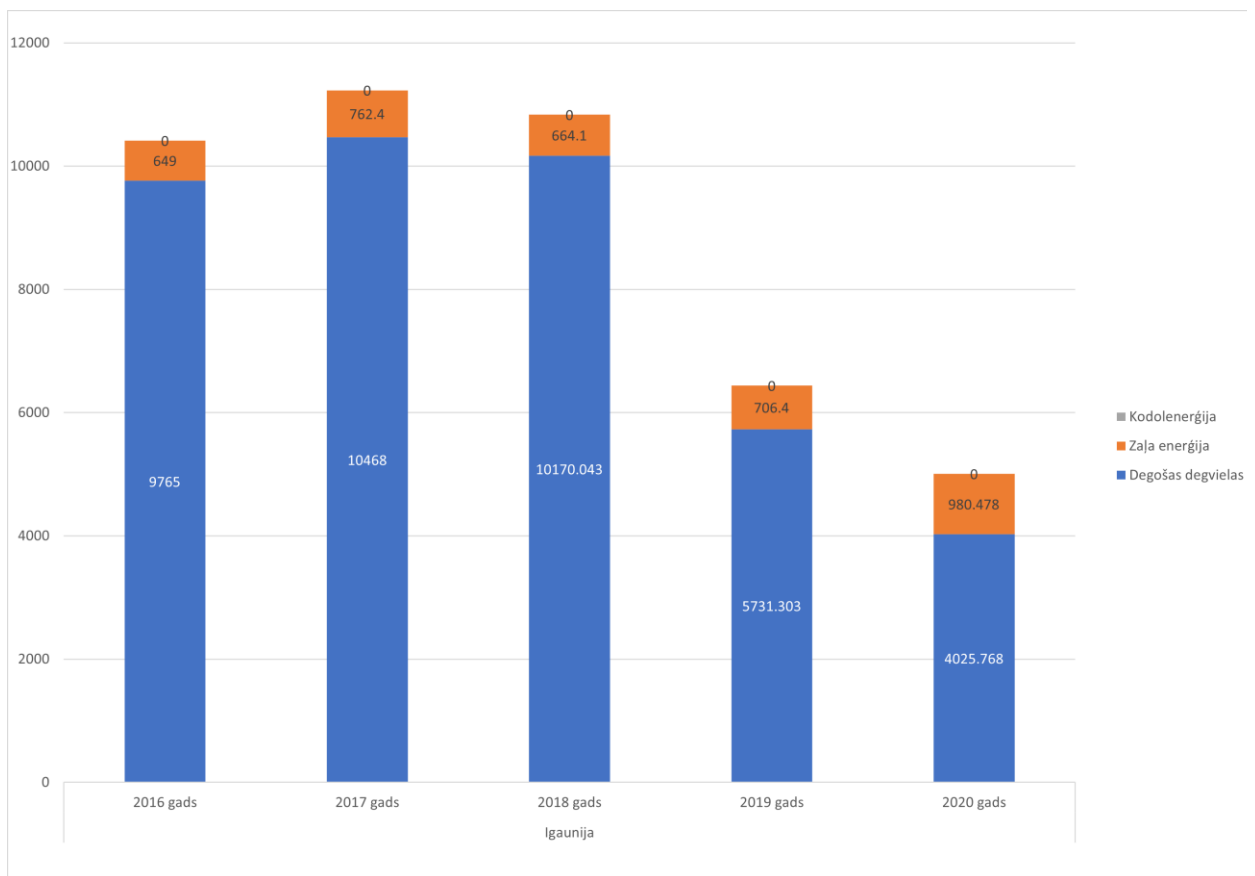
Latvijā aktīvi tiek izmantota zaļā enerģija, it īpaši HES, bet pēc grafika nevar izsecināt, ka tā tiek attīstīta. 2017. gadā redzams liels pieaugums zaļās enerģijas izmantošanā (att. 1.6.), kas ir saistīts ar netipiski augsto nokrišņu apjomu un lielo ūdens pieteci Daugavā [8]. Neņemot vērā 2017. gadu, zaļā enerģija sastāda 39-50% no kopēja enerģijas apjoma. Latvijā kodolenerģija netiek izmantota.



1.6. att. Latvijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

### 1.5.3. Igaunijas statistika

Igaunija ir sākusi attīstīt zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada zaļās enerģijas ģenerēšanas apjoms pieauga par 51% (att. 1.7.). 2020. gadā zaļās enerģijas apjoms sastāda 20% no kopēja enerģijas apjoma. 2019. gadā strauji nokritās kopējais enerģijas apjoms un turpina krist arī 2020. gadā. Kopš 2016. gada kopējais apjoms samazinājās par 52%. Igaunijā kodolenerģija netiek izmantota.



1.7. att. Igaunijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

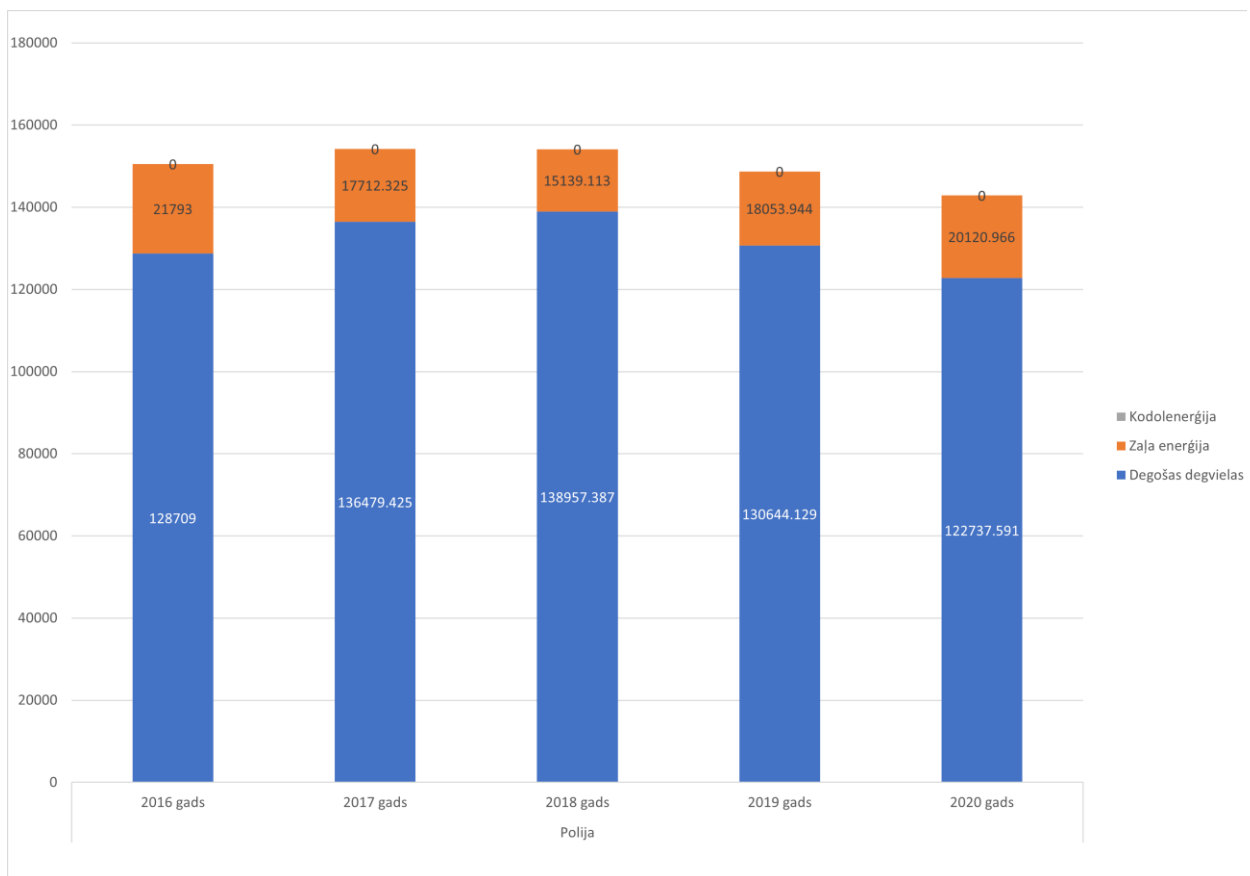
## 1.6. ES atpalikušas pēc tīras enerģijas līdzsvara valstis

ES atpalikušās valstis pēc tīras enerģijas līdzsvara:

- Polija;
- Kipra;
- Malta.

### 1.6.1. Polijas statistika

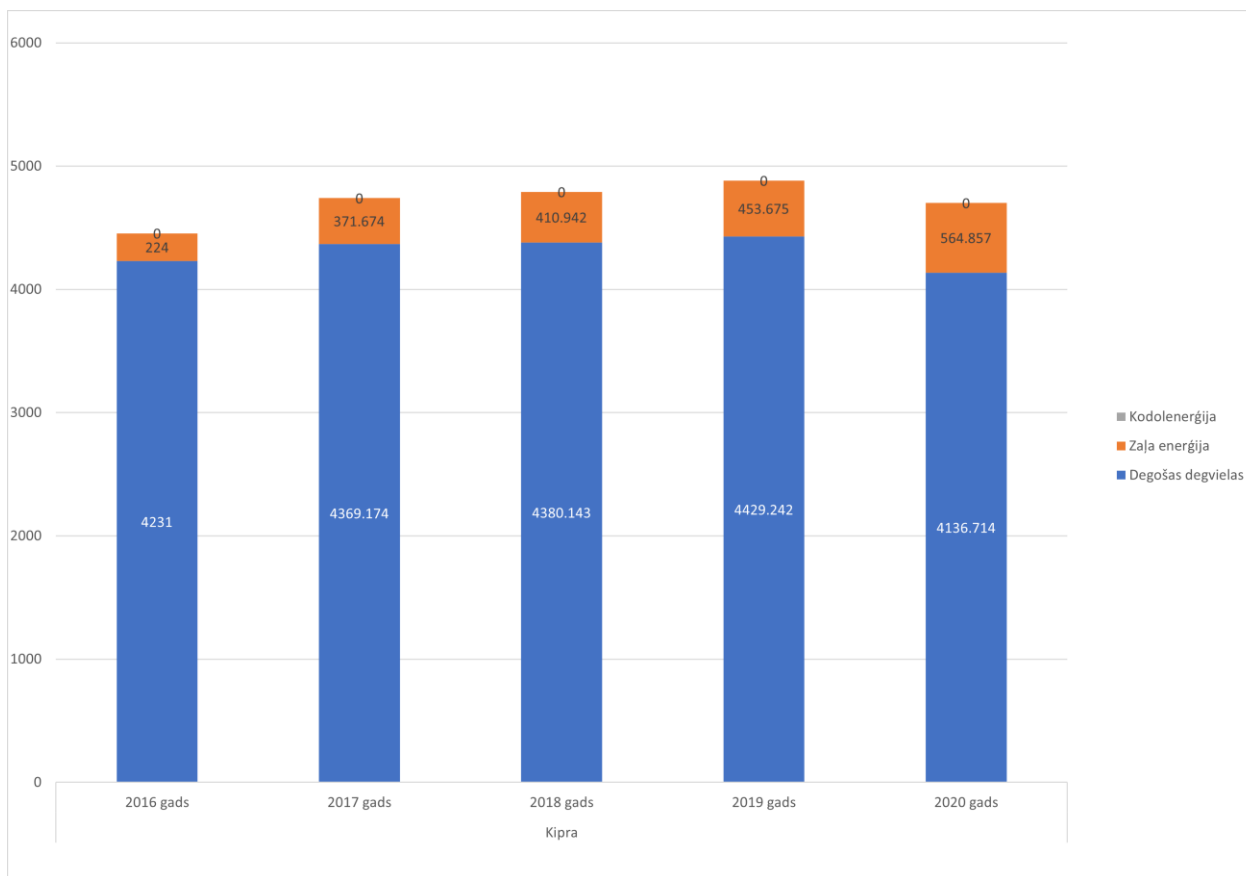
Polija atrodas trešajā vietā pēc degošās degvielas enerģijas apjoma, tās apjoms 2020. gadā sastādīja 86%. Pēc grafika (att. 1.8.) ir redzams ka Polijā netiek aktīvi attīstīta zaļās enerģijas ģenerēšana. Zaļās enerģijas apjoms pret kopējo apjomu ir robežās starp 10% un 15%. Kodolenerģija netiek izmantota.



1.8. att. Polijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

### 1.6.2. Kipras statistika

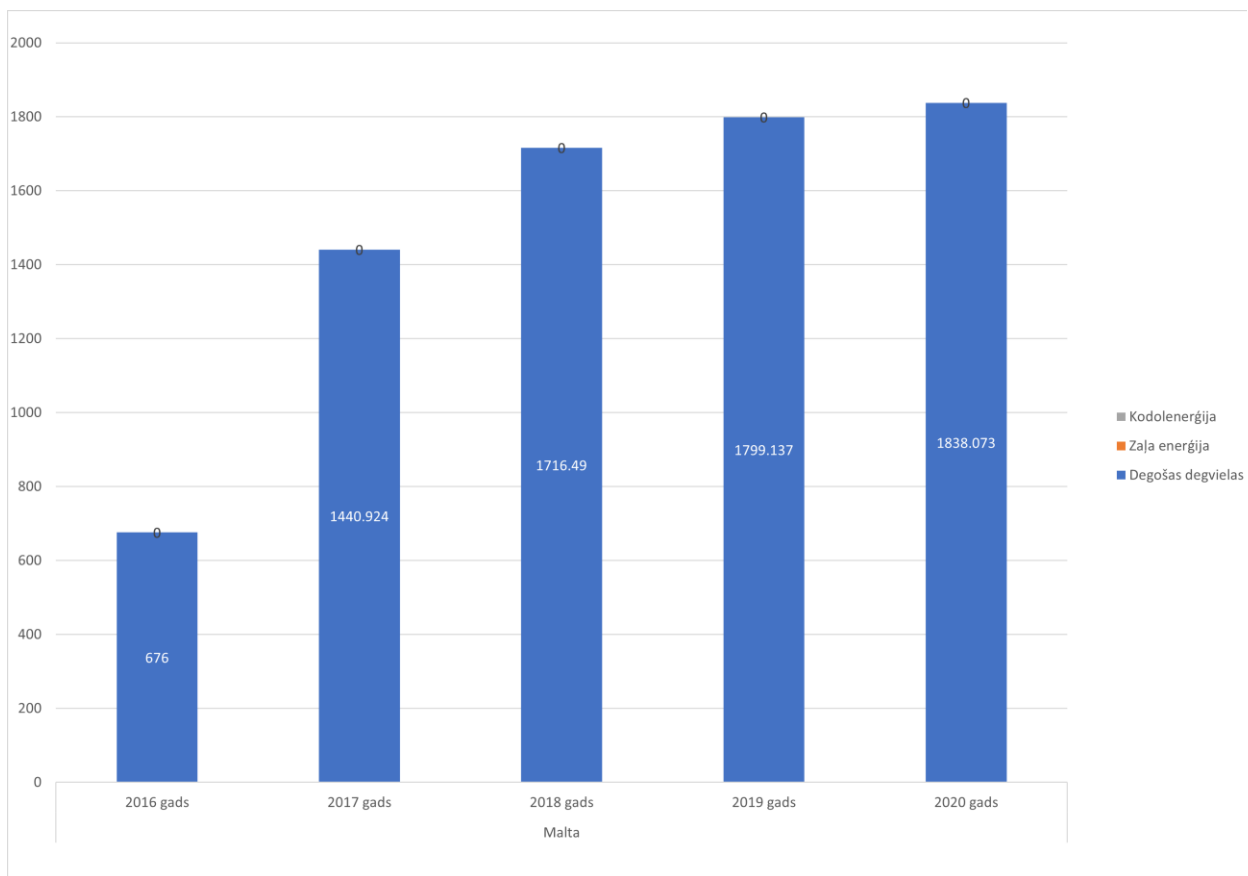
Kipra atrodas otrajā vietā pēc deģošās degvielas enerģijas apjoma, tās apjoms 2020. gadā sastādīja 88%. Pēc grafika (att. 1.9.) var secināt ka Kipra ir sākusi attīstīt zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada tās apjoms pieauga par 151% un 2020. gadā sastādīja 12% no kopēja elektroenerģijas apjoma.



1.9. att. Kipras elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

### 1.6.3. Maltas statistika

Malta atrodas 1 vietā pēc degošās degvielas enerģijas relatīvā apjoma. “Eurostat” datos [6] Maltas saules enerģijas ģenerēšanas dati ir iezīmēti kā dati ar zemu uzticamību, tāpēc nevar veikt zaļās enerģijas ģenerēšanas analīzi. Pēc uzticamiem datiem, kas tika izmantoti grafikā, var secināt, ka degošās degvielas enerģijas ģenerēšana kopš 2016. gada izauga par 171% (att. 1.10.).



1.10. att. Maltas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

## 2. CO2 EMISIJA NO ELEKTROENERĢIJAS ĢENERĒŠANAS

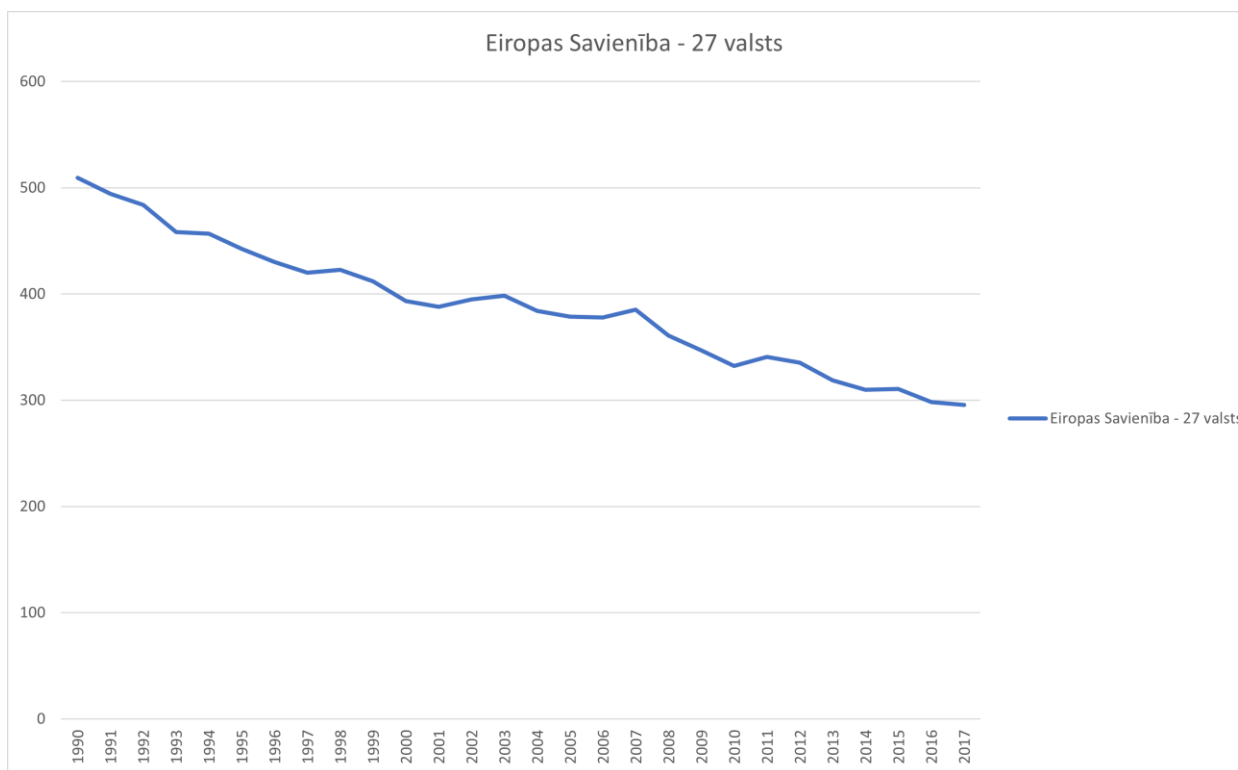
Svarīgākais rādītājs elektroenerģijas ģenerēšanai ir CO2 emisijas. Tas nosaka cik daudz CO2 emisiju tiek izdalīts ģenerējot enerģijas vienību. ES plāno līdz 2030. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu emisiju par 40% salīdzinājumā ar 1990. gadu [10].

### 2.1. Elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas dati

Analīzē tiek izmantoti Eiropas Vides Aģentūras atvērtie dati [11]. Datu kopā ir dati par 31 Eiropas valsti. Tiek apskatīti tikai ES 27 valstis. Dati ir par 1990. – 2017. gadam. Apskatītas iepriekšējā sadaļā minētās valstis, pārējo valstu grafiki ir pieejami pielikumā 2.

### 2.2. Kopēja ES elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas statistika

ES aktīvi attīsta elektroenerģijas ģenerēšanas efektivitāti. Periodā 1990. – 2017. gadam CO2 emisijas uz kWh samazinājās par 42% (att. 2.1.). Vidēji 1 gada izmaiņas sastādīja -7.9 gCO<sub>2</sub>/kWh.



2.1. att. Eiropas Savienības kopējās elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]

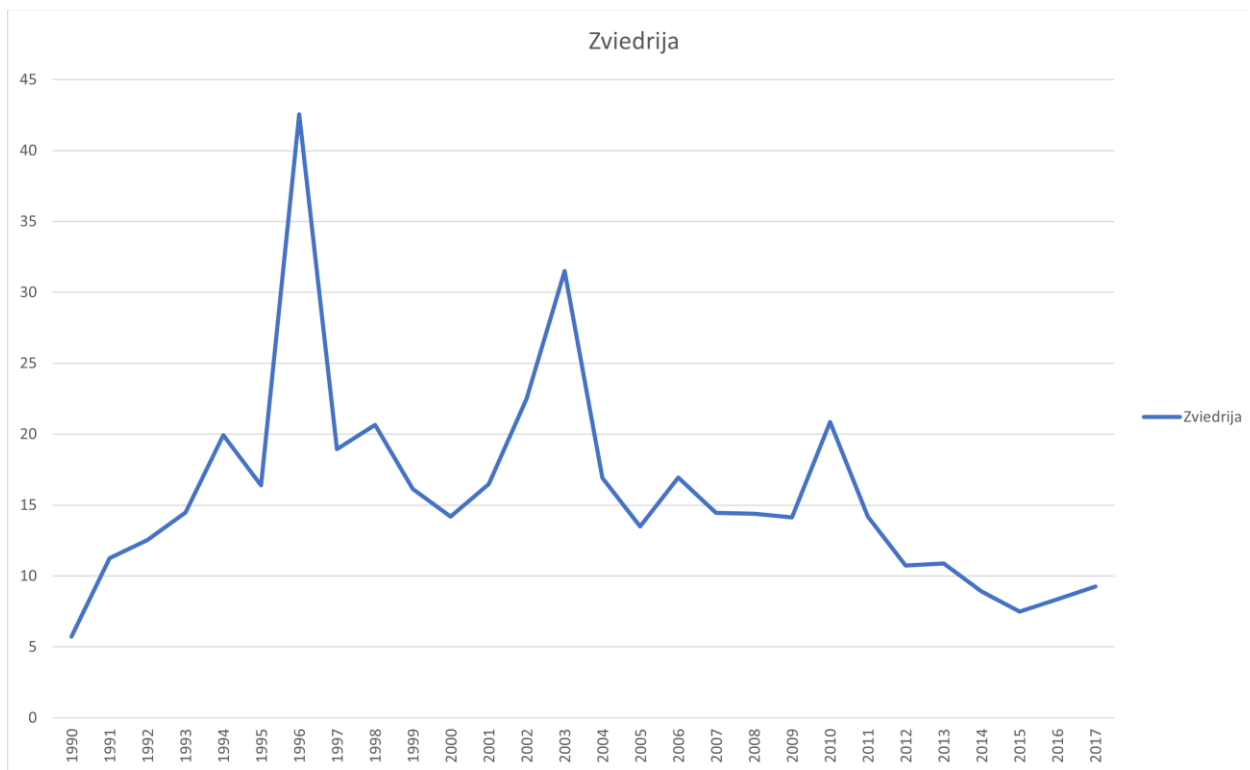
### 2.3. ES līdervalstis pēc tīras enerģijas līdzsvara

Aplūkotas iepriekš minētas valstis:

- Zviedrija;
- Francija;
- Austrija.

### 2.3.1. Zviedrijas statistika

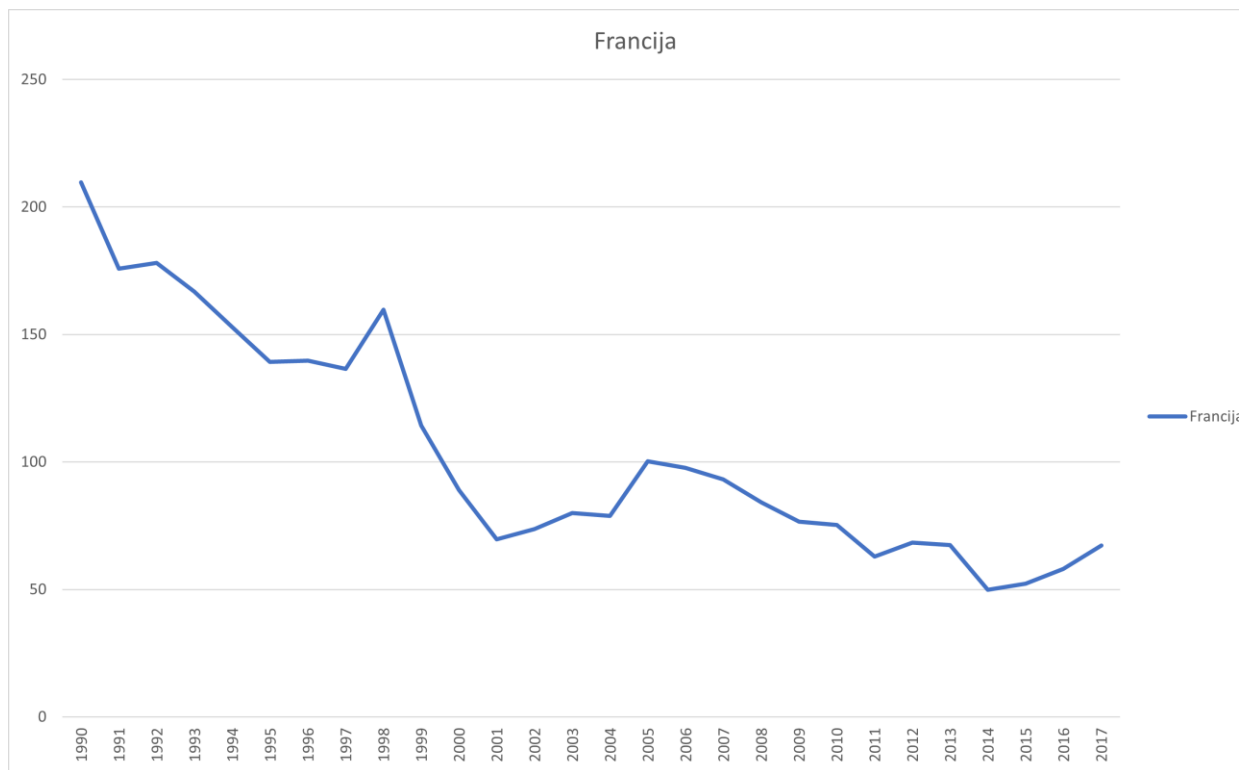
Zviedrija ir arī pirmajā vietā ES pēc CO<sub>2</sub> emisiju daudzuma uz kWh ģenerētas elektroenerģijas. 2017. gadā tās gandrīz sasniedza 9 gCO<sub>2</sub>/kWh (att. 2.2.), salīdzinājumam, tas ir gandrīz 32 reizes mazāk nekā vidējās CO<sub>2</sub> emisijas ES tajā pašā gadā, bet vidējās gada izmaiņas ir +0.13 gCO<sub>2</sub>/kWh. Salīdzinājumā ar 1990. gadu, 2017. gadā CO<sub>2</sub> emisijas ir izaugušas par 62%. Pastāv iespēja, ka tāda datu svārstība var būt saistīta ar laikapstākļiem, jo Zviedrijā vairāk nekā puse no elektroenerģijas ir zaļā, kura var būt atkarīga no tiem, piemēram, saulaino dienu skaits gadā.



2.2. att. Zviedrijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]

### 2.3.2. Francijas statistika

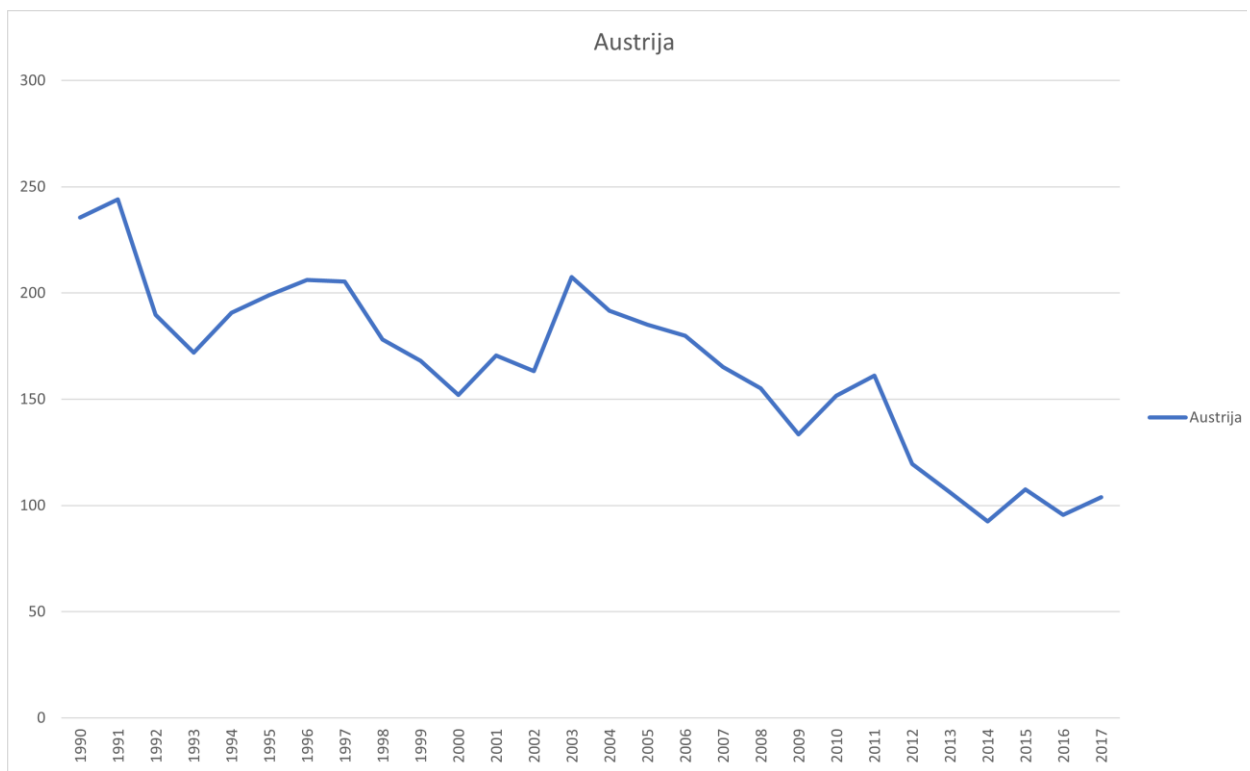
Francija, pateicoties tam, ka lielākā daļa no elektroenerģijas ir kodolenerģija, ir viena no ES valstīm ar efektīvāko elektroenerģijas ģenerēšanu CO<sub>2</sub> emisiju ziņā. Kopš 1990. gada CO<sub>2</sub> emisijas samazinājās par 68% (att. 2.3.). Vidējās 1 gada izmaiņas tajā periodā ir -5.3 gCO<sub>2</sub>/kWh.



2.3. att. Francijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]

### 2.3.3. Austrijas statistika

Austrijā aktīvi samazinās CO<sub>2</sub> emisijas no elektroenerģijas ģenerēšanas. Kopš 1990. gada tās samazinājās par 55%. Vidējās 1 gada izmaiņas tajā periodā ir -4.9 gCO<sub>2</sub>/kWh (att. 2.4.).



2.4. att. Austrijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

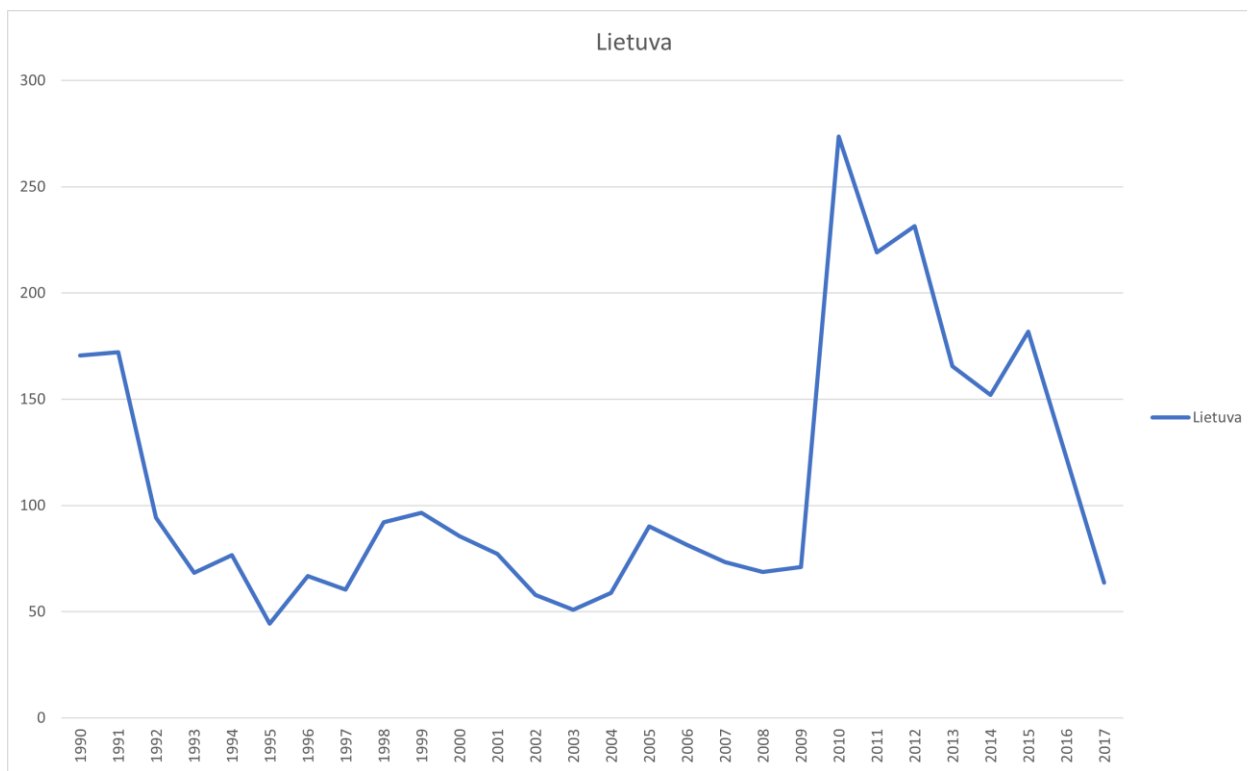
## 2.4. Baltijas valstis

Aplūkotās Baltijas valstis:

- Lietuva;
- Latvija;
- Igaunija.

### 2.4.1. Lietuvas statistika

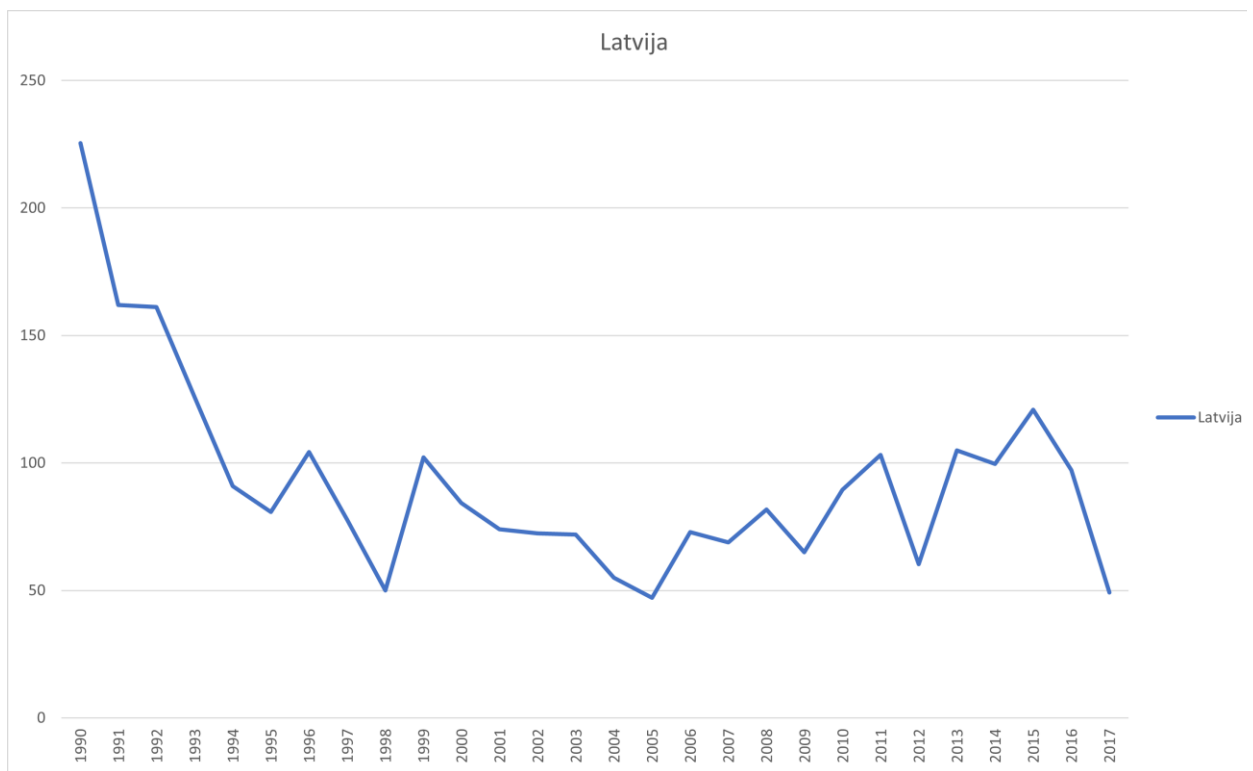
Lietuvas grafikā (att. 2.5.) ir redzams liels pieaugums 2010. gadā, kas ir saistīts ar “Ignalinas AES” slēgšanu. Tomēr, kopš tā laika, CO2 emisijas ir atgriezušās līmenī kāds bija pirms AES slēgšanas. Kopš 1990. gada CO2 emisijas ir samazinājušās par 62%. Vidējā gada izmaiņa šajā periodā ir -4 gCO2/kWh.



2.5. att. Lietuvas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

#### 2.4.2. Latvijas statistika

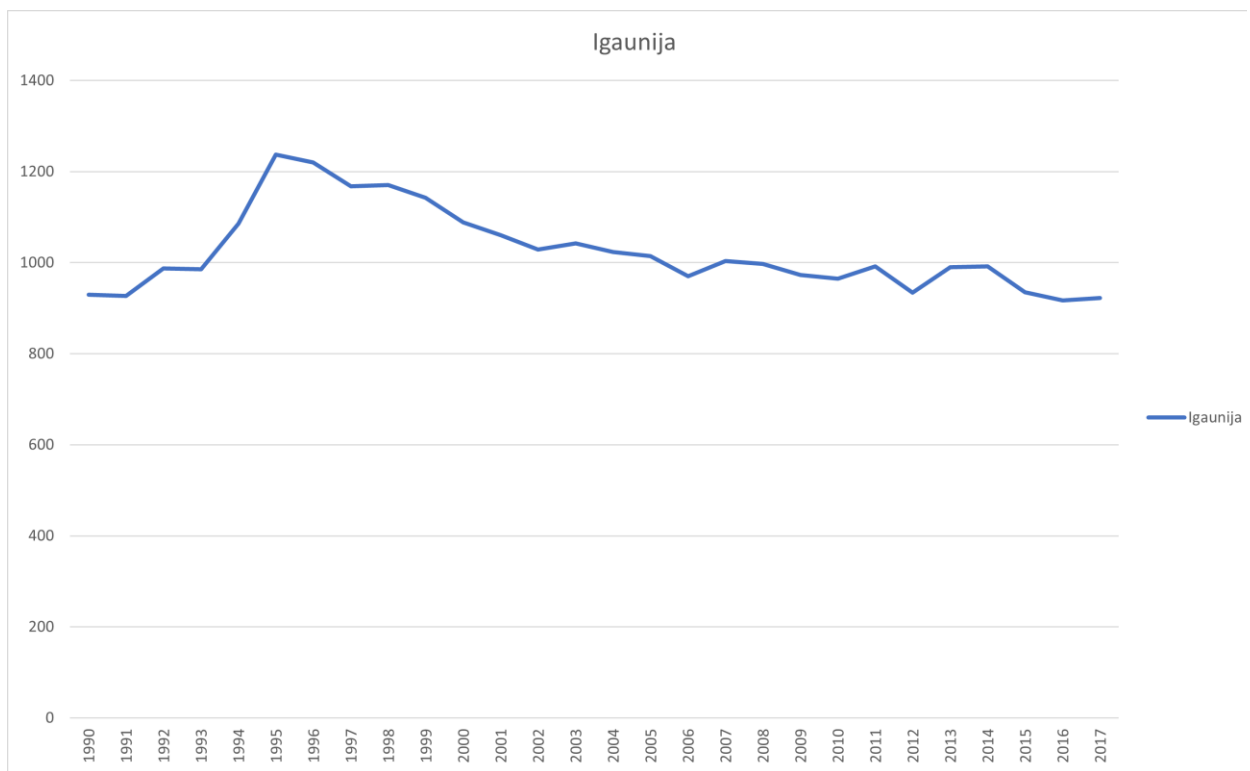
Kopš 1990. gada Latvijā CO2 emisijas samazinājās par 78% (att. 2.6.). Vidējā gada izmaiņa šajā periodā ir -6.5 gCO2/kWh.



2.6. att. Latvijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

### 2.4.3. Igaunijas statistika

Igaunijā ir vislielākās CO2 emisijas no elektroenerģijas ģenerēšanas ES valsts starpā 2017. gadā. Igaunijā CO2 emisijas gandrīz nemainās jau vairākus gadus. Kopš 1990. gada tās samazinājās par mazāk kā 1% (att. 2.7.). Vidējā gada izmaiņa šajā periodā ir -0.3 gCO2/kWh.



2.7. att. Igaunijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

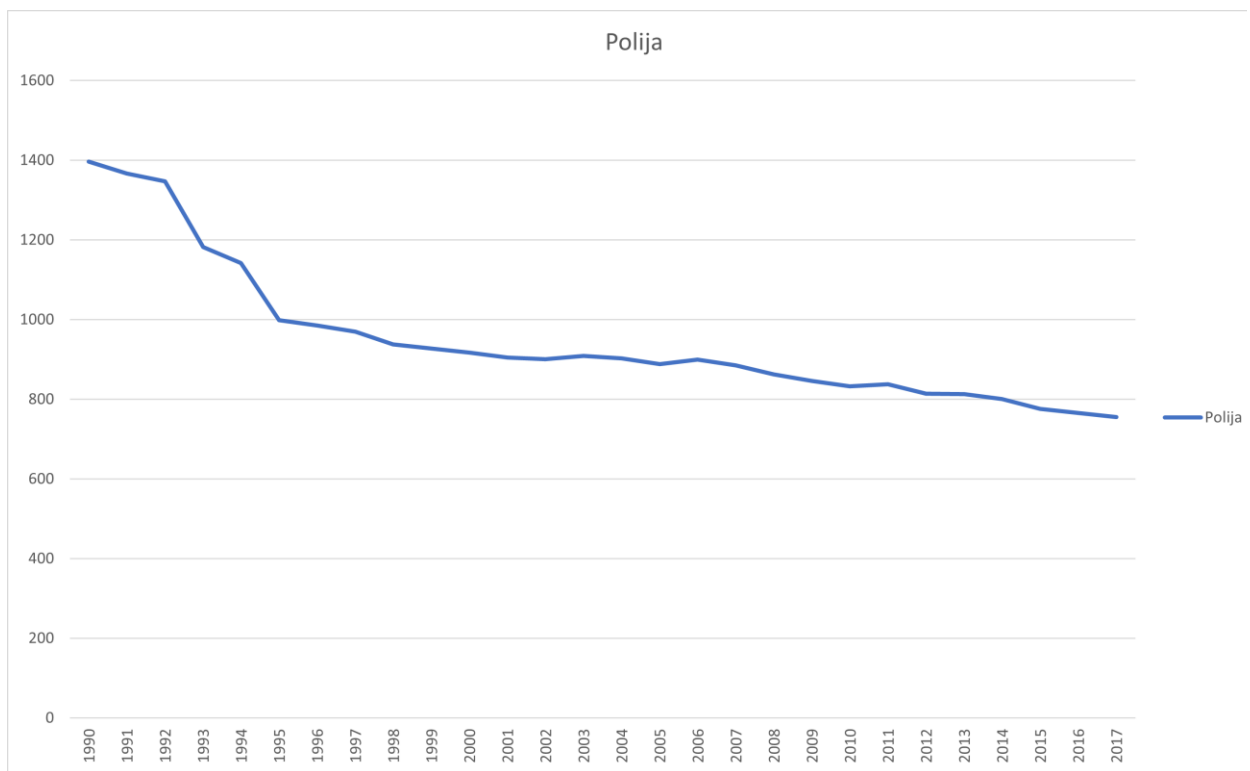
## 2.5. ES atpalikušās valstis pēc tīrās enerģijas līdzsvara

ES atpalikušās valstis pēc tīrās enerģijas līdzsvara:

- Polija;
- Kipra;
- Malta.

### 2.5.1. Polijas statistika

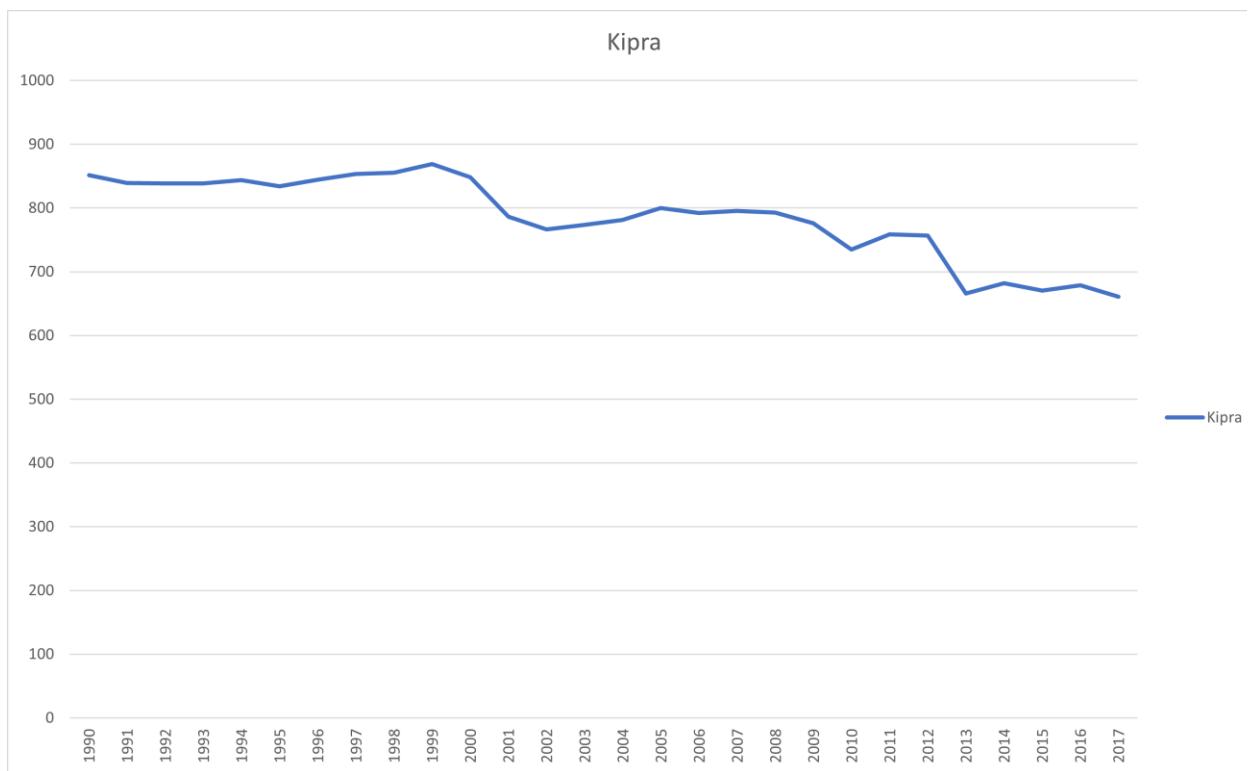
Polija aktīvi samazina CO2 emisijas no elektroenerģijas ģenerēšanas. Kopš 1990. gada tās samazinājās par 46% (att. 2.8.). Vidējā gada izmaiņa šajā periodā ir -23.7 gCO2/kWh.



2.8. att. Polijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

### 2.5.2. Kipras statistika

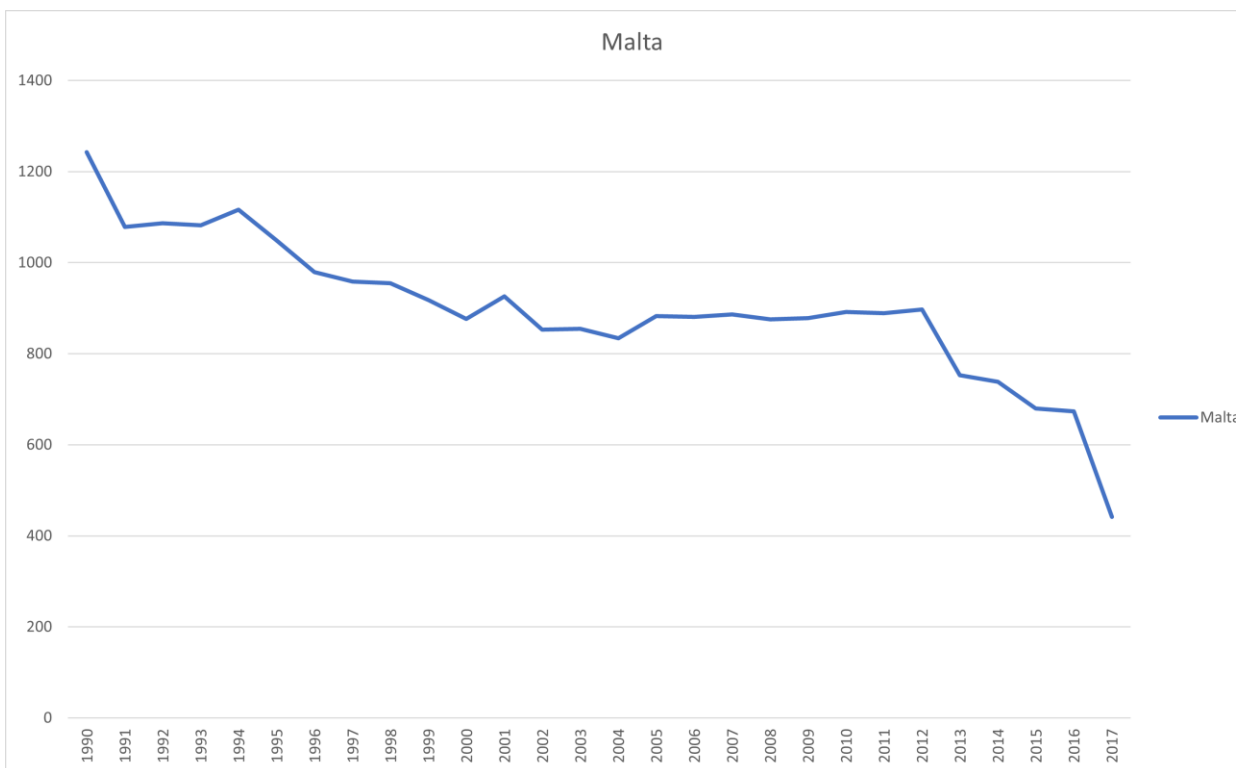
Kiprā, kopš 1990. gada, CO2 emisijas no elektroenerģijas ģenerēšanas samazinājās par 22% (att. 2.9.). Vidējā gada izmaiņa šajā periodā ir -7.1 gCO2/kWh.



2.9. att. Kipras elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

### 2.5.3. Maltas statistika

Malta, neskatoties uz enerģijas ģenerēšanas apjoma strauju palielināšanu, veiksmīgi samazina CO2 emisiju daudzumu uz enerģijas vienību. Kopš 1990. gada CO2 emisijas no elektroenerģijas ģenerēšanas samazinājās par 64% (att. 2.10.). Vidējā gada izmaiņa šajā periodā ir -7.1 gCO2/kWh.



2.10. att. Maltas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

### 3. DEGOŠO DEGVIELU ĢENERĒŠANAS CO2 EMISIJA

Šajā nodaļā tiek apkopoti dati par elektroenerģijas ģenerēšanas apjomiem un CO2 emisijām. Tā kā dati pārklājās tikai 2016. un 2017. gadā, tiek analizēti tikai šo gadu iegūtie dati. CO2 emisiju apjomu iegūst pēc formulas  $[\text{CO2 relatīvo emisiju daudzums (gCO2/kWh)}] * [\text{kopējais elektroenerģijas ģenerētais apjoms (GWh)}]$  (rezultāta mērvienība ir tonna). Degošās degvielas CO2 emisijas iegūst pēc formulas  $[\text{CO2 emisiju apjoms (tonnās)}] / [\text{degošās degvielas ģenerētais elektroenerģijas apjoms (GWh)}]$  (rezultāta mērvienība ir gCO2/kWh), kas tiek uzskatīts par degošo degvielu enerģijas ģenerēšanas efektivitāti.

#### 3.1. ES valstu degošo degvielu elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas

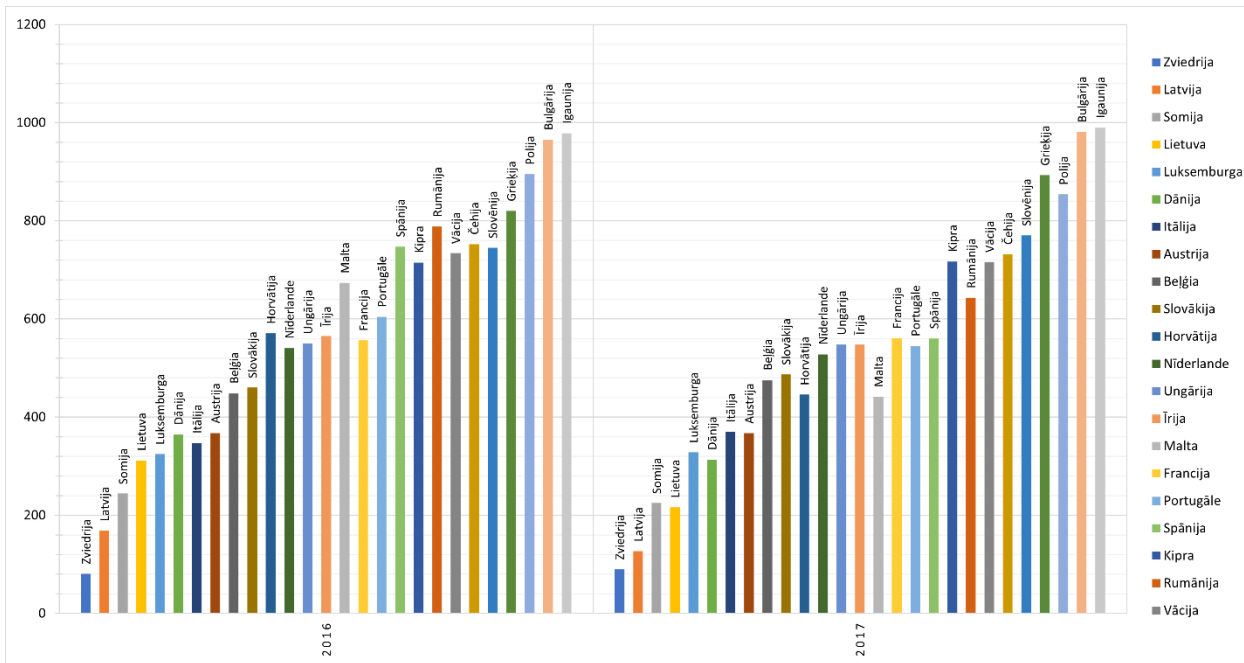
Grafikā (att. 3.1.) ir redzams, ka lielākajai daļai ES valstu (17 no 27 valstīm) degošo degvielu elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas samazinās. Lielākās pozitīvās izmaiņas ir:

- Maltai (-292 gCO2/kWh);
- Spānijai (-187 gCO2/kWh);
- Rumānijai (-145 gCO2/kWh);
- Horvātijai (-125 gCO2/kWh).

Lielākas negatīvās izmaiņas ir:

- Grieķijai (+72.5 gCO2/kWh);
- Beļģijai (+27 gCO2/kWh);
- Slovākijai (+27 gCO2/kWh).

Vidēji ES tās samazinājās par 15 gCO2/kWh un 2017. gadā sastādīja 627 gCO2/kWh. Neefektīvākā degošās degvielas elektroenerģijas ģenerēšana 2017. gadā bija Igaunijā un Bulgārijā (990 gCO2/kWh un 981 gCO2/kWh attiecīgi). Efektīvākā degošās degvielas elektroenerģijas ģenerēšana 2017. gadā bija Zviedrijā un Latvijā (90 gCO2/kWh un 127 gCO2/kWh attiecīgi).



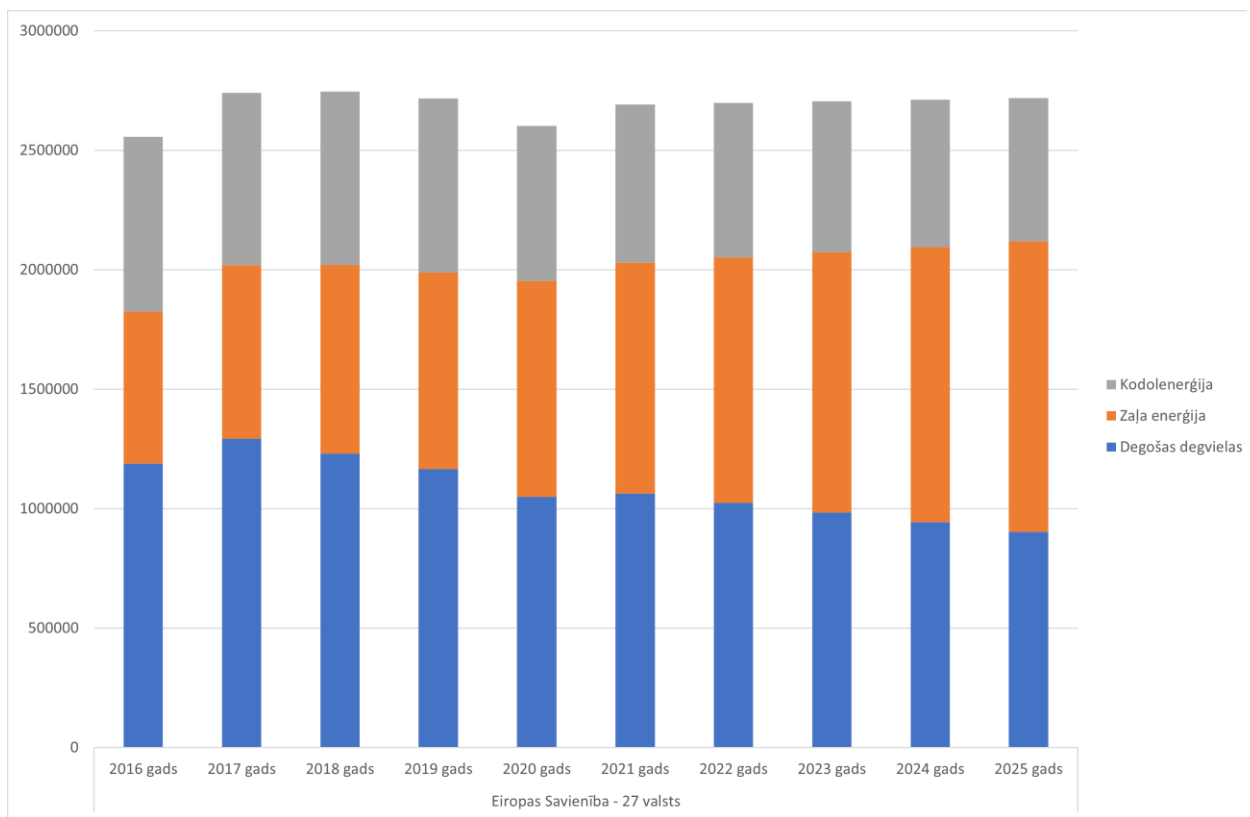
3.1. att. ES valstu degošo degvielu elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]

## **4. ELEKTROENERĢIJAS ĢENERĒŠANAS ATTISTĪBAS PROGNOZE**

Prognoze veikta tikai elektroenerģijas kopējiem ģenerēšanas apjomiem un kopējām ģenerēšanas CO2 emisijām. Degošo degvielu elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze nav veikta datu trūkuma dēļ. Elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma prognoze tiek veikta pēc datu tendences (vidējās gada izmaiņas). CO2 emisijas prognozei ir izmantota "Microsoft Excel" funkcija datu prognozēšanai "Forecast Sheet" [12], kas ņem vērā tendenci un sezonalitāti, un prognozē iespējamās nobīdes. Ir izvēlēts 95% ticamības intervāls, kas nozīmē, ka 95% no iespējamajām vērtībām būs nobīdes robežās. 95% ir izvēlēti, jo tie ir 2 standartnovirzes no statistisko datu iespējamības robežām. Tiek aprakstītas ES kopējās un dažu valstu ar netipiskās situācijas. Pārējo prognožu grafiki ir pielikumā 3.

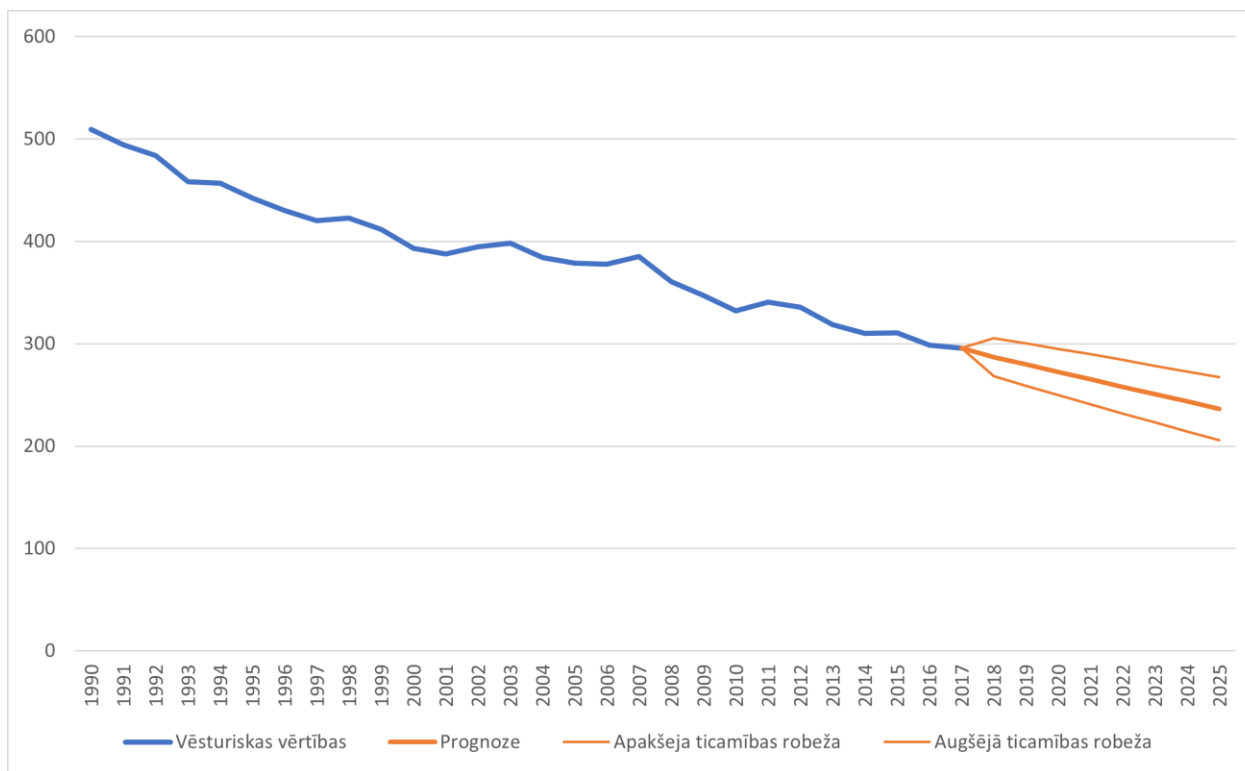
### **4.1. Kopējā ES valstis prognoze**

Ja līdz 2025. gada beigām saglabāsies 2016. - 2020. gadu tendence, tad 2025. gadā zaļās enerģijas līdzsvars var sasniegt 44% no kopējā elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma (att. 4.1.), aizvietojot kā degošās degvielas elektroenerģiju, tā arī kodolenerģiju. Kodolenerģija var samazināties līdz 22% no kopējas elektroenerģijas un degošās degvielas elektroenerģija līdz 32%. Kopējais elektroenerģijas apjoms var izaugt par 4.4% salīdzinājumā ar 2020. gadu.



4.1. att. ES 27 valstu elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]

CO<sub>2</sub> emisiju tendence arī ir pozitīva. Vidēji, CO<sub>2</sub> emisijas samazinās par 8 gCO<sub>2</sub>/kWh gadā (att. 4.2.). Līdz 2025. gadam, CO<sub>2</sub> emisijas var samazināties līdz vērtībām, kas ir robežās no 205 gCO<sub>2</sub>/kWh līdz 267 gCO<sub>2</sub>/kWh. Prognozējamā vērtība ir 236 gCO<sub>2</sub>/kWh.



4.2. att. ES 27 valstu elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]

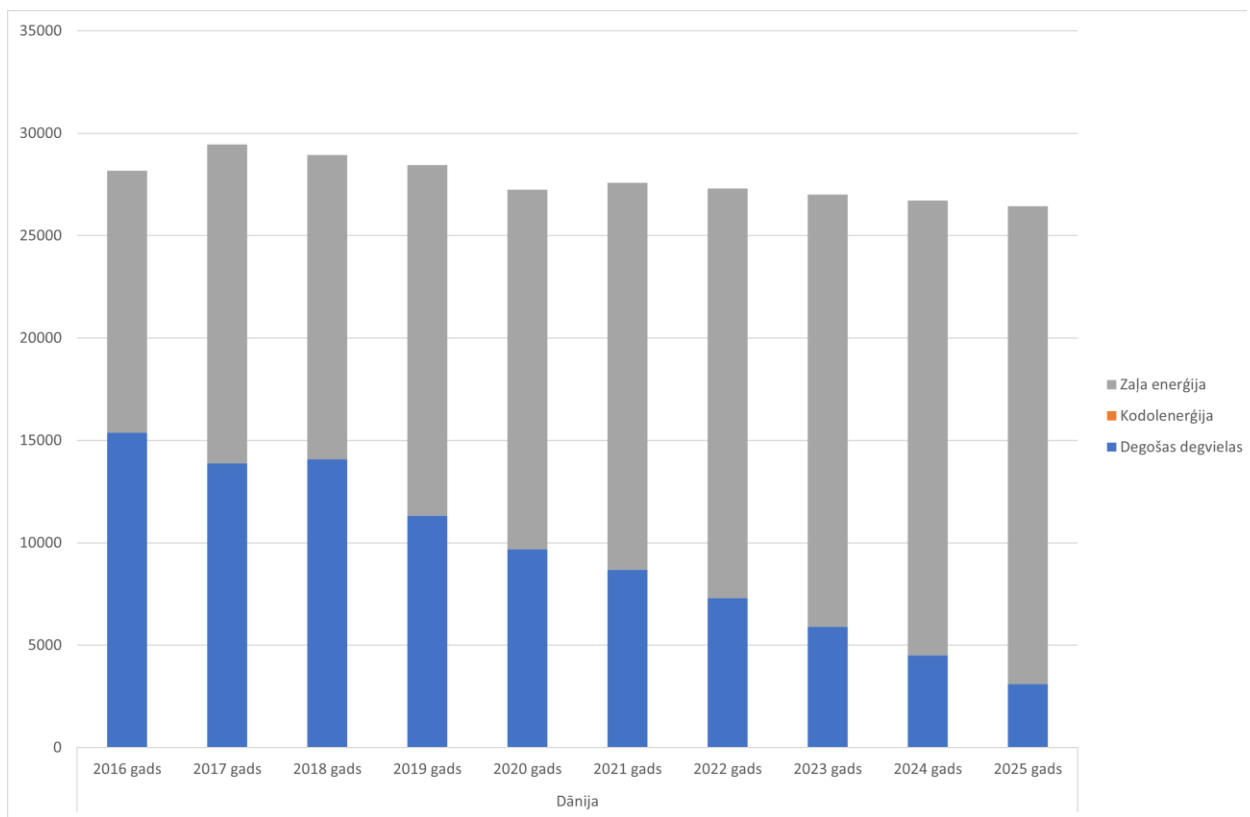
## 4.2. Aplūkotās valstis

Ir aplūkotas valstis ar negatīvu prognozi un valstis, kas ir grūti prognozējamas:

- Danija;
- Igaunija;
- Francija;
- Latvija;
- Lietuva.

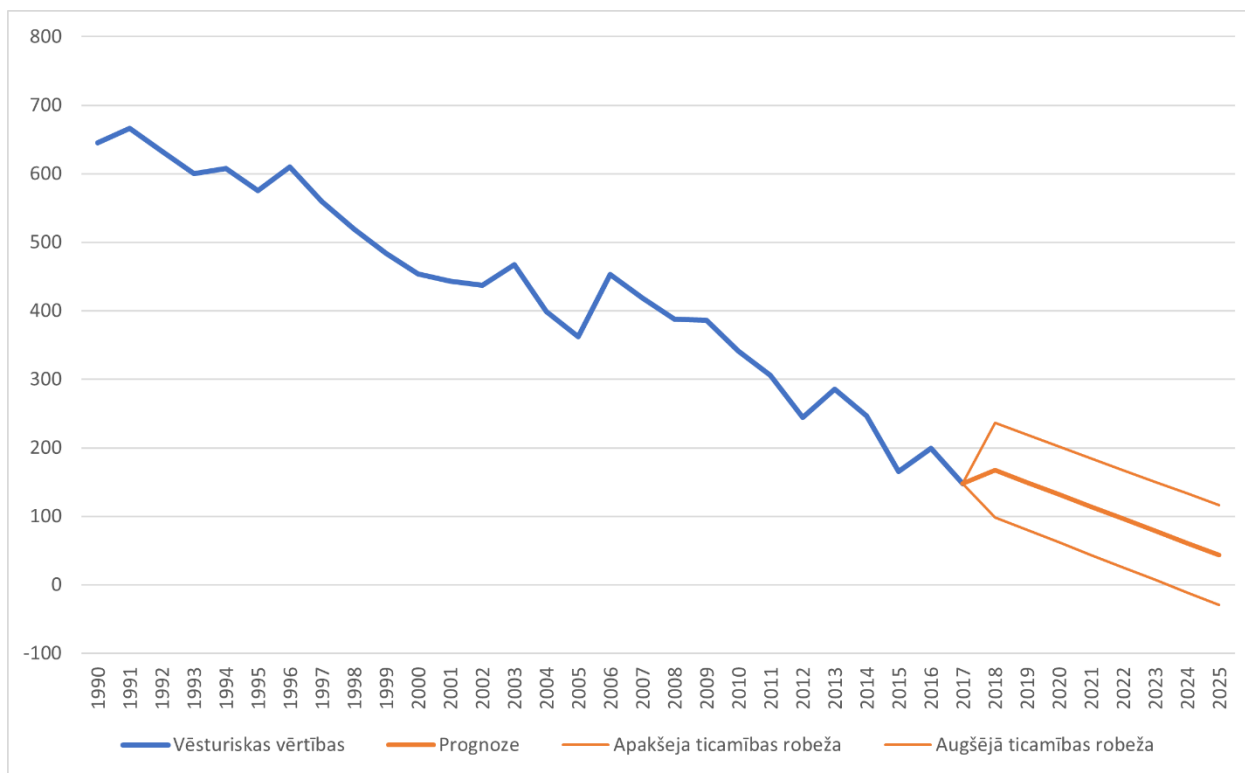
### 4.2.1. Dānijas prognoze

Dānija turpina aizvietot degošās degvielas elektroenerģiju ar zaļo enerģiju, 2025. gadā degošās degvielas elektroenerģijas īpatsvars var samazināties līdz 12% (att. 4.3.). Kopējais elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms nedaudz samazinās un 2025. gada apjoms var būt 3% mazāks nekā 2020. gadā.



**4.3. att. Dānijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma prognoze (GWh) [autora veidots]**

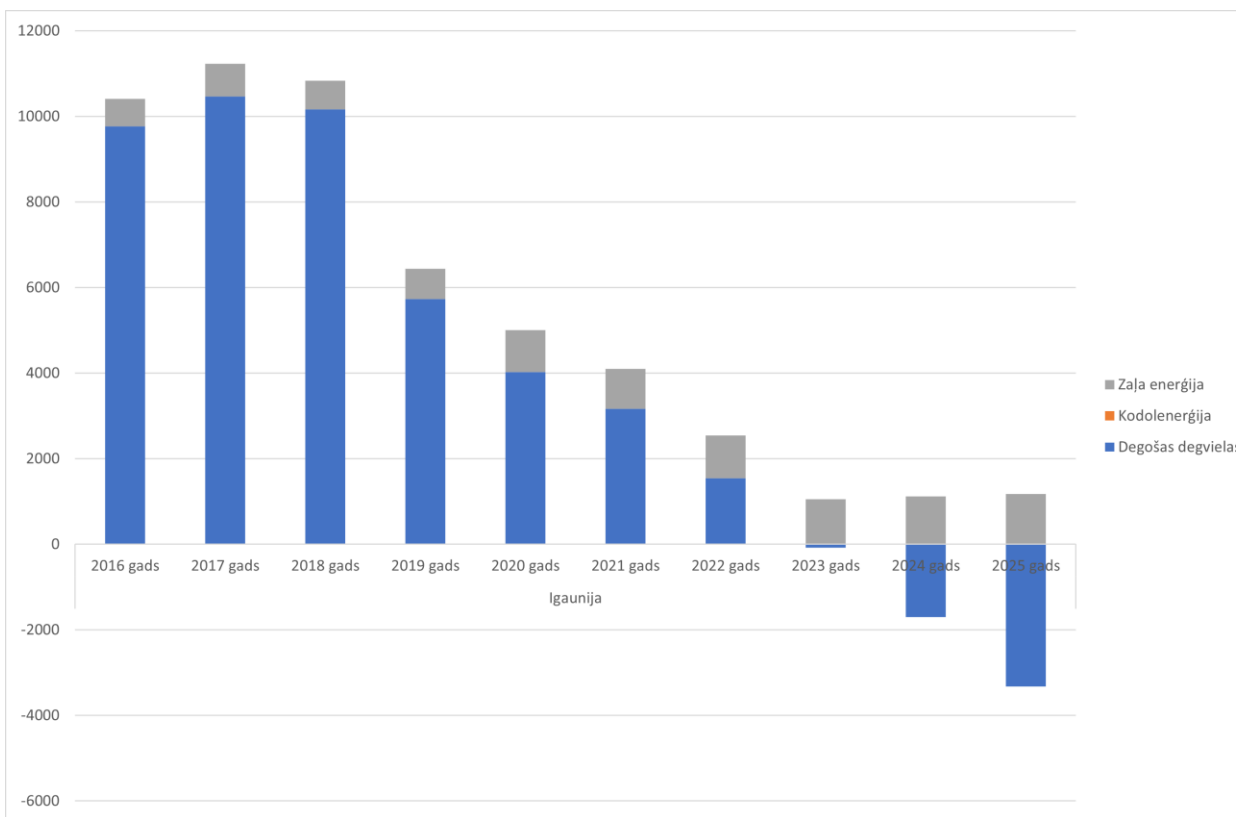
Dānija aktīvi attīsta elektroenerģijas efektivitāti. Ja CO2 emisiju samazināšanās temps saglabāsies līdz 2025. gadam, pastāv iespēja ka jau 2024. gadā tas samazināsies līdz 0 (att. 4.4). 2025. gada prognozējamās CO2 emisijas ir robežās starp 0 un 116 gCO2/kWh.



4.4. att. Dānijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]

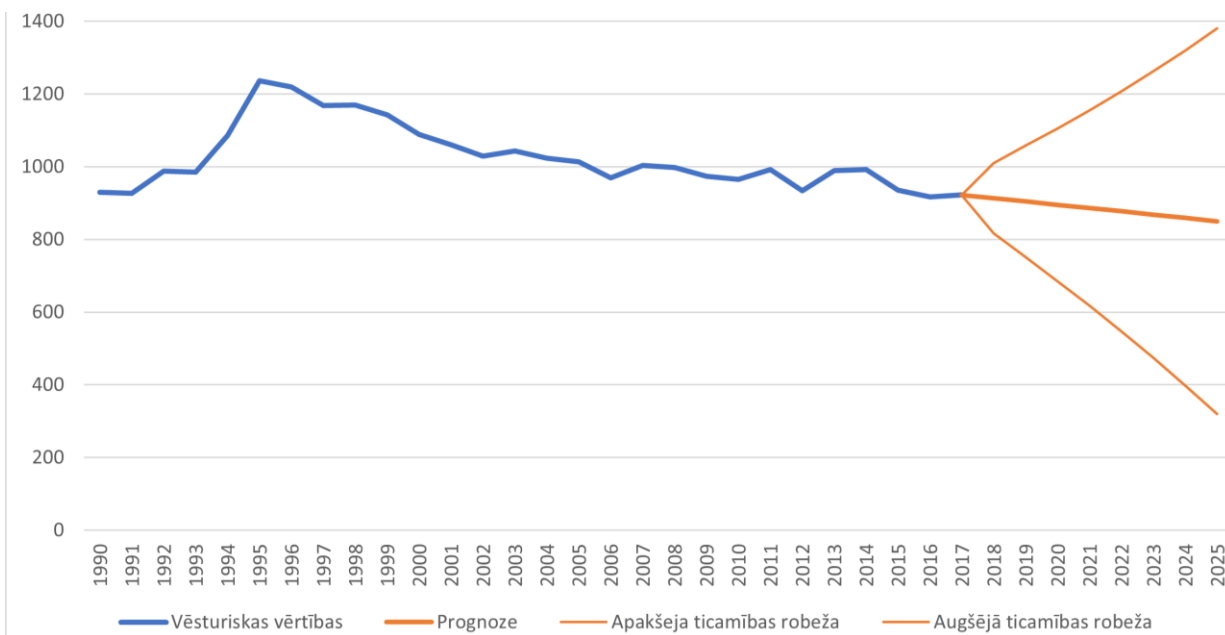
#### 4.2.2. Igaunijas prognoze

Igaunijai nevar precīzi prognozēt kopējās un degošās degvielas apjomu, 2019. gada degošās degvielas elektroenerģijas apjoma krituma dēļ. Zaļās enerģijas attīstīšana līdzīgā tempā var palielināt tās apjomu par 20% salīdzinājumā ar 2020. gadu (att. 4.5.).



4.5. att. Igaunijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma prognoze (GWh) [autora veidots]

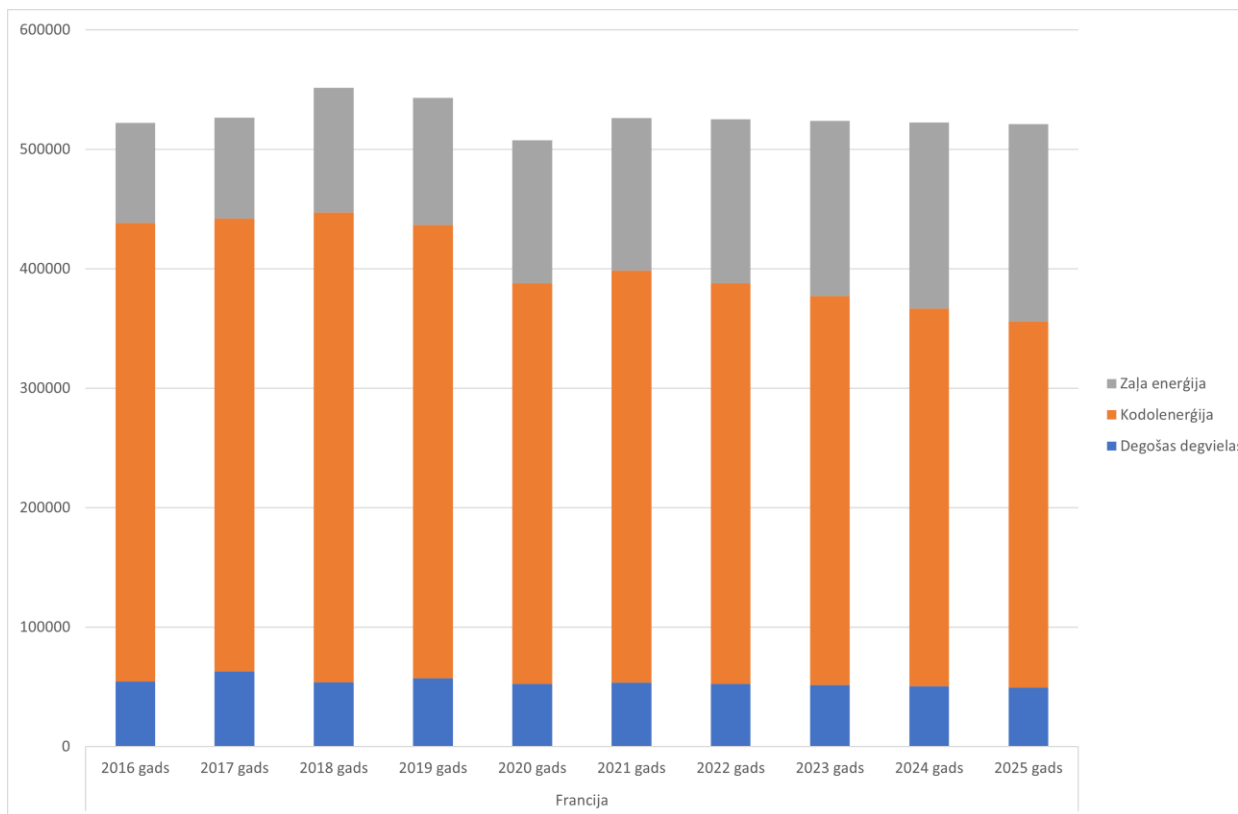
Tiek prognozēts ka Igaunijā CO2 emisijas nedaudz samazināsies līdz 2025. gadam, bet ir iespējamās lielās nobīdes no vidēja prognozēta (att. 4.6.).



4.6. att. Igaunijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]

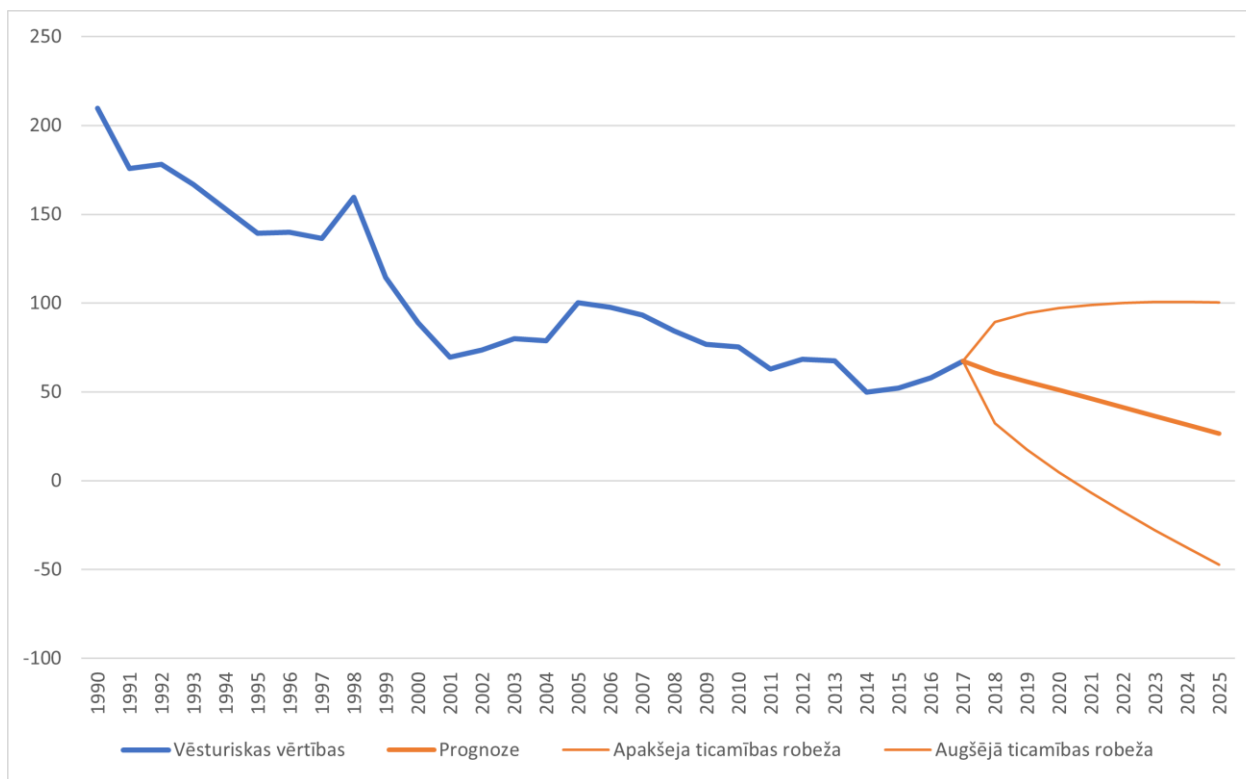
### 4.2.3. Francijas prognoze

Francijā pastāv iespēja, ka ar zaļo enerģiju tiks aizstāta nevis degošās degvielas enerģija, bet kodolenerģija, jo degošās degvielas enerģijas apjomi periodā 2016. – 2020. gadam gandrīz nemainījās. Zaļā enerģija var sasniegt 31% no kopējās elektroenerģijas daudzuma (att. 4.7.).



4.7. att. Francijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma prognoze (GWh) [autora veidots]

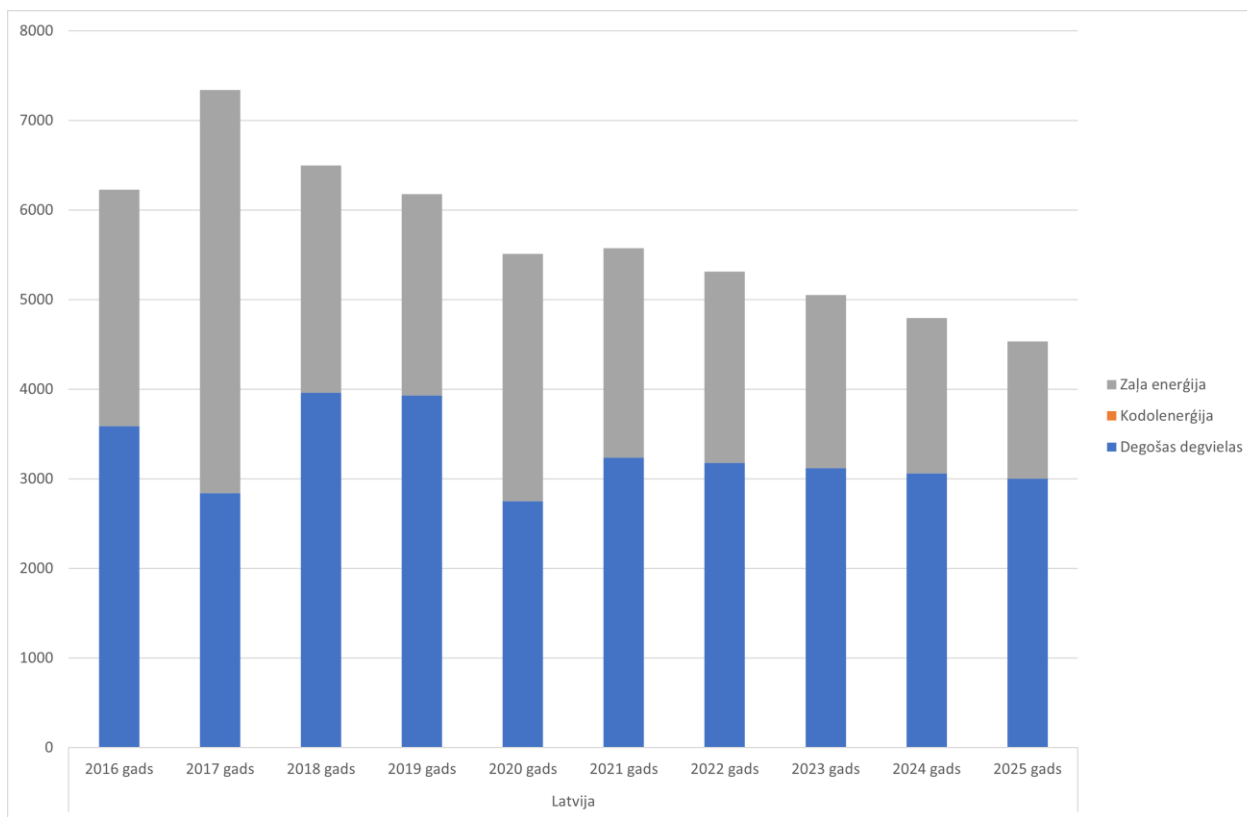
Ja Francija aizstās degošās degvielas enerģiju ar zaļo, tad ir iespējams, ka līdz 2025. gadam tā pilnībā atteiksies no degošās degvielas izmantošanas elektroenerģijas ģenerēšanā (att. 4.8.). Pastāv arī iespēja, ka CO<sub>2</sub> emisijas izaugs, jo vēsturē tas notika vairākas reizes, kā piemēram, 1998. gadā. Kopumā Francija samazina CO<sub>2</sub> emisiju daudzumu, un 2025. gadā tās var sasniegt 26 gCO<sub>2</sub>/kWh.



4.8. att. Francijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]

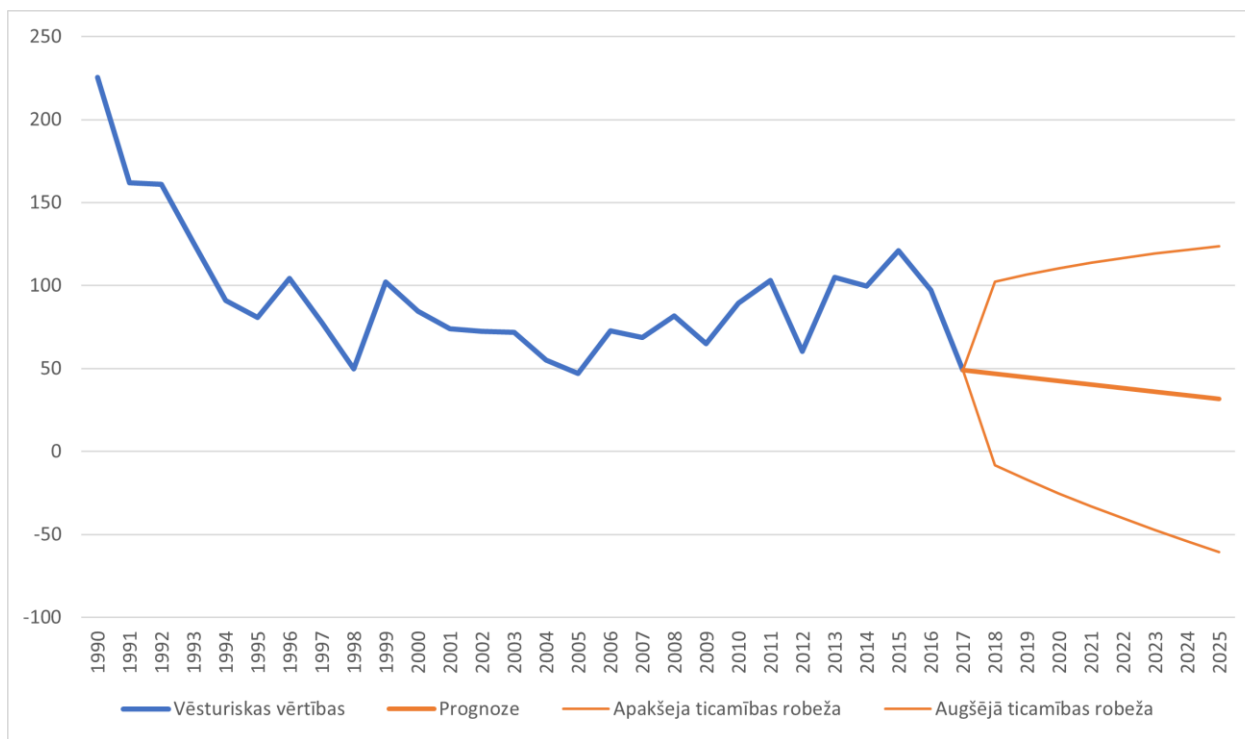
#### 4.2.4. Latvijas prognoze

Zaļās enerģijas prognozi (att. 4.9.) nevar uzskatīt par ticamu 2017. gada anomāliju dēļ. Degošās degvielas enerģijas ģenerēšana lēnām samazināsies, bet var būt lēcieni un kritumi zaļās enerģijas izmantošanā atkarībā no laikapstākļiem, kas var ietekmēt degošās degvielas enerģijas izmantošanu.



4.9. att. Latvijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma prognoze (GWh) [autora veidots]

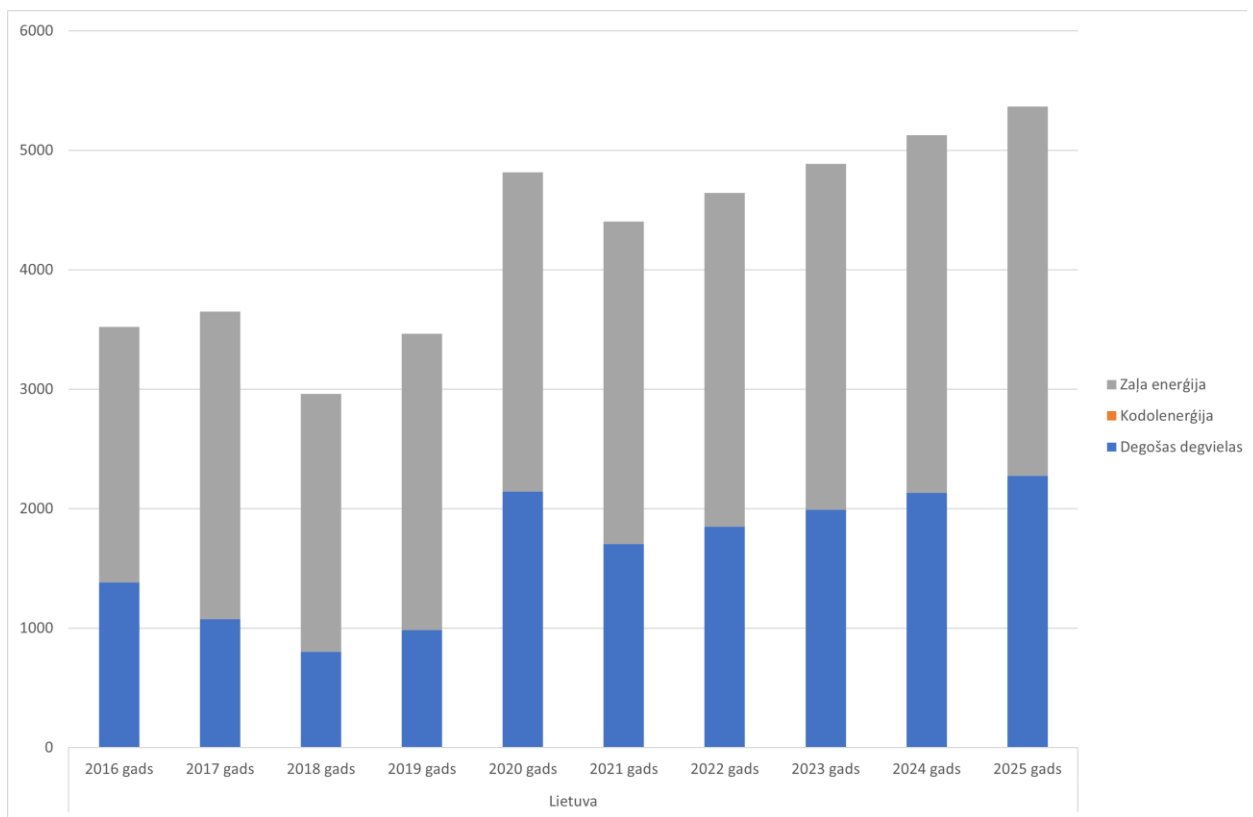
CO<sub>2</sub> emisiju daudzums arī ir grūti prognozējams (att. 4.10.). Vēsturē CO<sub>2</sub> emisijas svārstījās un nākotnē var notikt līdzīgi, bet kopējā tendence tiecas uz CO<sub>2</sub> emisiju samazināšanos.



4.10. att. Latvijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]

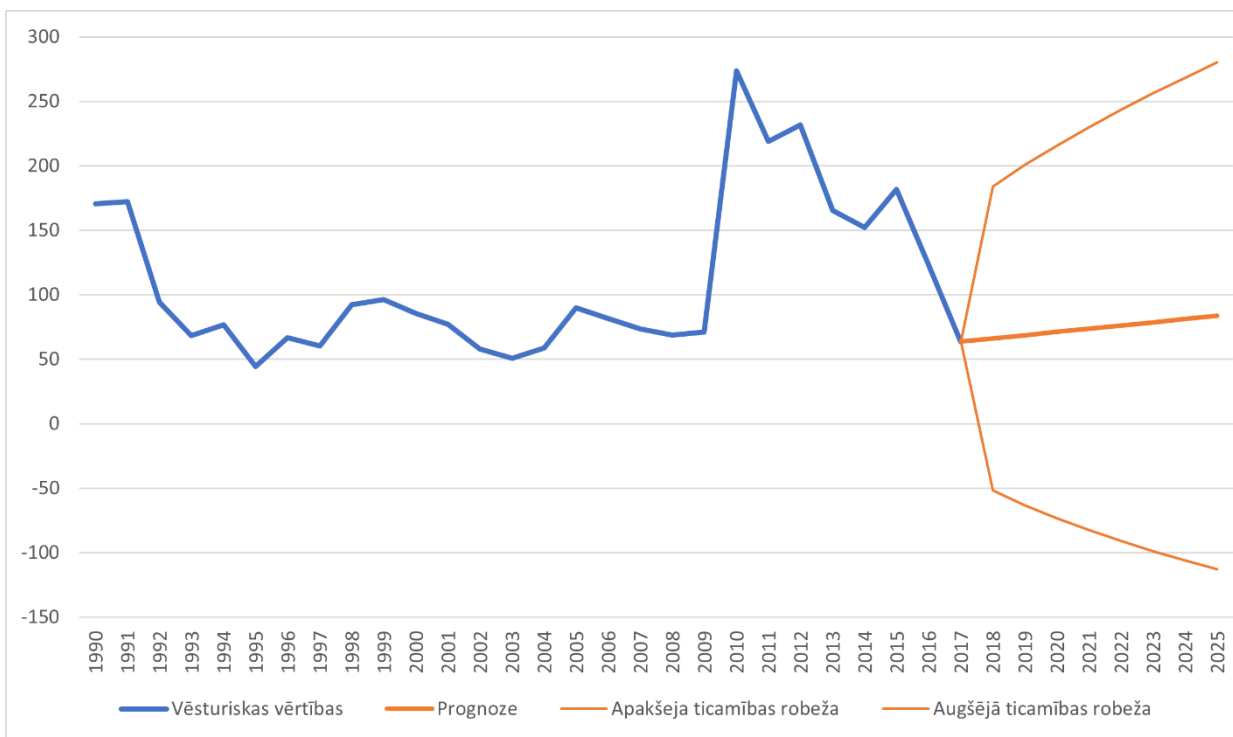
#### 4.2.5. Lietuvas prognoze

Pēdējo gadu tendence Lietuvā ir tāda, ka attīstās gan degošās degvielas elektroenerģijas ģenerēšana, gan zaļās enerģijas ģenerēšana (att. 4.11.). Kopējie ģenerētās elektroenerģijas apjomi arī palielināsies un 2025. gadā būs par 11% lielāki nekā 2020. gadā. Zaļās enerģijas apjomi izaugs par 6%. Degošās degvielas enerģija stabilizēsies 2021. gadā un tad var turpināt augt līdz nedaudz lielākam apjomam nekā tas bija 2020. gadā.



**4.11. att. Lietuvas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma prognoze (GWh) [autora veidots]**

2010. gada bija lēciens (att. 4.12.), kas ir saistīts ar “Ignalinas AES” slēgšanu un sekojošais emisiju samazinājums izraisa lielas iespējamās svārstības prognozē. Kopējā tendence ir tāda, ka CO2 emisijas aug, bet pastāv iespēja, ka emisijas tiks samazinātas.



4.12. att. Lietuvas elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisiju prognoze (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]

## REZULTĀTI

Darbā tika analizēta Eiropas Savienības statistika kas ir saistīta ar elektroenerģijas ģenerēšanu. Elektroenerģijas avoti tika sadalīti 3 grupās un veikta analīze to attīstībai. Tika veikta prognoze nākamajiem 5 gadiem, kas lielā mēra atbilst Eiropas Savienības attīstības virzienam līdz 2050. gadam [13]. Kopējais ģenerētās elektroenerģijas apjoms palielinās.

Lielāka daļa ES valstu attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu aizvietojo ar degošās degvielas enerģijas ģenerēšanu. Vislabākā situācija ar degošās degvielas enerģijas īpatsvaru ir Zviedrijā, Francijā un Austrijā, kur katrā no valstīm tas ir mazāks par 25%. Sliktākā situācija ir Polijā, Kiprā un Maltā, kur degošās degvielas īpatsvars ir lielāks par 85%.

CO<sub>2</sub> emisijas gandrīz visās valstīs tiek samazinātas, kopumā Eiropas Savienībā tās tiek samazinātas par 7.9 gCO<sub>2</sub>/kWh gadā periodā 1990. – 2017. gadam, bet ar tādu samazināšanas tempu sasniegt 0 CO<sub>2</sub> emisiju sanāks tikai 2055. gadā, kas neatbilst ES 2050 virzienam. Labākais progress CO<sub>2</sub> emisiju samazināšanas virzienam ir Maltai un Polijai. Malta saglabājot CO<sub>2</sub> emisijas samazināšanas tempu var sasniegt 0 CO<sub>2</sub> emisiju no elektroenerģijas ģenerēšanas jau 2032. gadā, bet realitātē tas gandrīz nav iespējams, jo Malta neattīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu. Polija arī aktīvi attīsta elektroenerģijas efektivitāti, bet arī nepievērš vajadzīgo uzmanību zaļās enerģijas ģenerēšanai. Sliktākā elektroenerģijas ģenerēšanas attīstīšana ir Igaunijā. 27 gadu laikā, Igaunijā, CO<sub>2</sub> emisijas gandrīz nemainījās un Igaunija ir tikai sākusi attīstīt zaļās enerģijas ģenerēšanu.

Degošās degvielas enerģijas ģenerēšana it īpaši tiek attīstīta, uzlabojot tās efektivitāti CO<sub>2</sub> emisiju ziņā. Efektīvākā degošās degvielas elektroenerģija ir Zviedrijā un Latvijā. Zviedrijā 2017. gadā tās bija 89.6 gCO<sub>2</sub>/kWh un Latvijā – 127 gCO<sub>2</sub>/kWh.

## SECINĀJUMI

Darbā tika izanalizēti atvērtie lielle dati, kas ir saistīti ar Eiropas Savienības elektroenerģijas ģenerēšanu un elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijām.

Precīzai prognozei nav nepieciešams grupēt enerģijas avotus, jo katrs avots attīstās savā veidā un tempā, piemēram, izmantotā degošās degvielas enerģija ietver sevī gan atjaunojamo resursu enerģiju (koksne, biodegviela), gan neatjaunojamo resursu enerģiju (ogles, naftas produkti). Biodegviela tiek uzskatīta par degvielu ar mazākajām CO<sub>2</sub> emisijām, saistot ar to, ka, kamēr augi nav izmantoti kā degviela, tie absorbē CO<sub>2</sub> no atmosfēras [14].

Eiropas Savienība atbalsta zaļās enerģijas ģenerēšanas attīstību, un ir nepieciešams, lai tās atbalsts turpinātos. Dažām valstīm, piemēram Igaunijai un Maltaī, vajag pievērst īpašu uzmanību, jo šajās valstīs netiek attīstīta, vai ļoti lēni attīstās zaļās enerģijas ģenerēšana. Tostarp Igaunijā arī netiek attīstīta enerģijas efektivitāte CO<sub>2</sub> emisiju ziņā.

Eiropas Savienība palielina degošās degvielas enerģijas ģenerēšanas efektivitāti. Ir tendence, ka degošās degvielas enerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas samazinās (att. 3.1.). Tas var būt saistīts gan ar enerģijas avota maiņu, gan ar tehnoloģisko uzlabojumu.

Ir nepieciešams precīzāk izpētīt Zviedrijas un Latvijas degošās degvielas elektroenerģijas ģenerēšanu. Pastāv iespēja, ka Eiropas Savienība no tā var iegūt papildus informāciju par enerģijas ģenerēšanas efektivitātes uzlabošanu, jo Zviedrija un Latvija ir valstis ar efektīvāko degošo degvielu ģenerēšanu CO<sub>2</sub> emisiju ziņā.

Darbā definētie uzdevumi ir izpildīti, tika izanalizēti atvērtie lielle dati par Eiropas Savienības elektroenerģijas ģenerēšanas apjomiem, CO<sub>2</sub> emisijām, apkopotu dati un iegūta statistika par degošo degvielu CO<sub>2</sub> emisijām un izveidota prognoze līdz 2025. gadam. Darba mērķis ir sasniegts.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

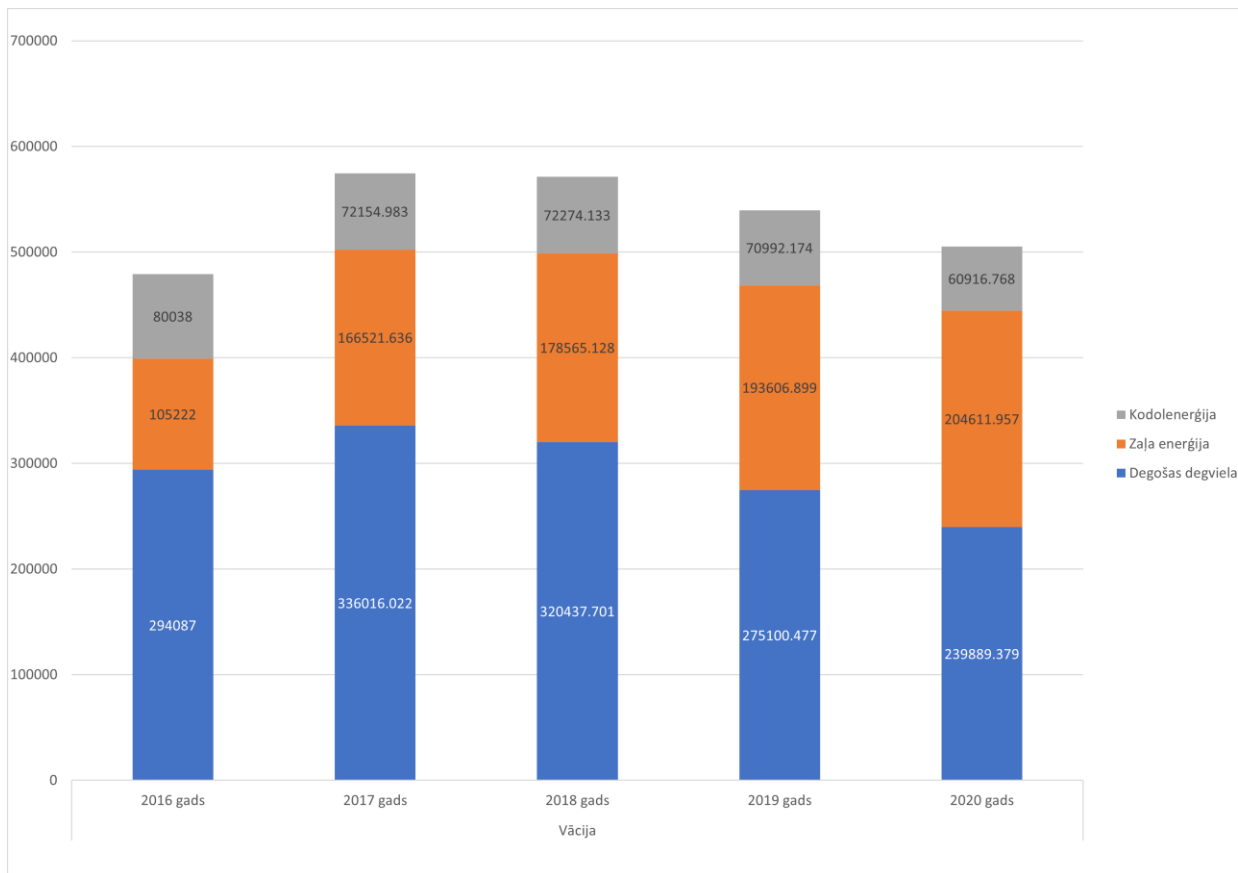
1. Atskaite par CO2 emisijām no degošajām degvielām 2018. gadam. Starptautiskā enerģētikas aģentūra. [tiešsaiste] – [atsauce 26.05.2021]. Pieejams: <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-from-fuel-combustion-overview>
2. IKT nozares elektroenerģijas patēriņš 2030. gadā. [tiešsaiste] – [atsauce 26.05.2021]. Pieejams: <https://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/between-10-and-20-electricity-consumption-ict-sector-2030.html>
3. 2018. gada elektroenerģijas pārskats. Starptautiskā enerģētikas aģentūra. [tiešsaiste] – [atsauce 26.05.2021]. Pieejams: <https://www.iea.org/reports/electricity-information-overview>
4. International Recommendations for Energy Statistics. United Nations Publication. 2018. [tiešsaiste] – [atsauce 24.05.2021]. Lpp. 21-40. Pieejams: <https://unstats.un.org/unsd/energystats/methodology/documents/IRES-web.pdf>
5. Eurostat. Eiropas Savienības statistikas biroja portāls. [tiešsaiste] – [atsauce 24.05.2021]. Pieejams: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>
6. Eiropas valstu elektroenerģijas ražošana pēc degvielas veida. [tiešsaiste] – [atsauce 24.05.2021]. Pieejams: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_cb\\_pem/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_cb_pem/default/table)
7. Renewable Energy Prospects for the European Union. International Renewable Energy Agency. 2018. [tiešsaiste] – [atsauce 26.05.2021]. Lpp. 39-52. Pieejams: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA\\_REmap\\_EU\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap_EU_2018.pdf)
8. Preses relīze par 2017. gadā saražoto elektroenerģiju. Centrāla statistikas pārvalde. [tiešsaiste] – [atsauce 25.05.2021]. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/vide-energetika/energetika/meklet-tema/2404-energoresursu-paterins-latvija-2017-gada>
9. Lietuvas statistika. Starptautiskā enerģētikas aģentūra. [tiešsaiste] – [atsauce 25.05.2021]. Pieejams: <https://www.iea.org/countries/lithuania>
10. ES 2030 klimatiskā stratēģija un mērķi. Eiropas Komisija. [tiešsaiste] – [atsauce 27.05.2021] Pieejams: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en)

11. Eiropas CO2 intensitāte elektroenerģijas ražošanā. Eiropas Vides Aģentūra. [tiešsaiste] – [atsauce 24.05.2021]. Pieejams: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/co2-intensity-of-electricity-generation>
12. Microsoft Excel prognozes funkcijas izmantošanas pamācība. [tiešsaiste] – [atsauce 29.05.2021] Pieejams: <https://support.microsoft.com/en-us/office/create-a-forecast-in-excel-for-windows-22c500da-6da7-45e5-bfdc-60a7062329fd>
13. ES 2050 klimatiskā stratēģija un mērķi. Eiropas Komisija. [tiešsaiste] – [atsauce 27.05.2021]. Pieejams: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en)
14. Atjaunojamā ogļūdeņraža biodeģvijas. ASV Enerģētikas departaments. Alternatīvo degvielu datu centrs. [tiešsaiste] – [atsauce 29.05.2021]. Pieejams: [https://afdc.energy.gov/fuels/emerging\\_hydrocarbon.html](https://afdc.energy.gov/fuels/emerging_hydrocarbon.html)

# PIELIKUMI

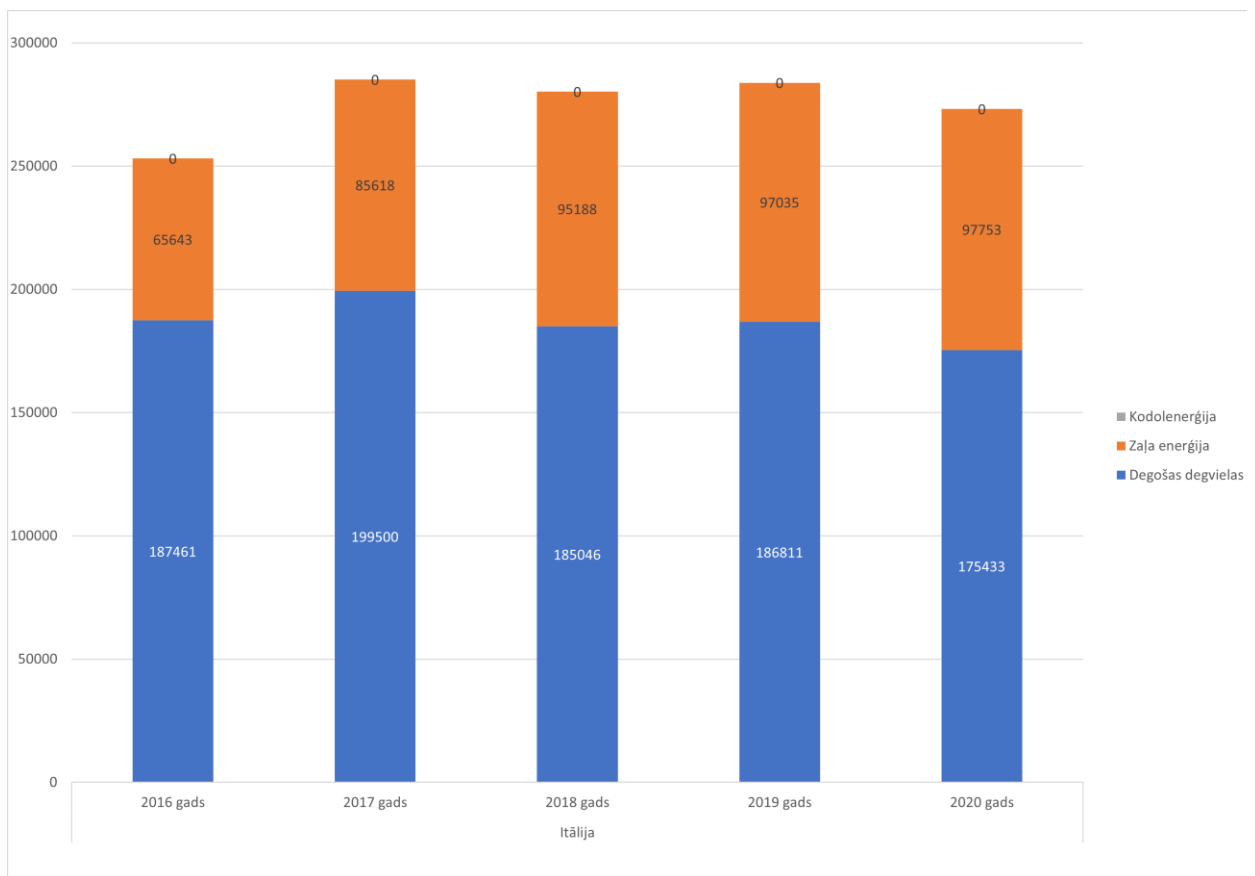
## 1. pielikums

### Elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu grafiki



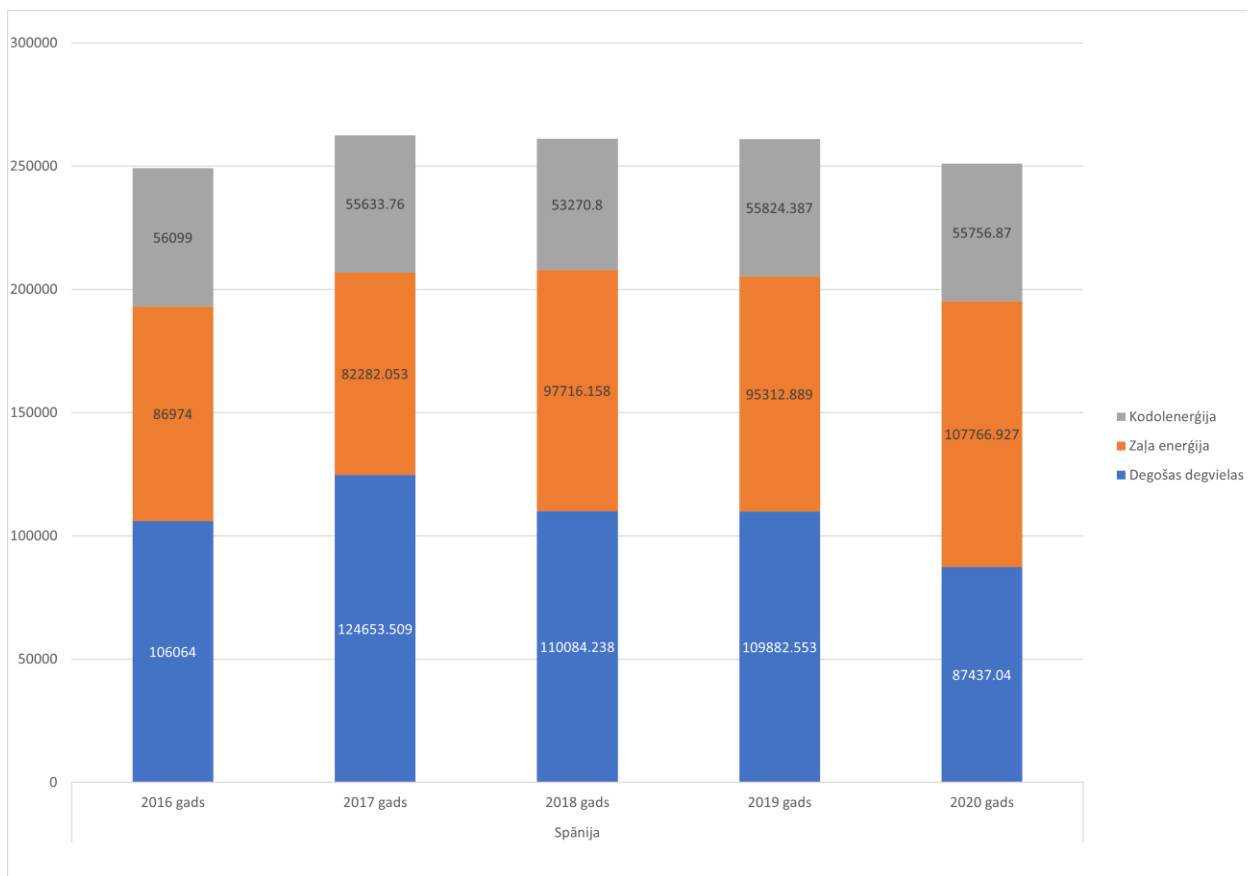
5.1. att. Vācijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Vācija ar Franciju dala pirmo vietu ES pēc kopējā elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma, kas pārsniedz 500TWh. Vācijā aptuveni puse no elektroenerģijas tiek ģenerēta ar degošās degvielas palīdzību, bet Vācija strauji attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada zaļās enerģijas apjoms ir gandrīz divkāršojies. Kodolenerģija arī tiek izmantota, bet to enerģijas apjomi ir samazinājušies par 25% 5 gadu laikā.



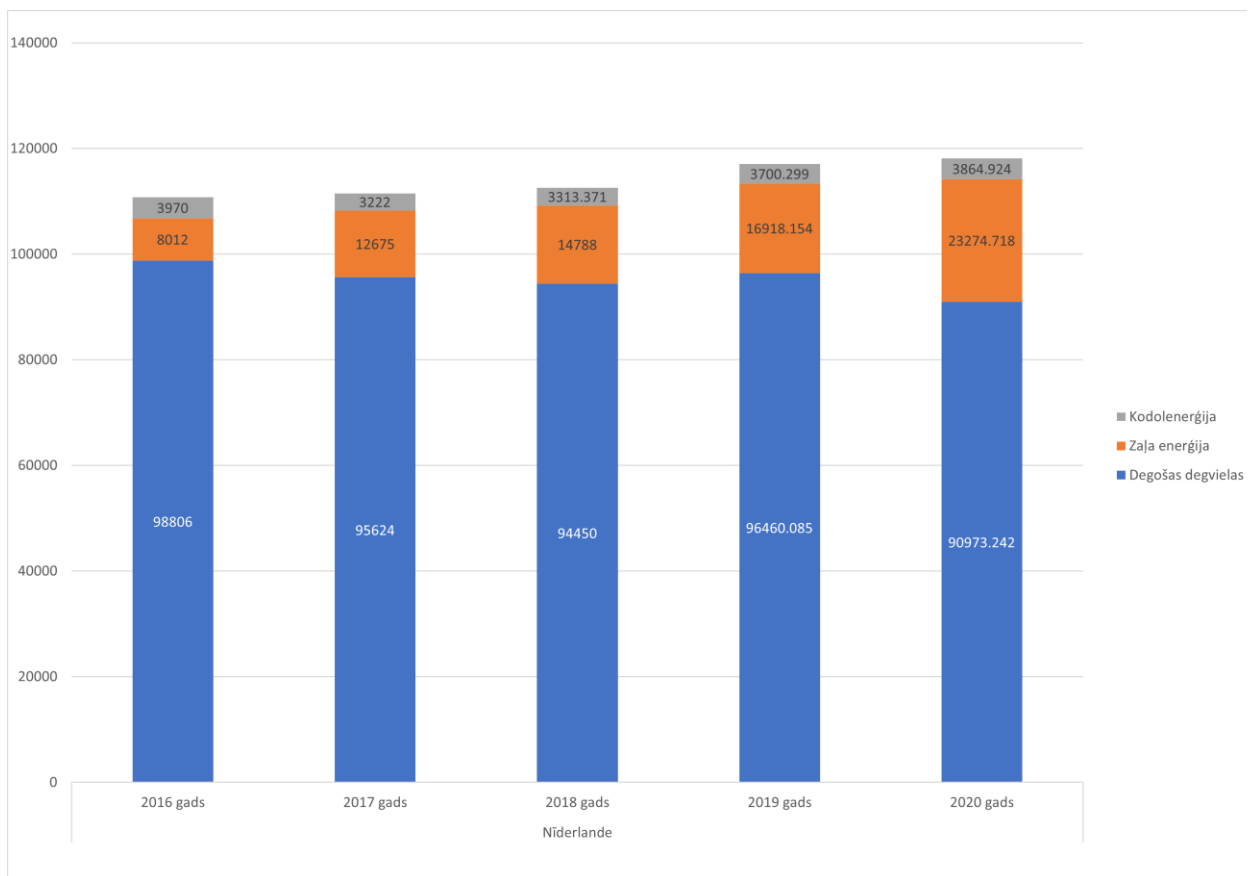
**5.2. att. Itālijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]**

Itālija arī attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu, kopš 2016. gada zaļās enerģijas apjoms palielinājās gandrīz par 50%. Kopā ar to, nedaudz samazinās deģošās degvielas enerģijas apjoms. Kodolenerģija Itālijā netiek izmantota.



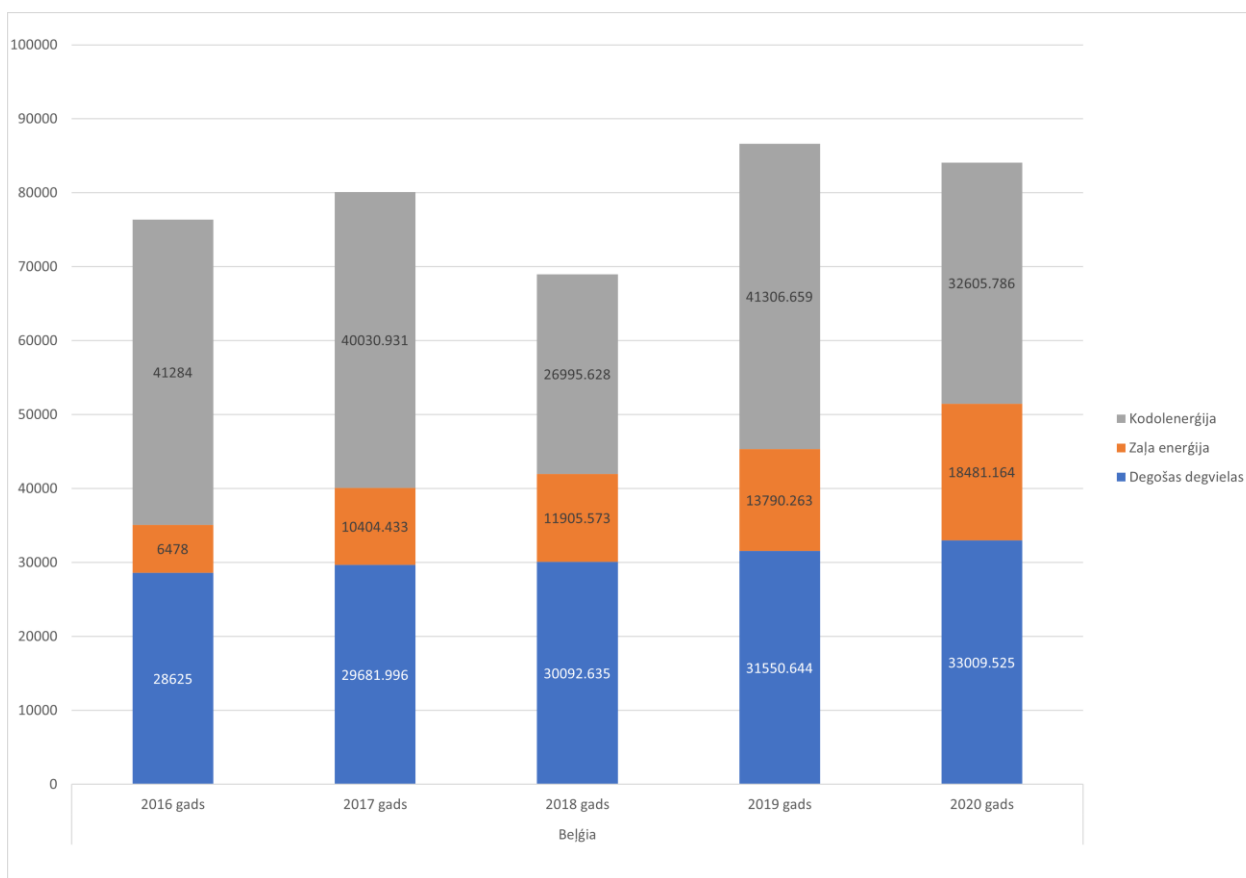
### 5.3. att. Spānijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Spānija izmanto visus enerģijas avotus. Kodolenerģijas apjomi 5 gadu periodā gandrīz nemainījās, bet, sākot ar 2017. gadu, deģošās degvielas enerģija aktīvi tiek aizvietota ar zaļo enerģiju. Tās pieaugums sastādīja aptuveni 25% 4 gadu laikā.



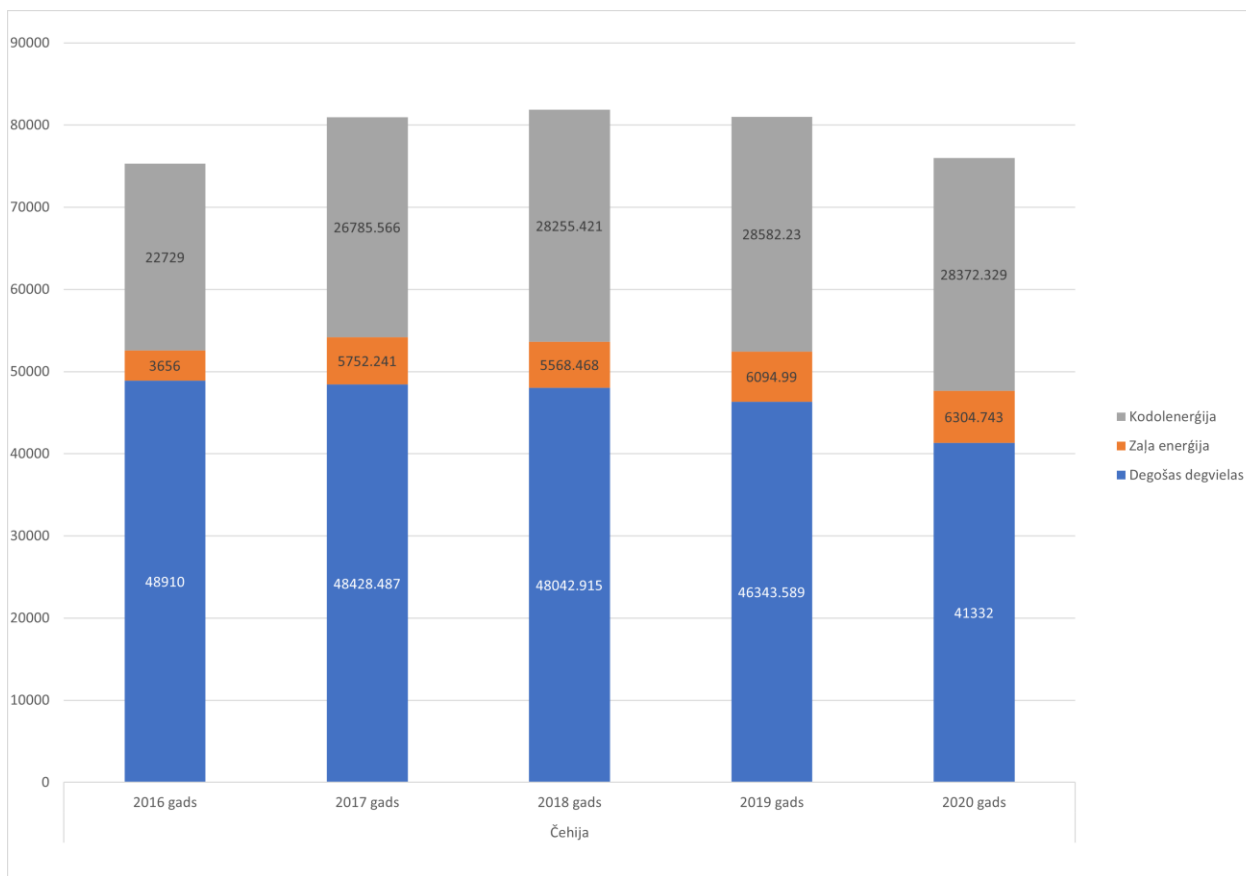
5.4. att. Nīderlandes elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Kā ir redzams grafikā (att. 5.4), Nīderlandē sāka diezgan strauji attīstīt zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada zaļās enerģijas apjoms izauga gandrīz par 200% un kopā ar to tika aizstāvi aptuveni 9% no degošās degvielas enerģijas, kuru apjoms sastādīja 77% no kopējas saražotas elektroenerģijas. Kodolenerģija tiek izmantota ļoti mazos apjomos un sastāda aptuveni 3% no kopēja elektroenerģijas apjoma.



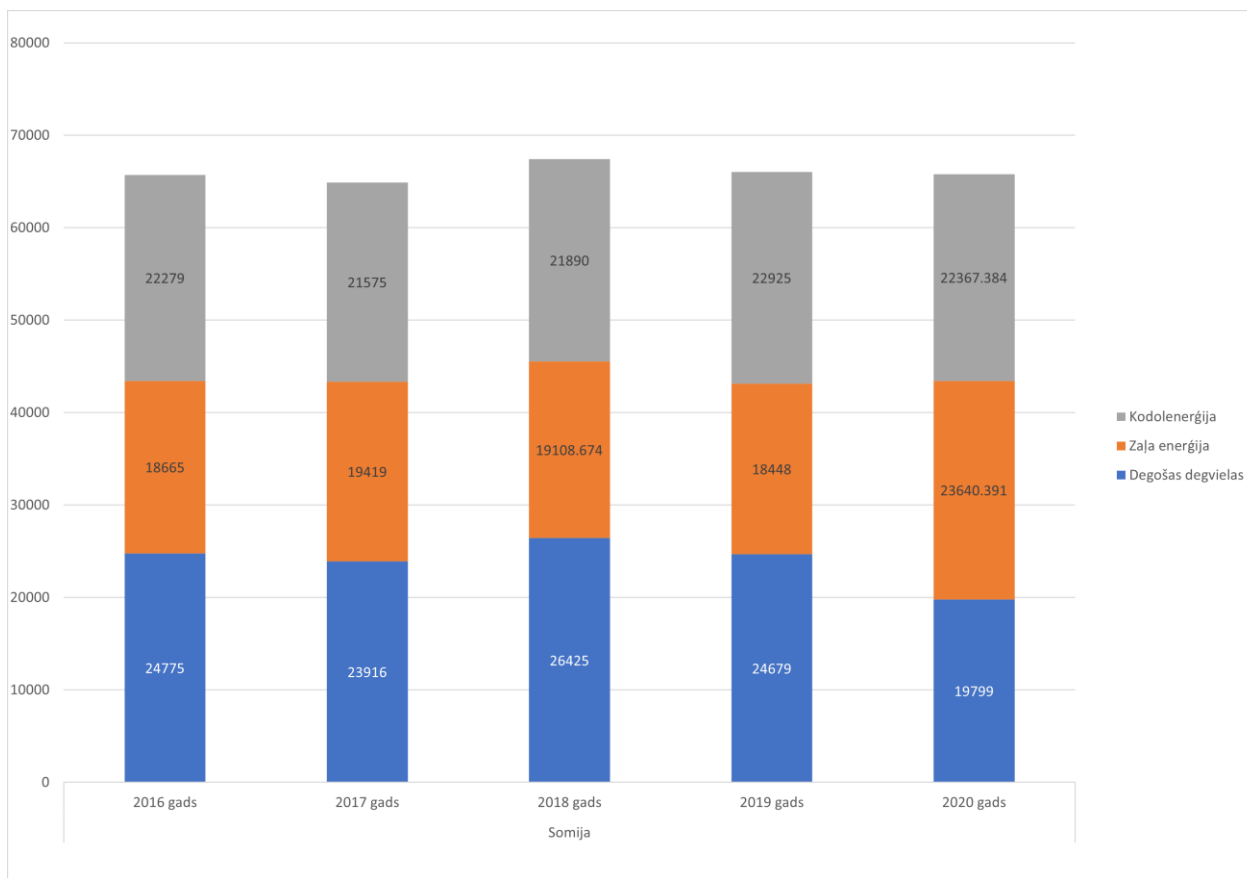
### 5.5. att. Beļģijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Beļģija aktīvi attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada zaļās enerģijas apjoms pieauga gandrīz par 200%, bet deģošās degvielas enerģijas apjoms netika samazināts, tas izauga aptuveni par 18% 5 gadu laikā. Kodolenerģijas apjoms svārstās, bet nevar noteikt, vai Beļģija cenšas samazināt tās apjomu.



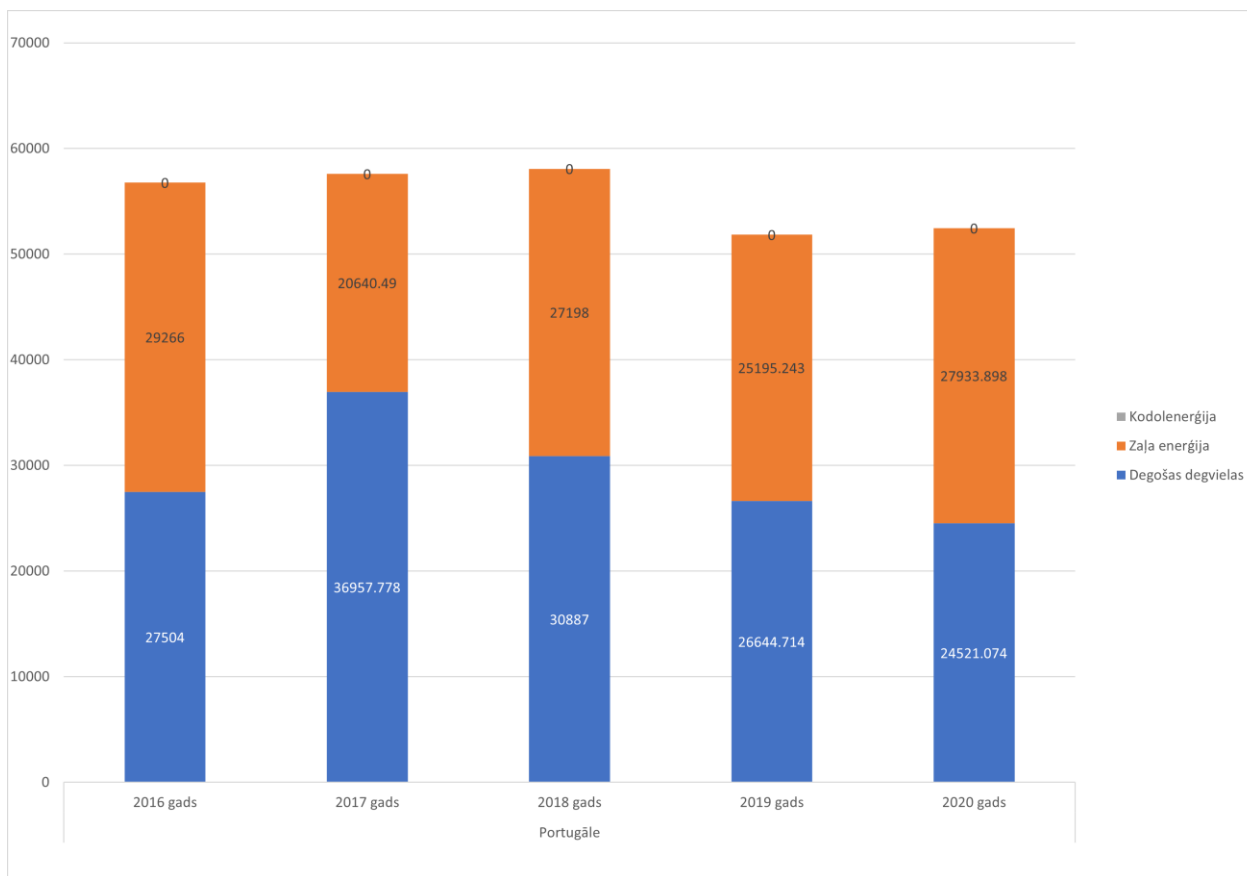
5.6. att. Āehijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Pēc grafika ir redzams ka Āehija mēģina aizstāt deģošās degvielas enerģiju ar kodolenerģiju un zaļo enerģiju. Zaļās enerģijas apjoms 5 gadu periodā izauga par 72% un kodolenerģijas apjoms par 24%. Kopā ar to, deģošās degvielas enerģijas apjoms tika samazināts par 15% un sastādīja 54% no kopēja elektroenerģijas apjoma 2020. gadā.



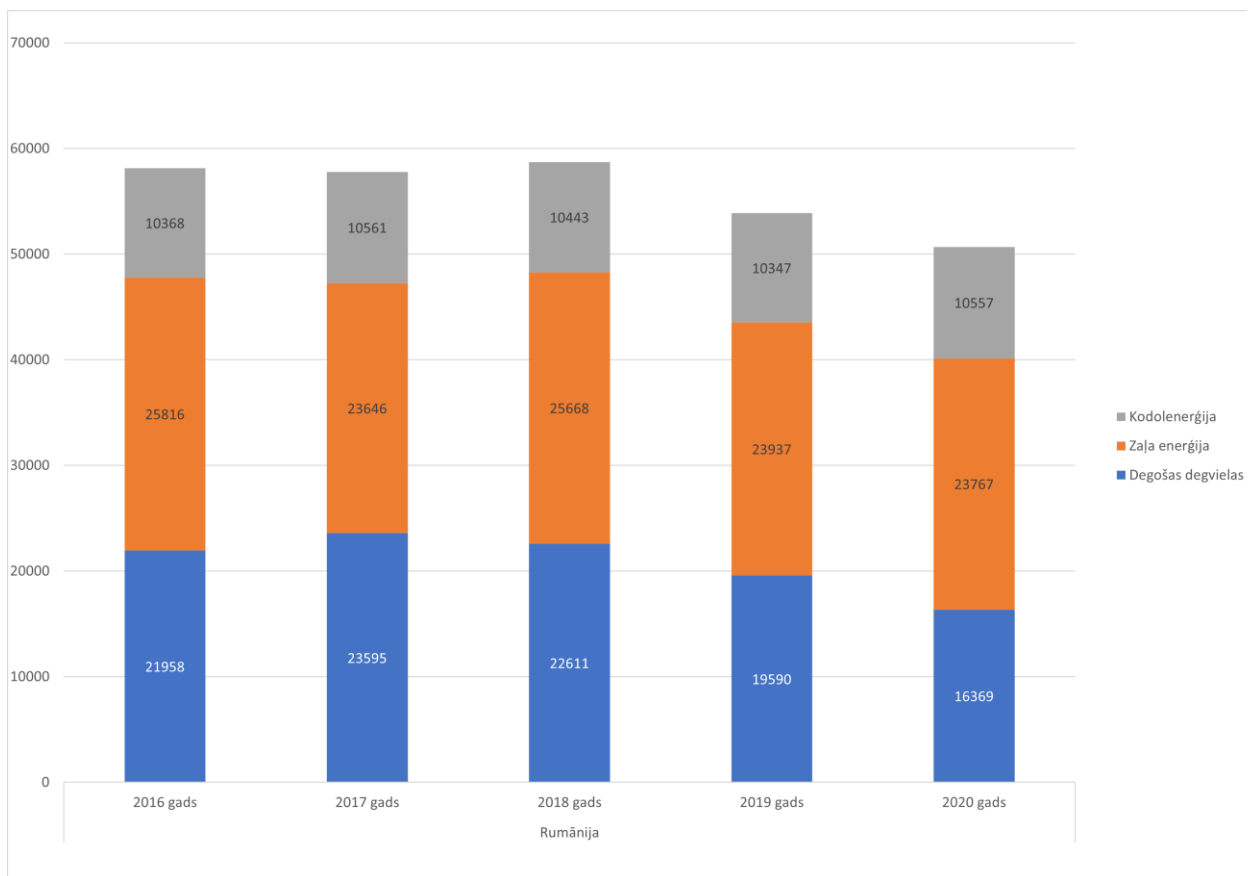
**5.7. att. Somijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]**

Somijā aktīvi tiek pielietota kodolenerģijas ģenerēšana. Tā sastāda aptuveni 32% no kopēja elektroenerģijas apjoma. Zaļās enerģijas ģenerēšana tiek attīstīta un aizstāj degošās degvielas enerģiju. Zaļās enerģijas apjoms 5 gadu laikā pieauga par 26% un aizstāja aptuveni 20% no degošās degvielas enerģijas.



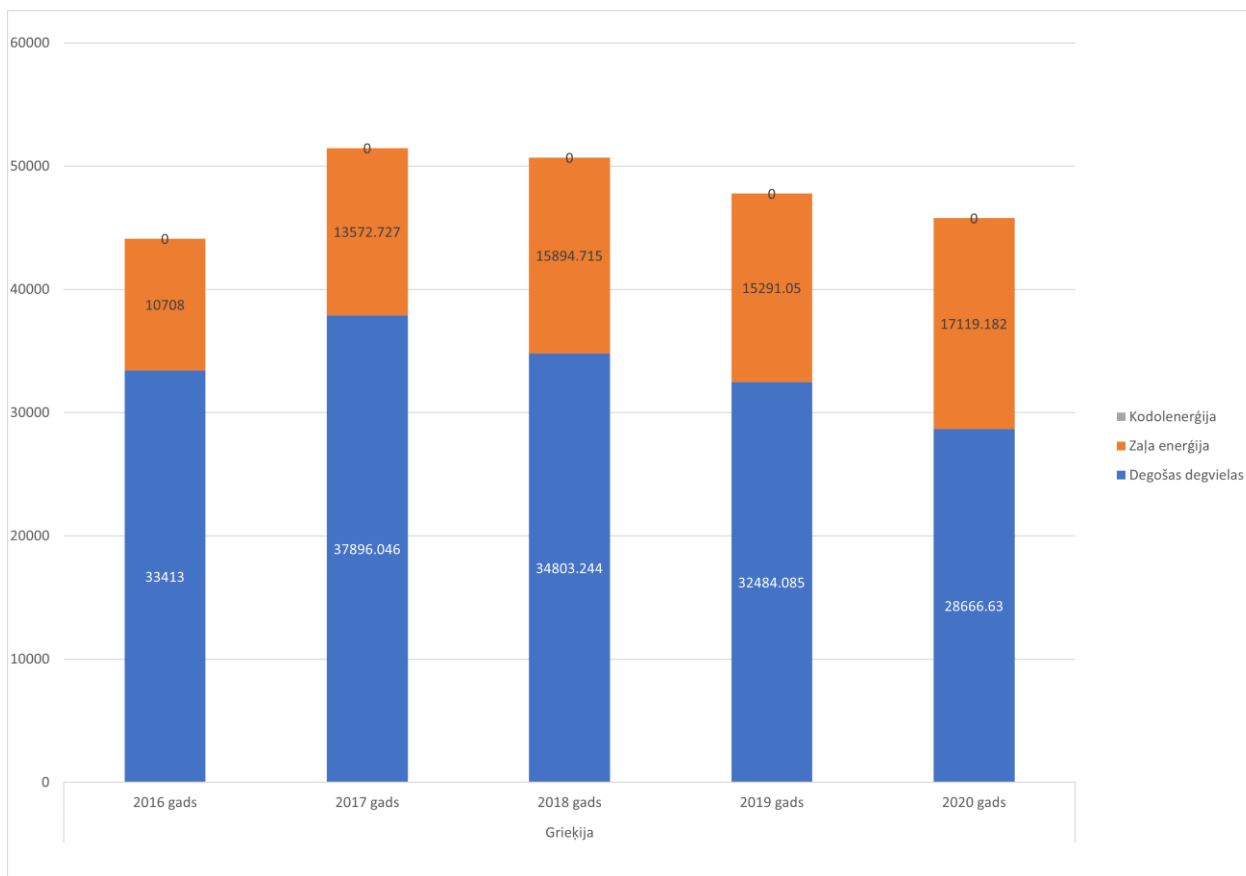
**5.8. att. Portugāles elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]**

Pēc grafika var redzēt ka Portugālē deģošās degvielas enerģija netiek aktīvi aizvietota ar zaļo enerģiju bet zaļās enerģijas apjoms jau sasniedz 36 - 53% no kopēja enerģijas apjoma.



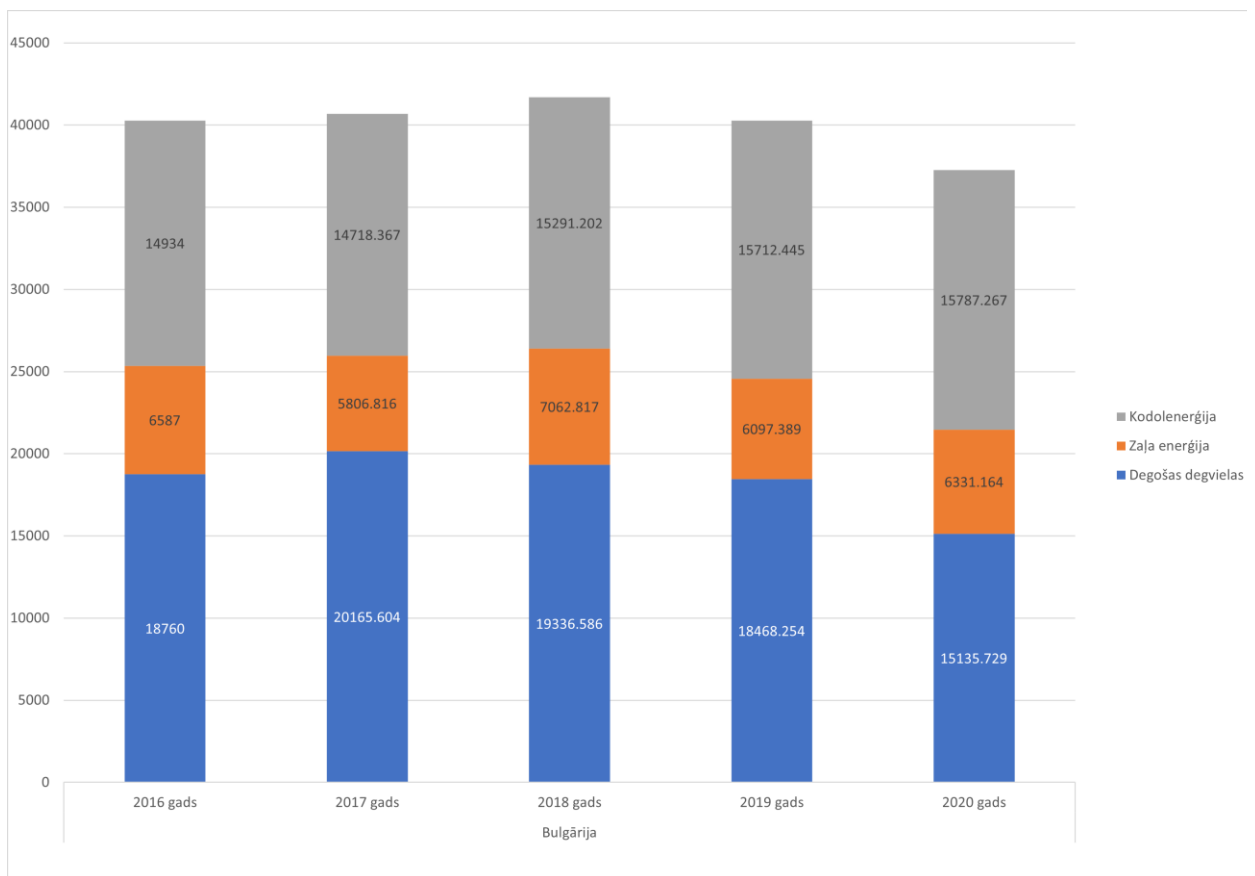
5.9. att. Rumānijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Rumānijā zaļās enerģijas un kodolenerģijas ģenerēšanas apjomi kopš 2016. gada nemainās, bet samazinājās deģošas degvielas enerģijas apjoms kopā ar kopējo apjomu. 2020. gadā deģošas degvielas enerģija sastādīja 32% no kopēja elektroenerģijas apjoma.



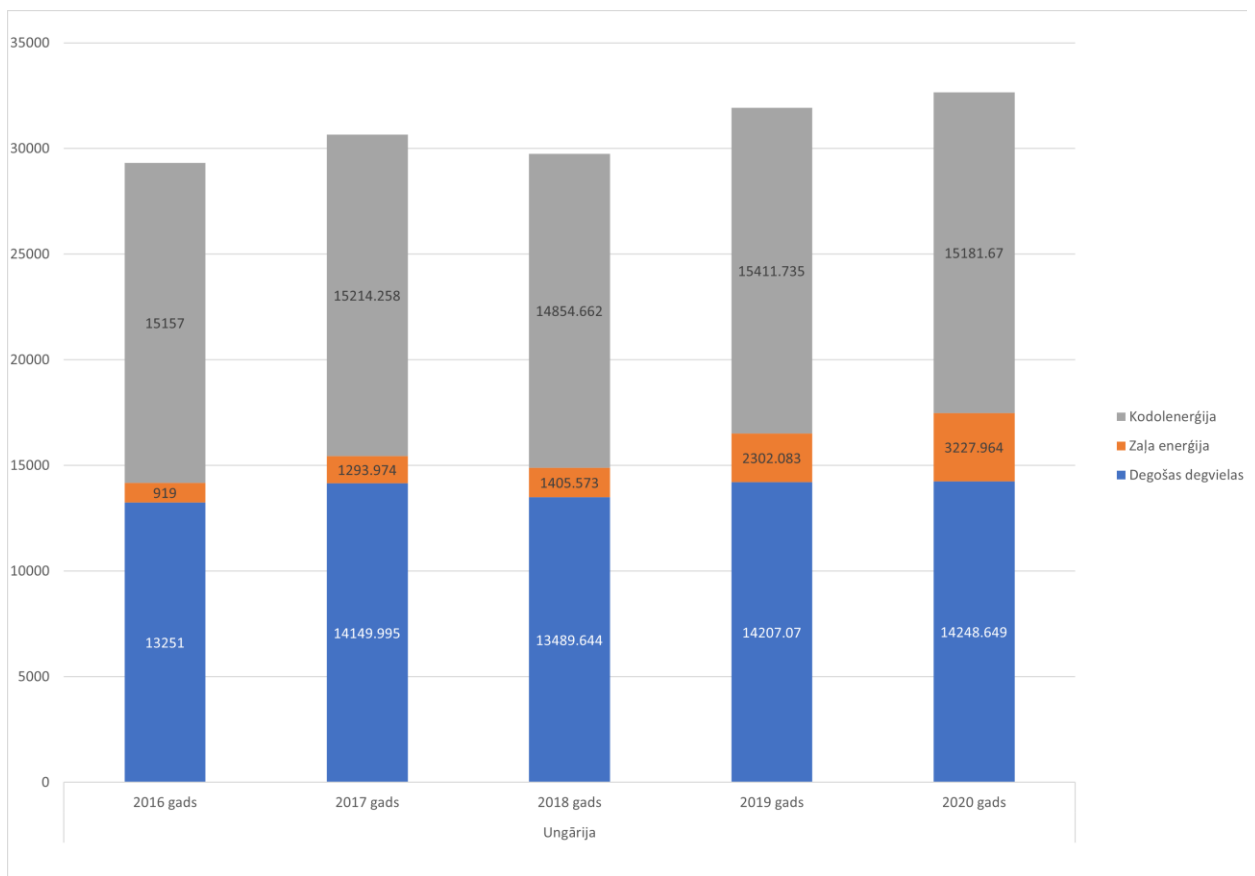
**5.10. att. Grieķijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]**

Grieķija aktīvi attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada tās apjoms pieauga gandrīz par 60% aizstājot 15% no degošās degvielas enerģijas. Uz 2020. gadu, zaļās enerģijas apjoms sastādīja 37% no kopēja elektroenerģijas apjoma.



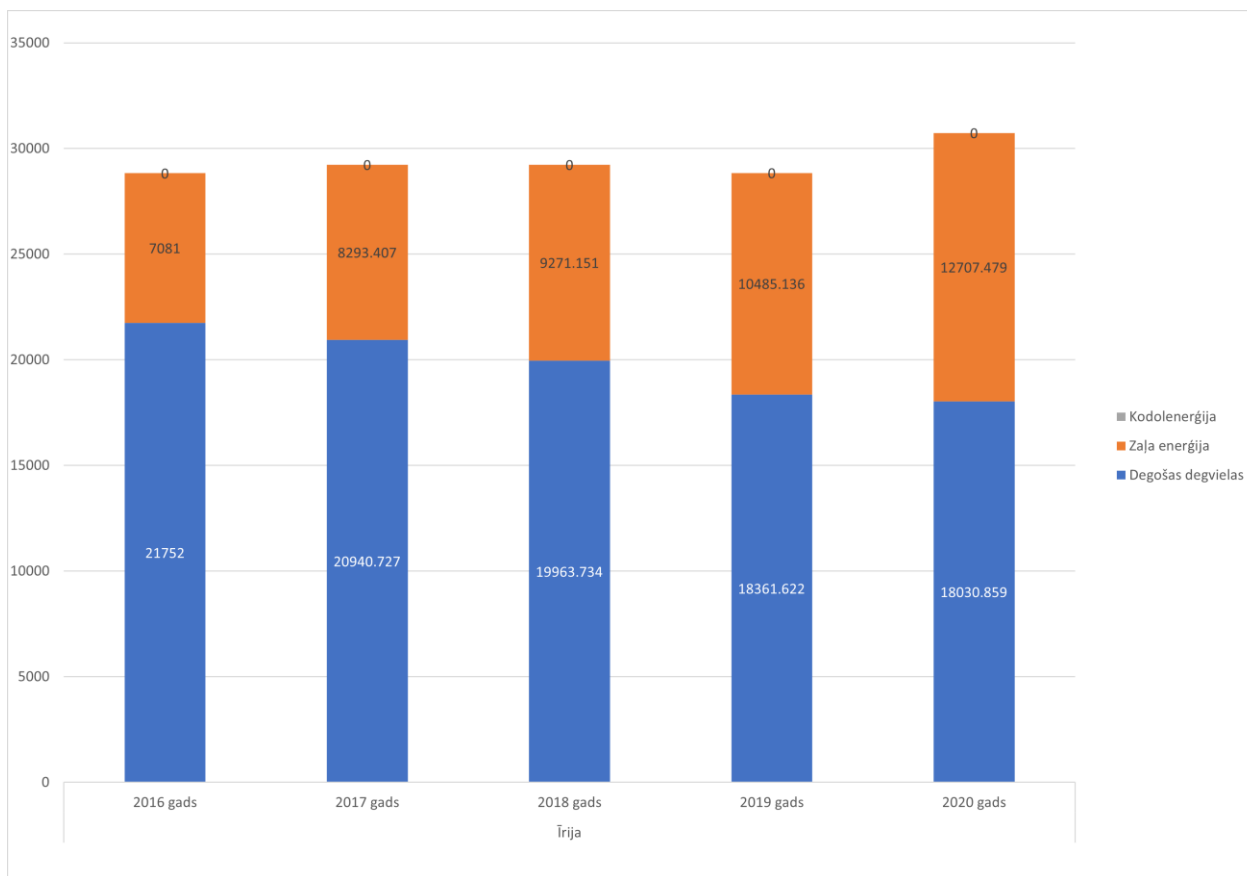
5.11. att. Bulgārijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Bulgārijā aktīvi tiek izmantota kodolenerģija. Tās apjoms ir 36 - 42% no kopēja enerģijas apjoma. Zaļās enerģijas ģenerēšanas apjoms kopš 2016. gada nepieauga. Tas sastāda 14 - 17% no kopējā apjoma. 41 - 50% no kopēja enerģijas apjoma ir deģošās degvielas enerģija.



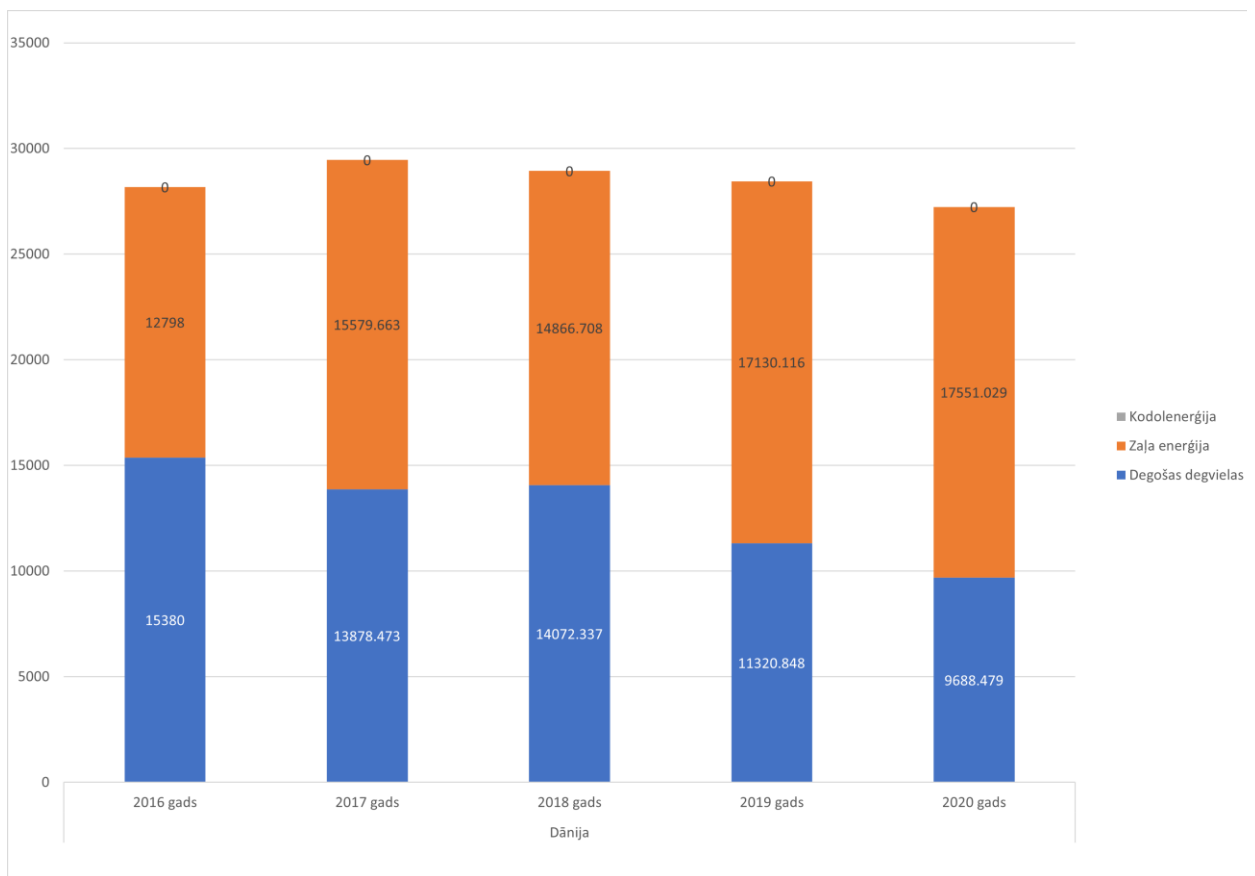
5.12. att. Ungārijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Ungārija aktīvi izmanto kodolenerģiju. Tās apjoms sastāda 46 - 52% no kopējā gada enerģijas apjoma. Ungārija ir sākusi attīstīt zaļās enerģijas ģenerēšanu. Kopš 2016. gada zaļās enerģijas apjoms pieauga par 251% un 2020. gadā sastādīja 10% no kopējās elektroenerģijas ģenerēšanas apjoma. Degošās degvielas enerģija sastāda 44 - 46% no kopēja enerģijas apjoma.



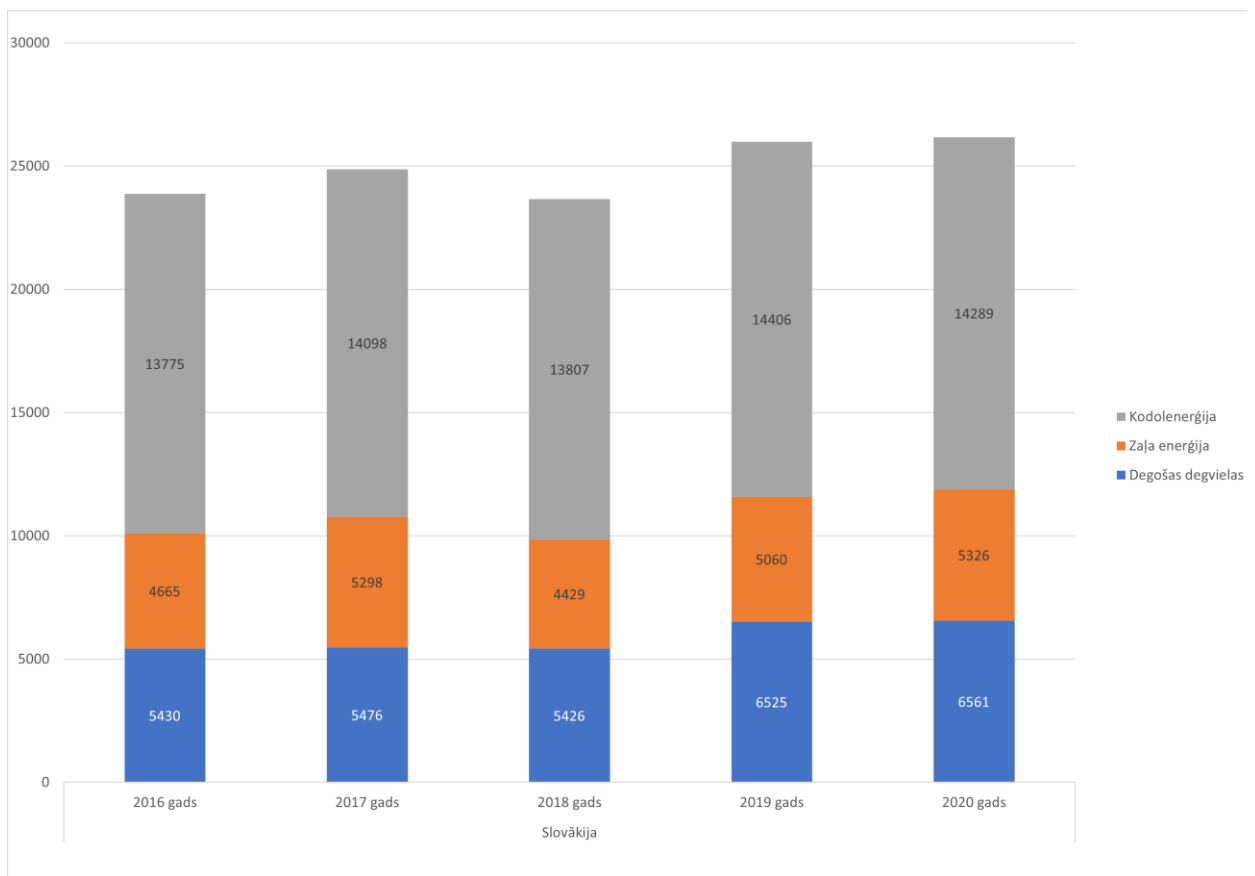
5.13. att. Īrijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Īrija neizmanto kodolenerģiju, bet attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu. Zaļās enerģijas ģenerēšanas apjoms kopš 2016. gada izauga par 81% un 2020. gadā sastādīja 41% no kopēja enerģijas apjoma, aizvietojojot deģošās degvielas enerģiju, kuras apjoms tajā pašā periodā samazinājās par 17%.



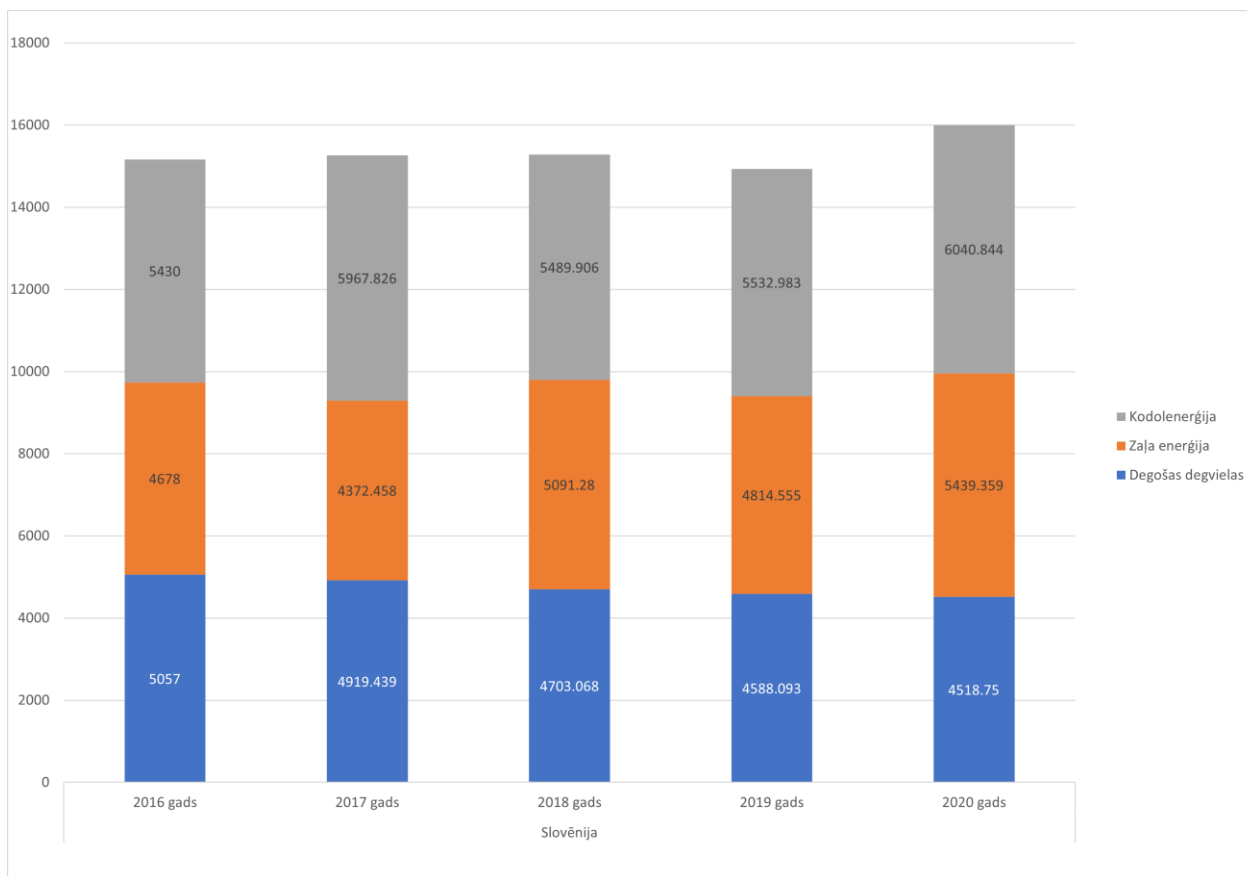
5.14. att. Dānijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Dānija ļoti aktīvi izmanto un attīsta zaļās enerģijas ģenerēšanu. 2016. gadā zaļā enerģija sastādīja 45%. 5 gadu periodā zaļās enerģijas ģenerēšanas apjoms pieauga par 37% un sasniedza 64% no kopēja elektroenerģijas apjoma aizstājot deģošās degvielas enerģiju. Kodolenerģija Dānijā netiek izmantota.



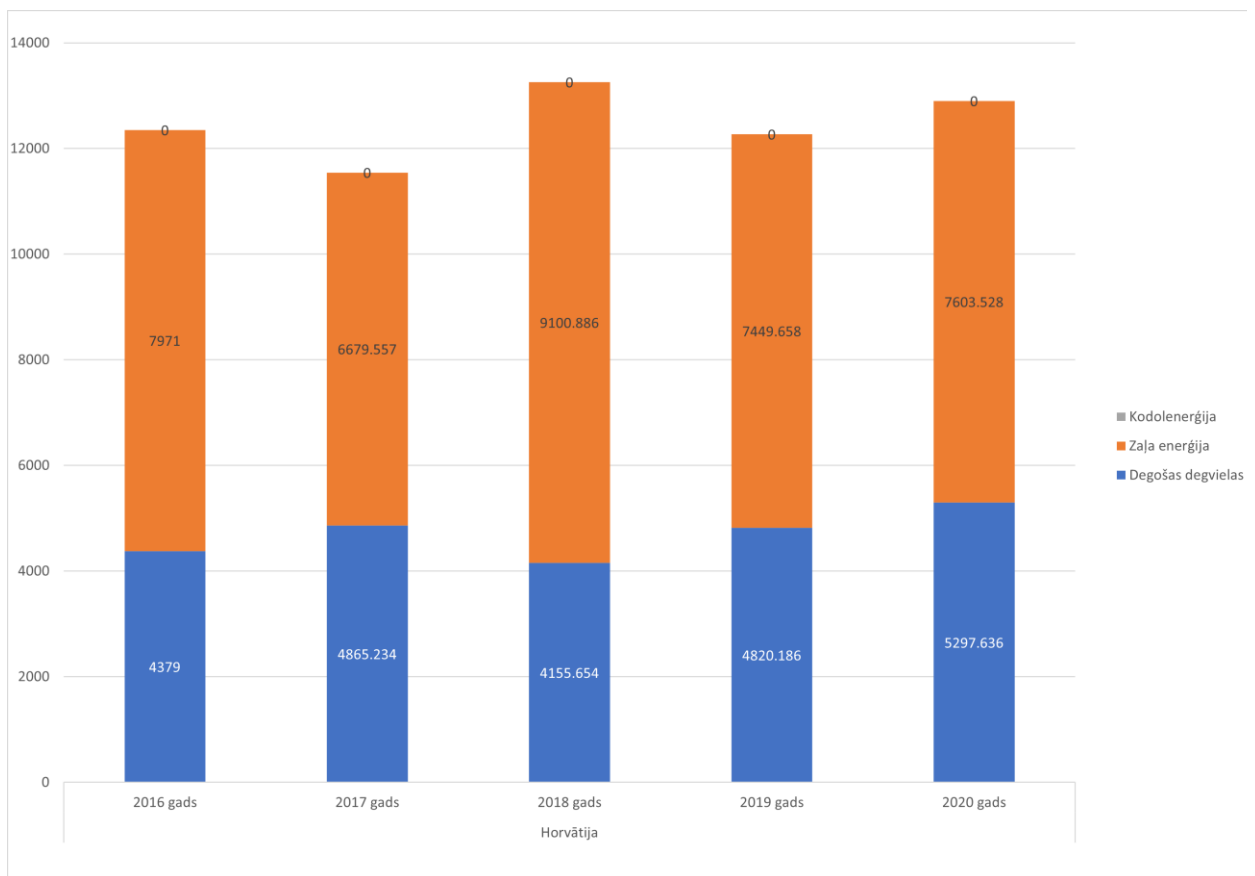
5.15. att. Slovākijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Slovākija aktīvi izmanto kodolenerģiju. Tās apjoms sastāda 55 - 58% no kopējā enerģijas apjoma. 19 - 21% no valsts enerģijas ir zaļā enerģija un pēc grafika nevar noteikt kā tā tiek attīstīta.



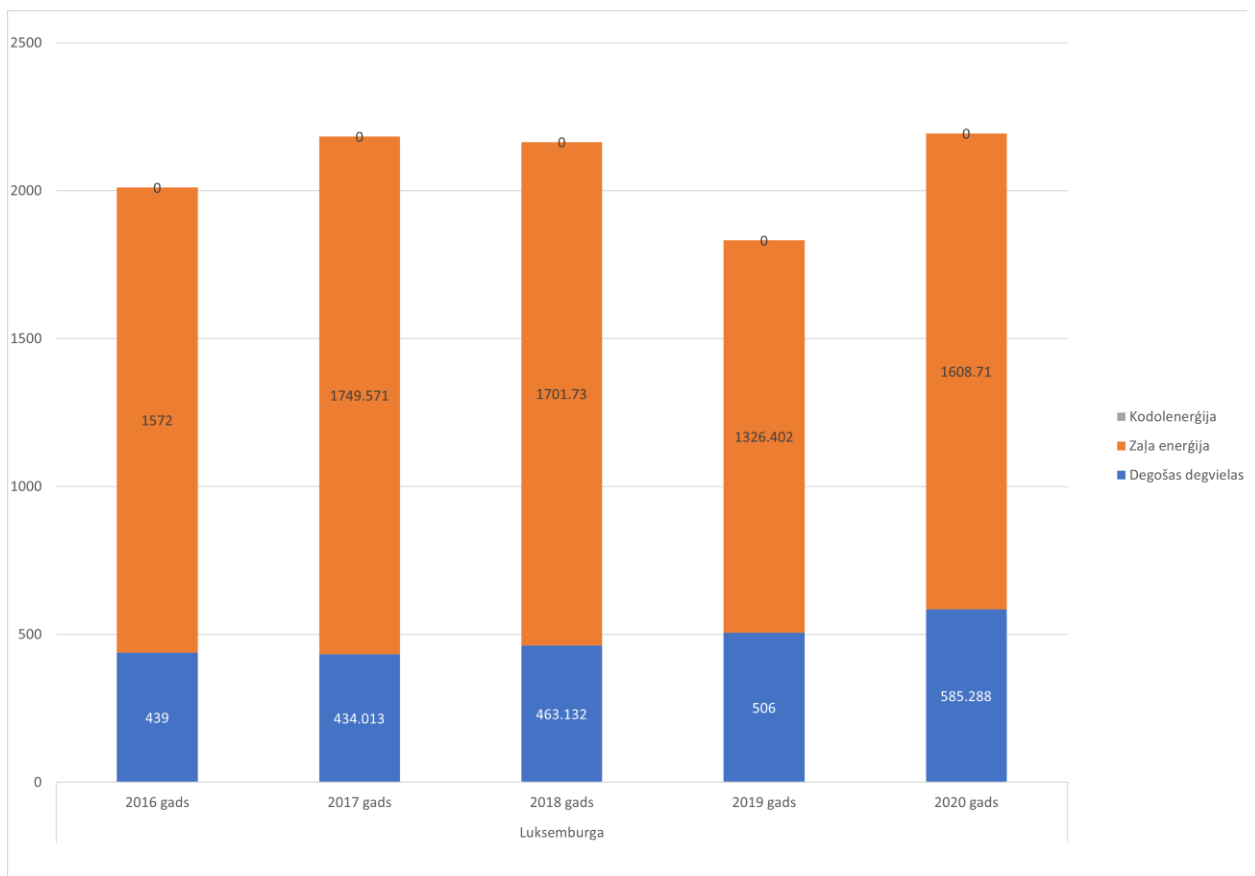
5.16. att. Slovēnijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Slovēnija vienlīdzīgi izmanto visus enerģijas avotus un mēģina attīstīt zaļās enerģijas ģenerēšanu. Zaļās enerģijas apjoms izauga par 16% 5 gadu laikā un 2020. gadā sastādīja 34% no kopējā enerģijas apjoma. Tajā pašā gadā kodolenerģijas sastādīja 38% un deģošās degvielas enerģija – 28%.



5.17. att. Horvātijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

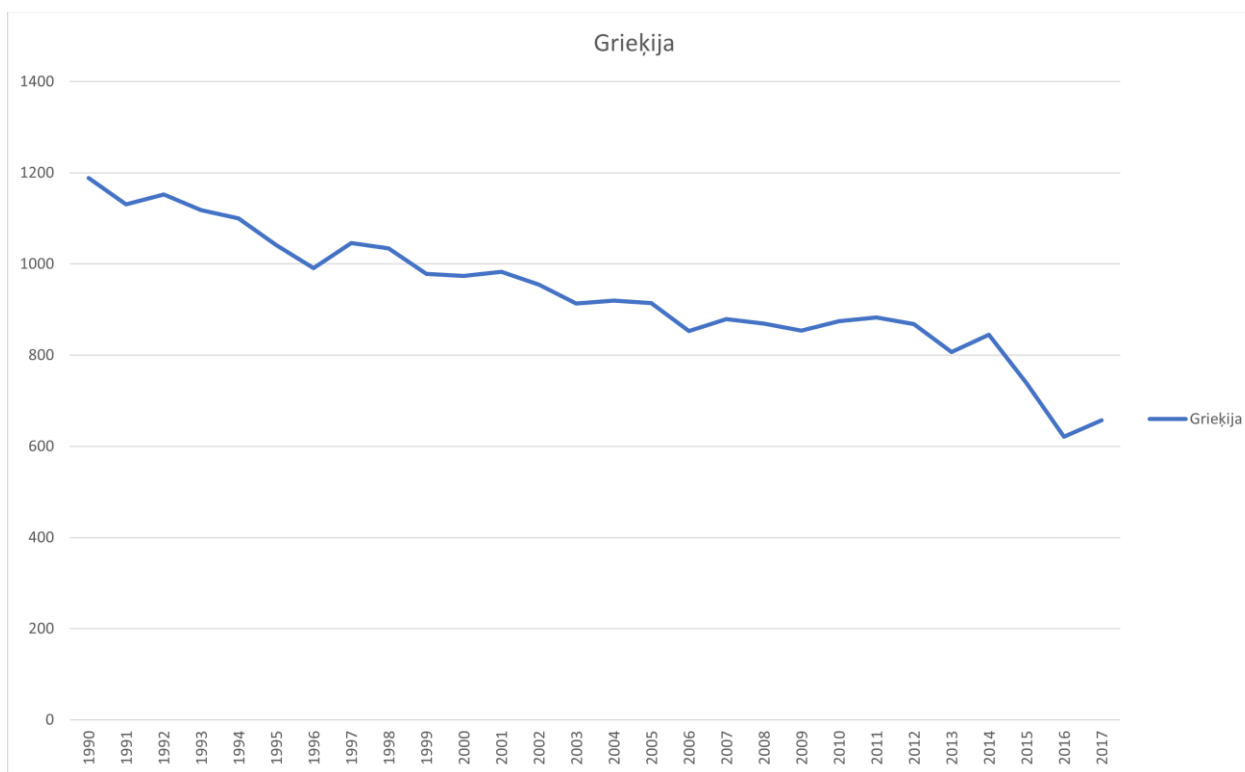
Horvātija aktīvi izmanto zaļo enerģiju, bet tās attīstīšanu nevar noteikt pēc grafika, jo vērtības svārstās. Zaļās enerģijas apjoms sastāda 58 - 69% no kopēja enerģijas apjoma. Horvātijā kodolenerģija netiek izmantota.



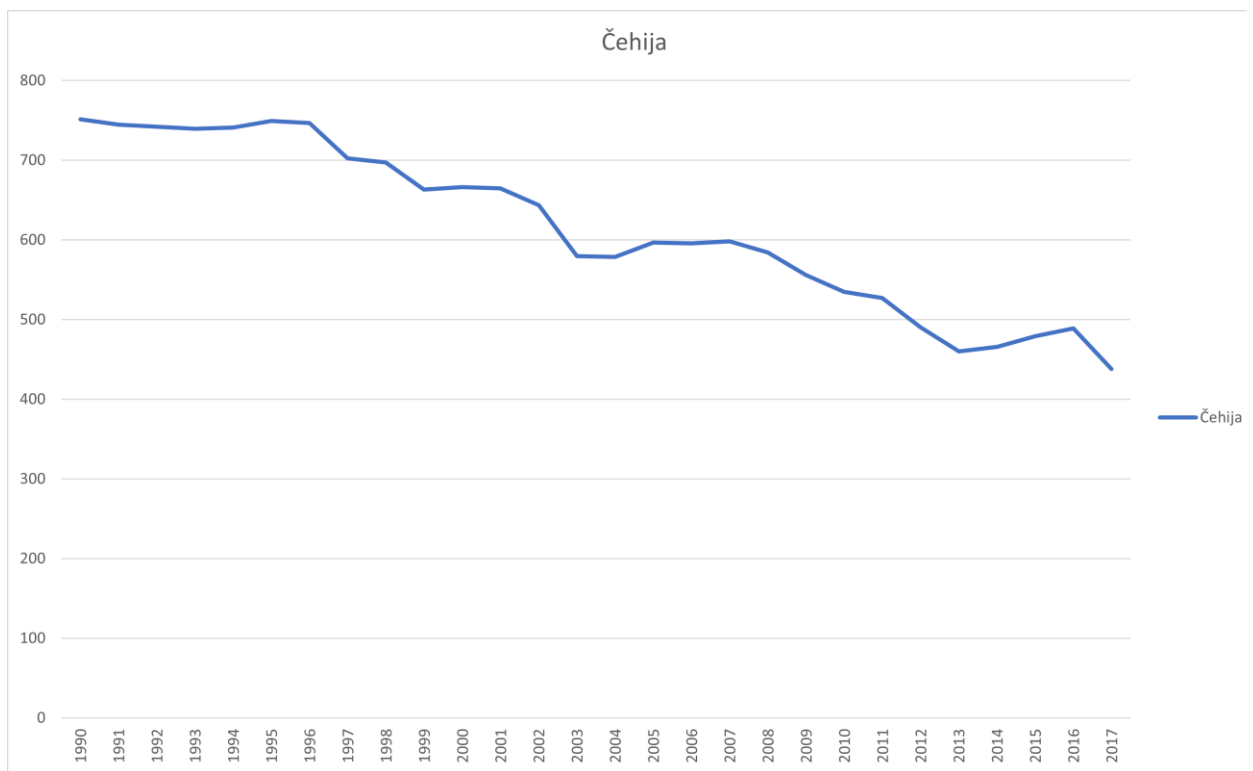
5.18. att. Luksemburgas elektroenerģijas ģenerēšanas apjoms (GWh) [autora veidots]

Luksemburgā, neskatoties uz mazu teritoriju, aktīvi izmanto zaļo enerģiju, bet pēc grafika nevar noteikt vai tā tiek attīstīta. 2020. gadā zaļās enerģijas apjoms sastāda 73% no kopējā elektroenerģijas apjoma.

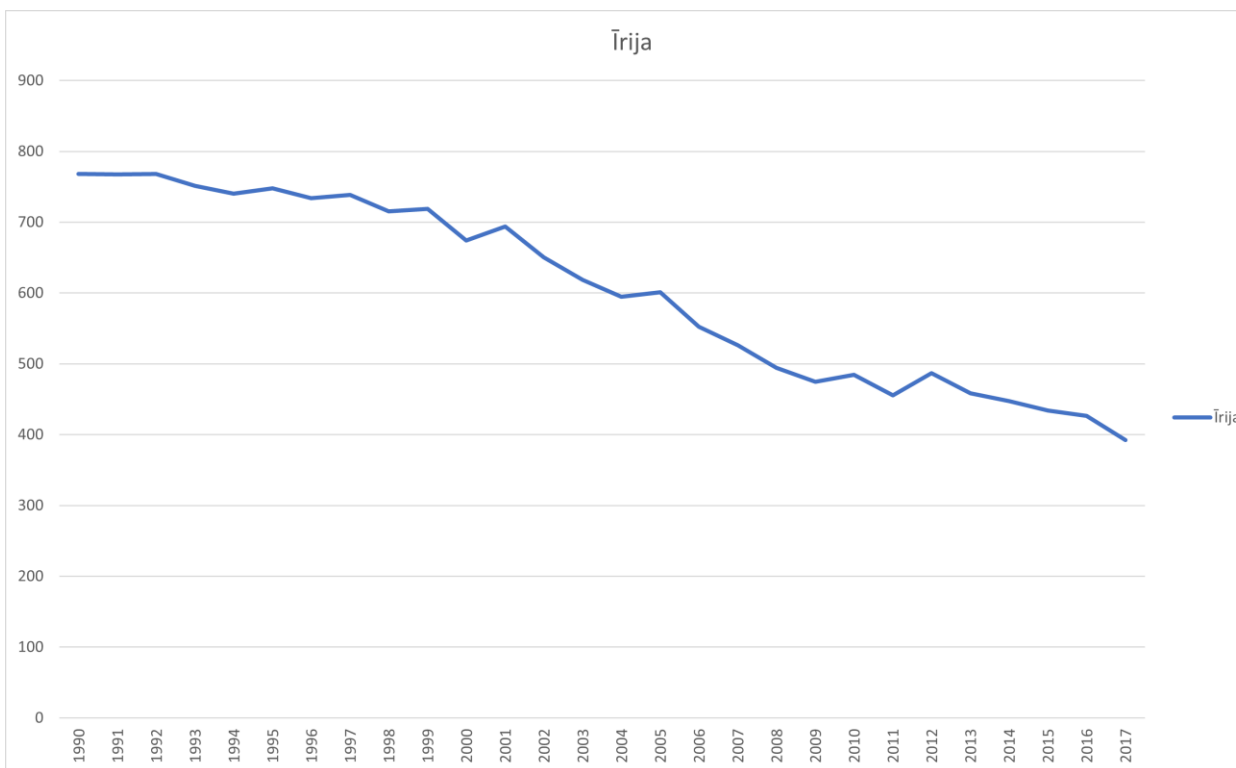
## Elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju grafiki



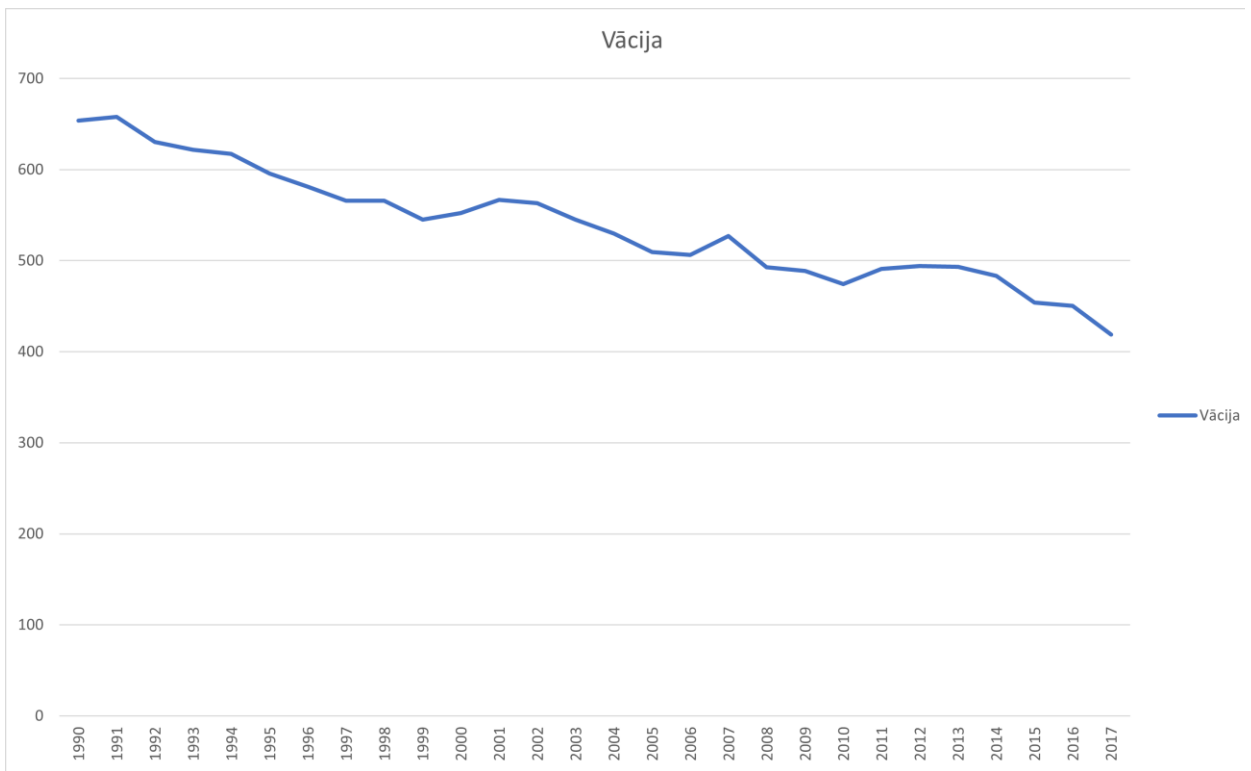
5.19. att. Griekijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



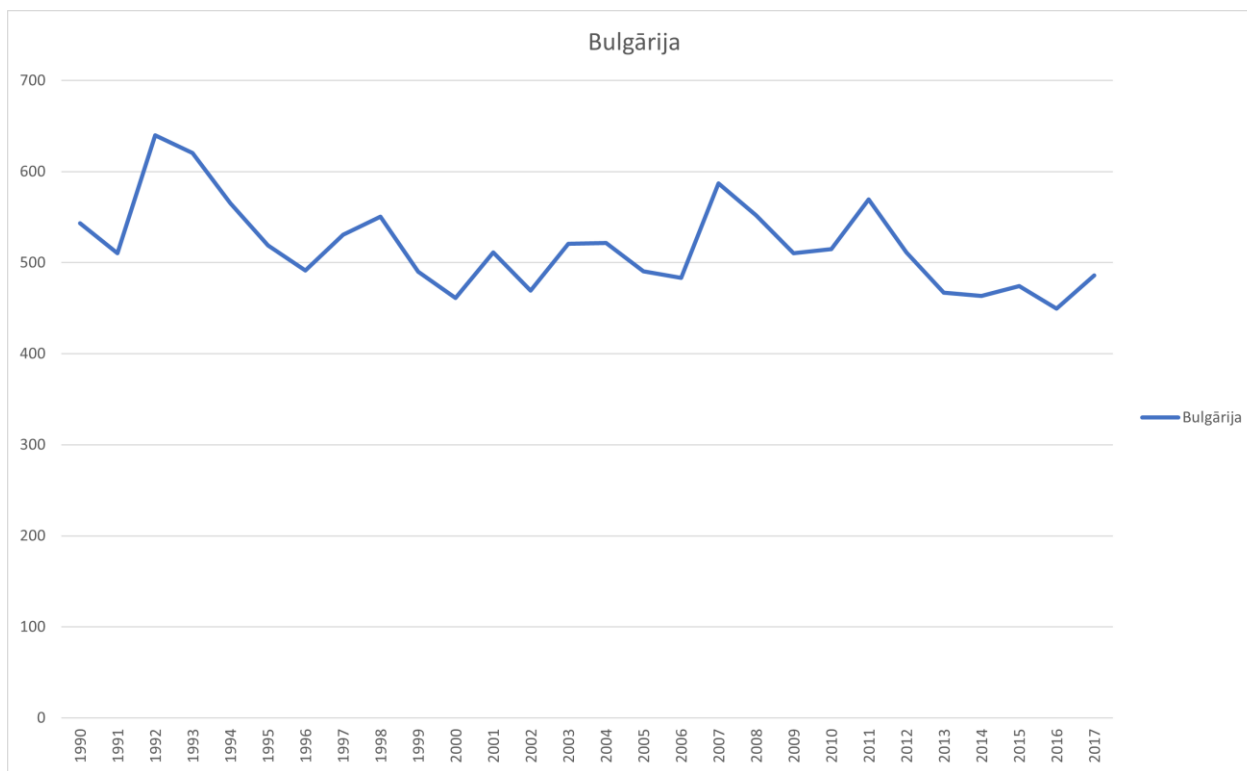
5.20. att. Čehijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



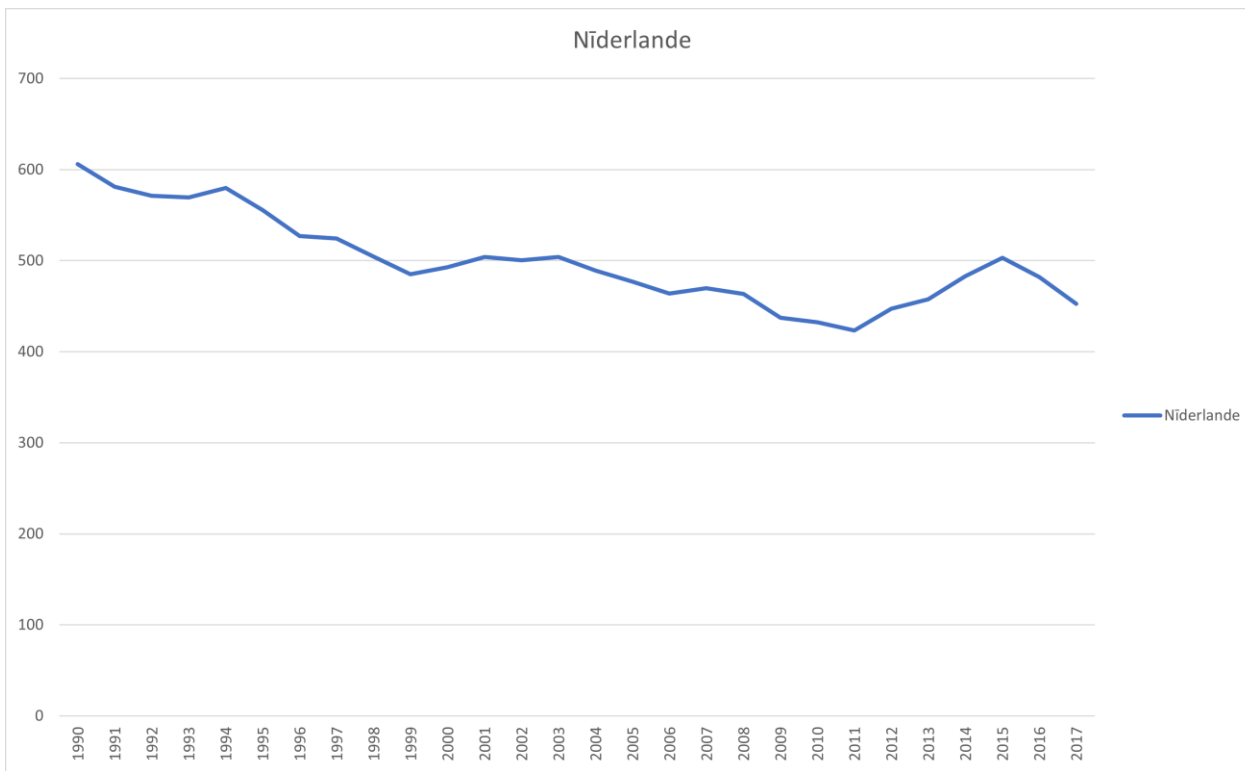
5.21. att. Īrijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]



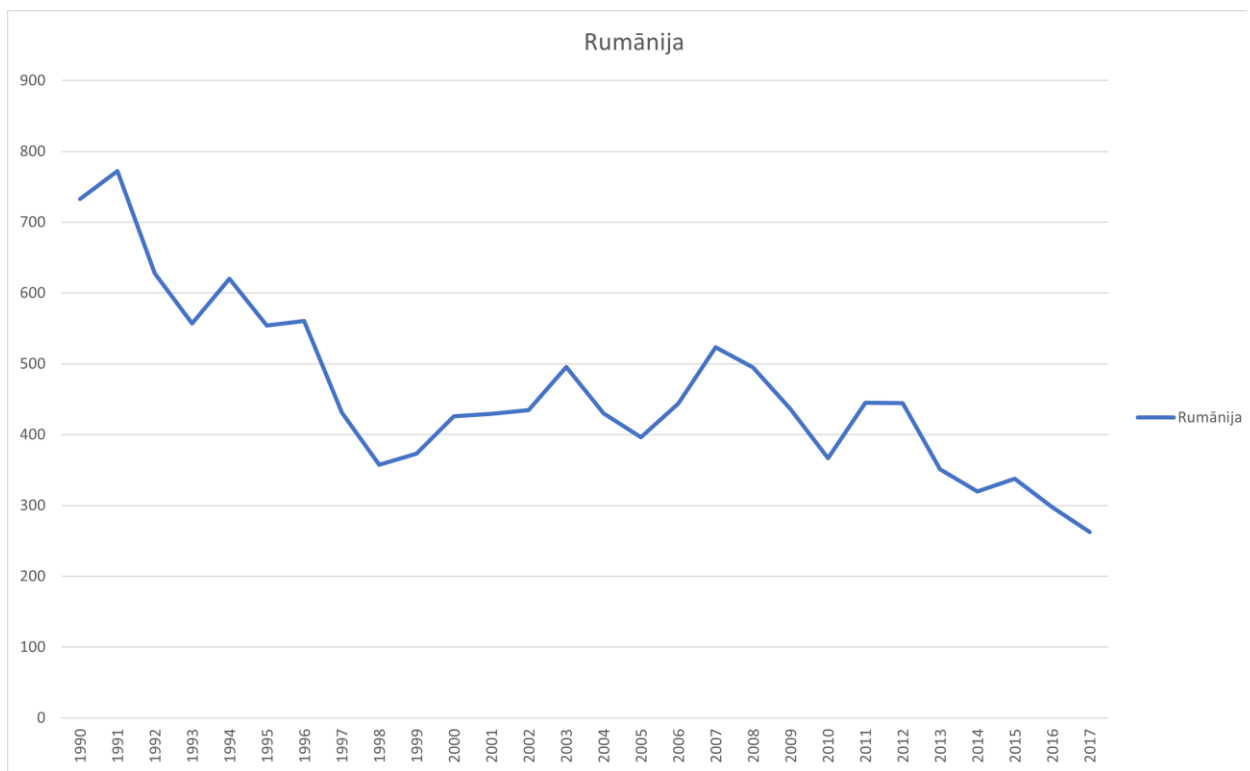
5.22. att. Vācijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



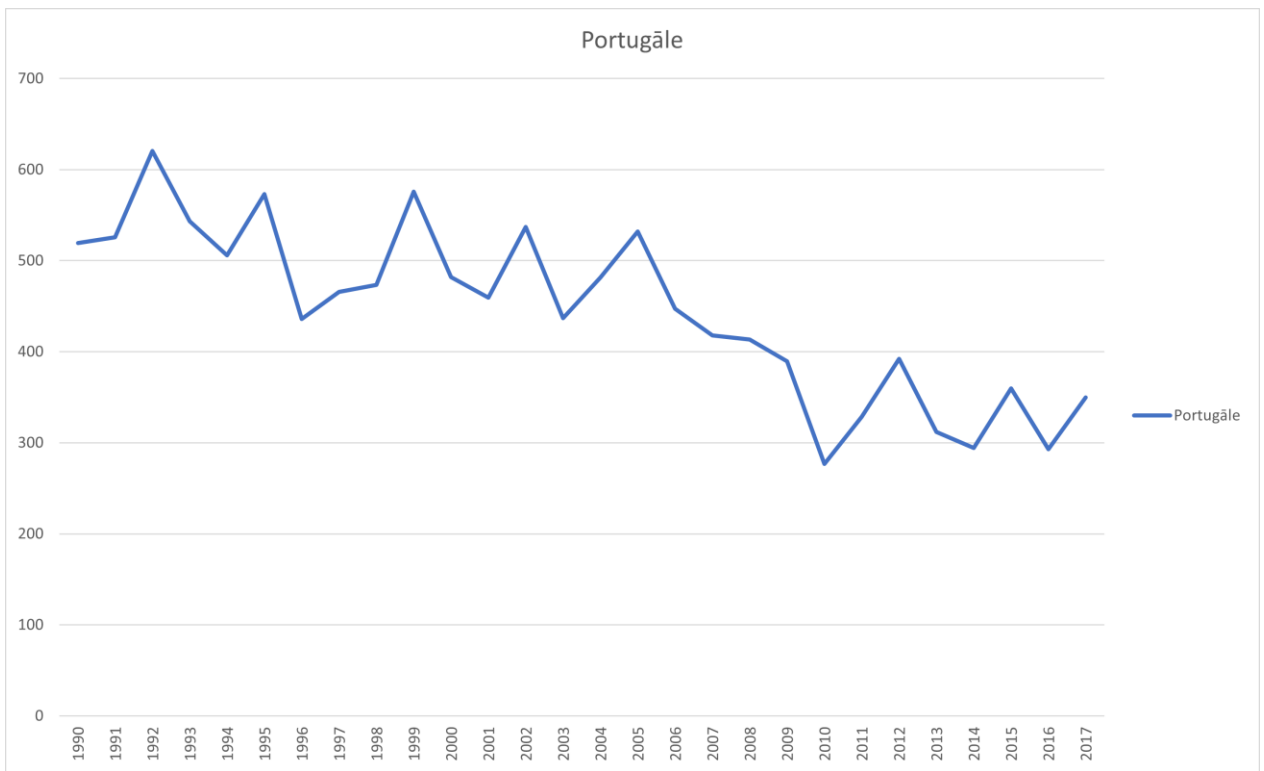
5.23. att. Bulgārijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]



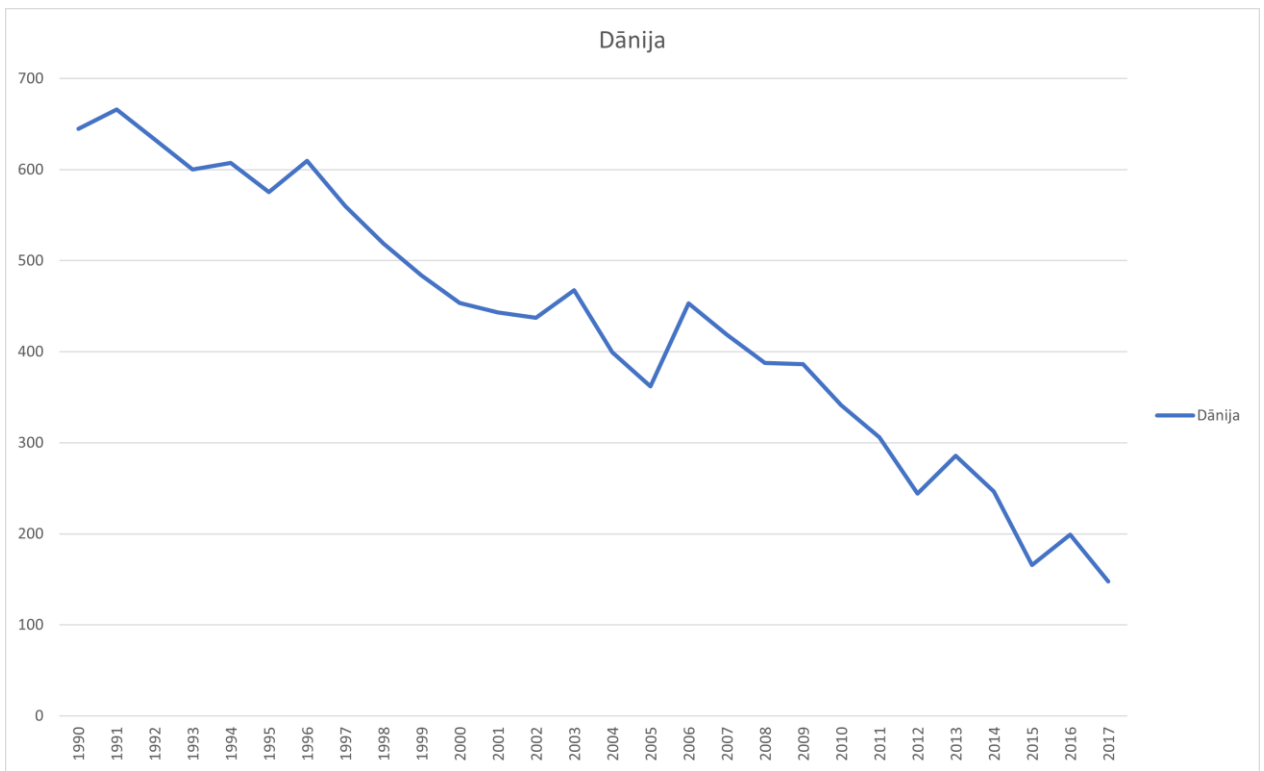
5.24. att. Nīderlandes elektroenerģijas ģenerēšanas CO<sub>2</sub> emisijas (gCO<sub>2</sub>/kWh) [autora veidots]



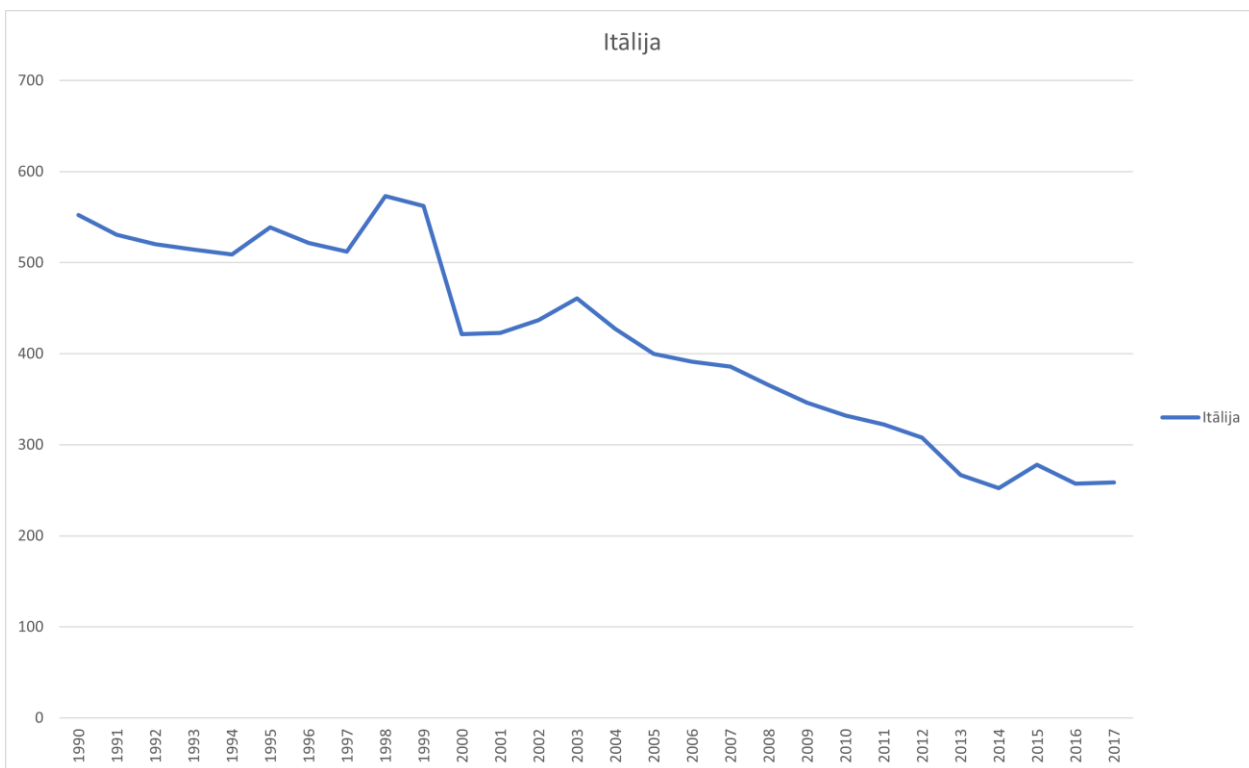
5.25. att. Rumānijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



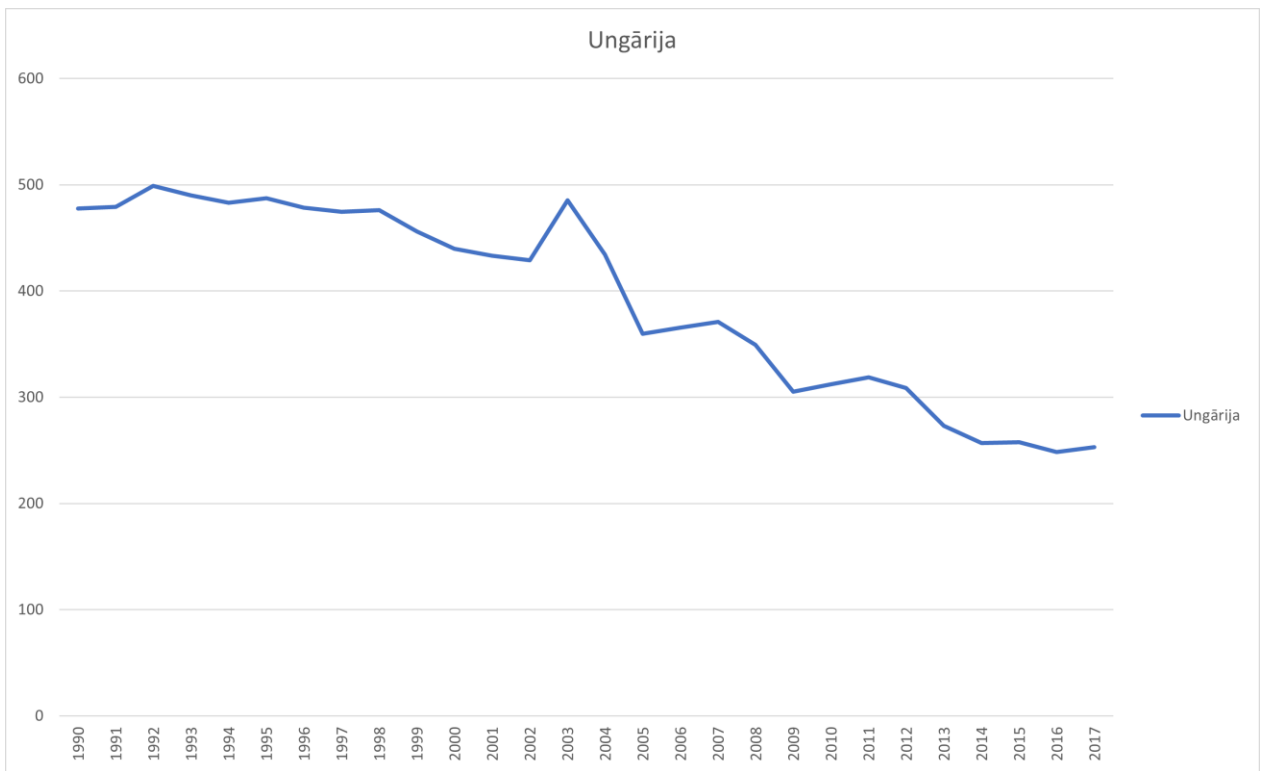
5.26. att. Portugāles elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



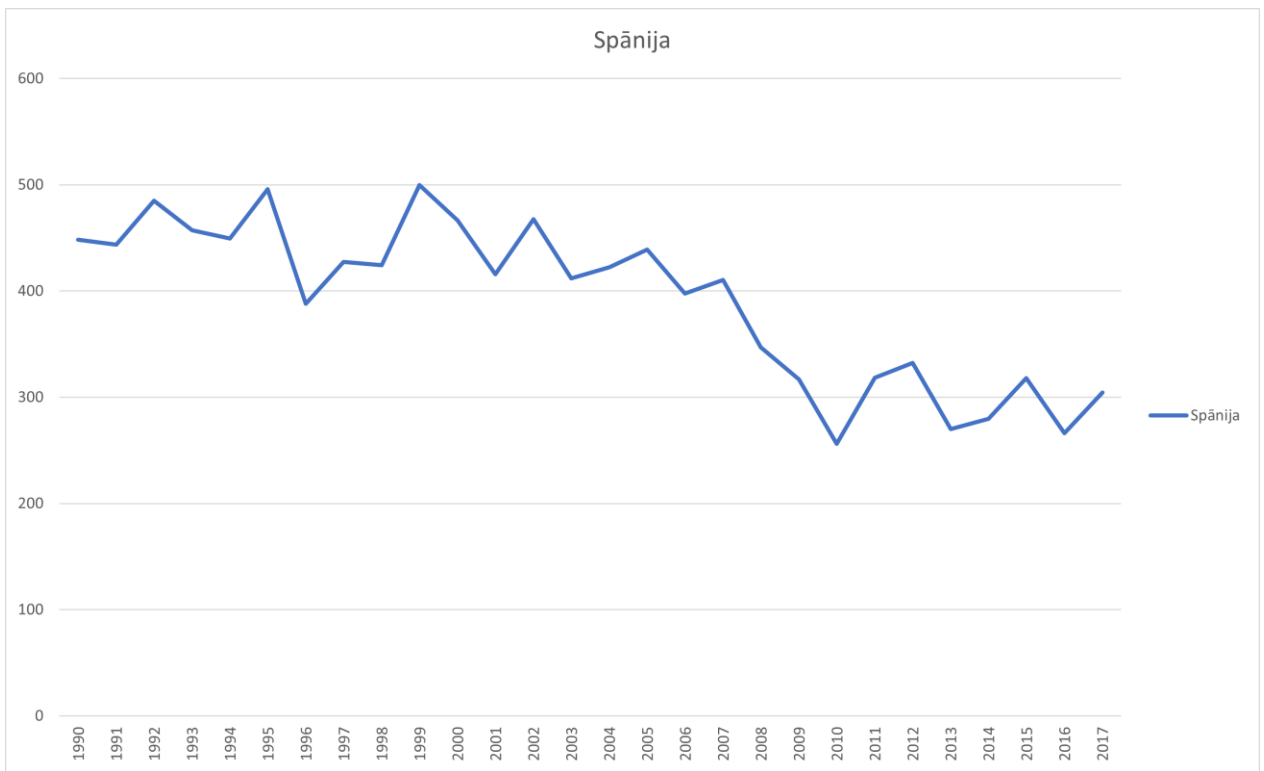
5.27. att. Dānijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



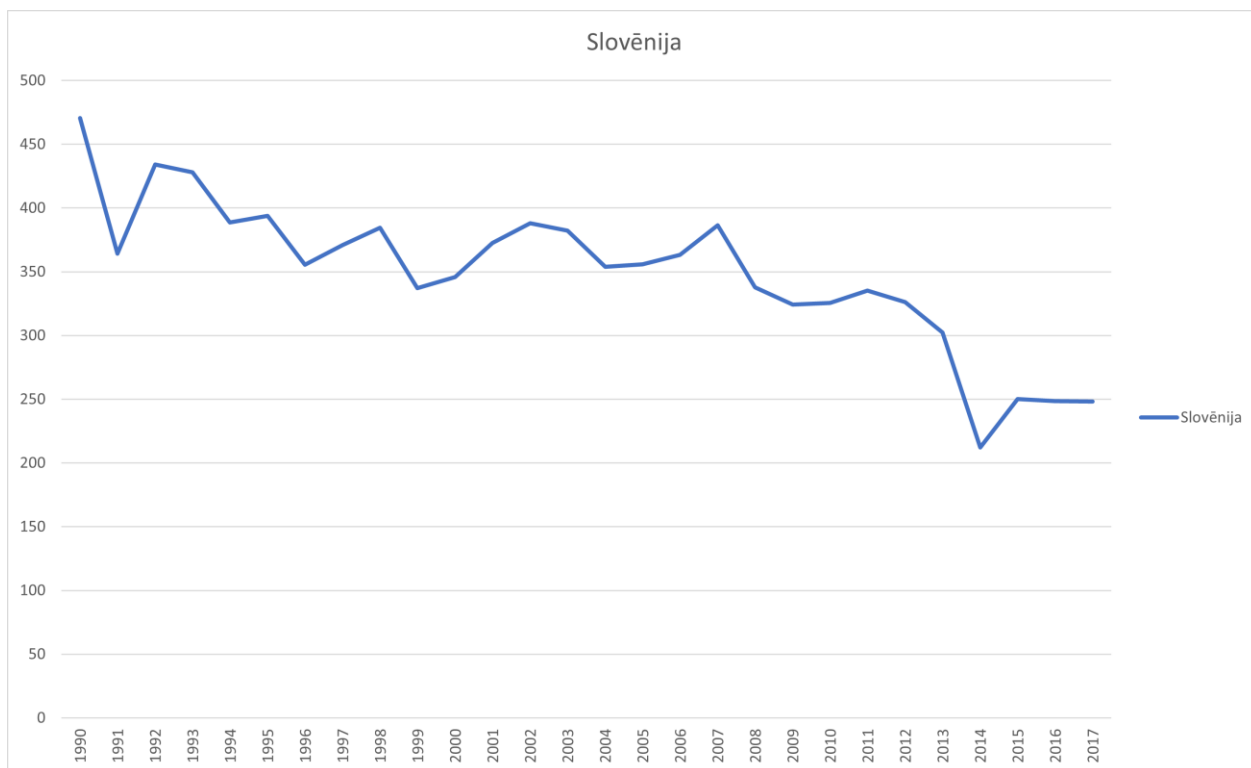
5.28. att. Itālijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



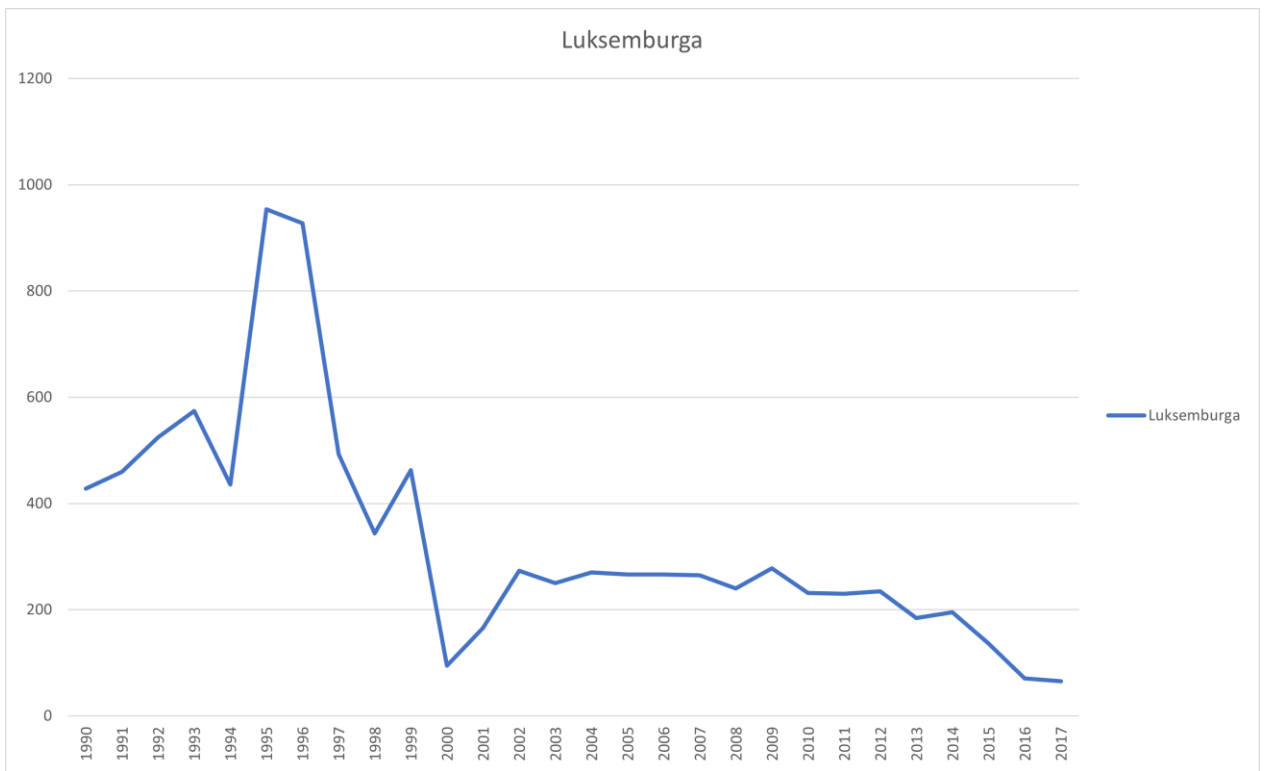
5.29. att. Ungārijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



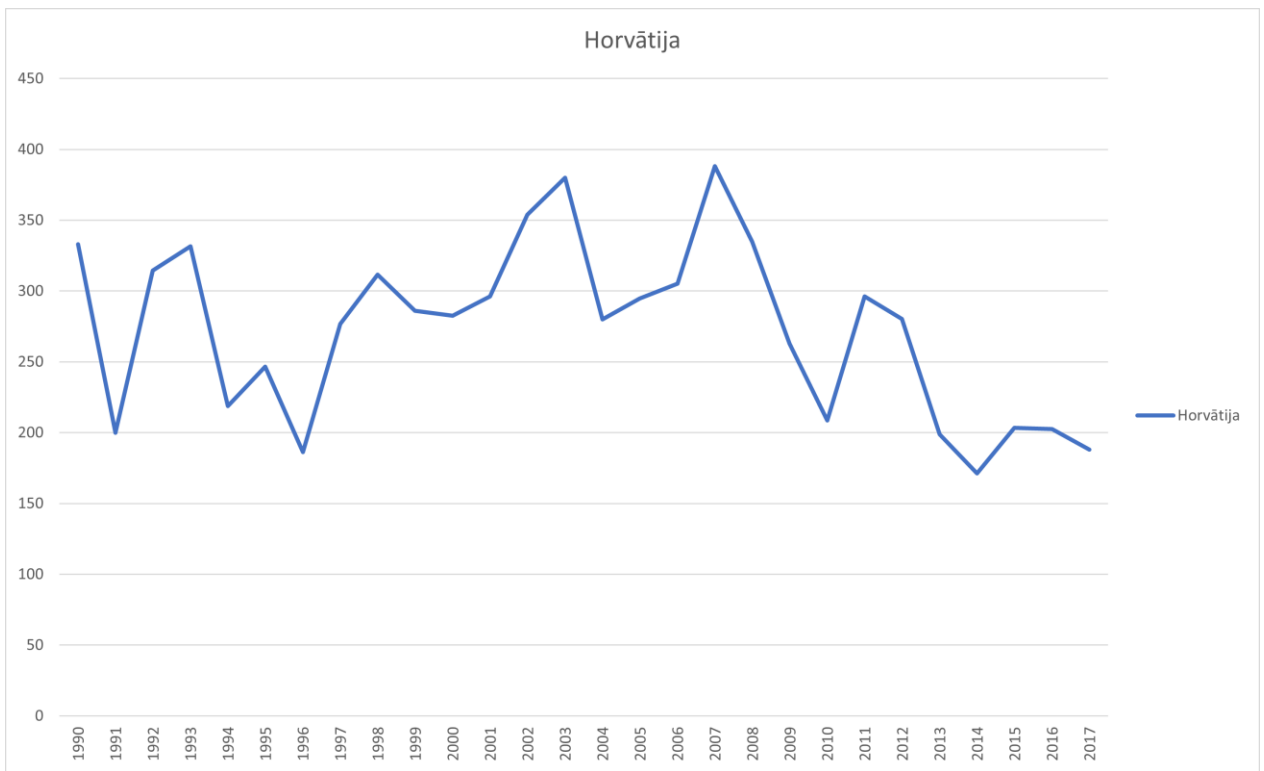
5.30. att. Spānijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



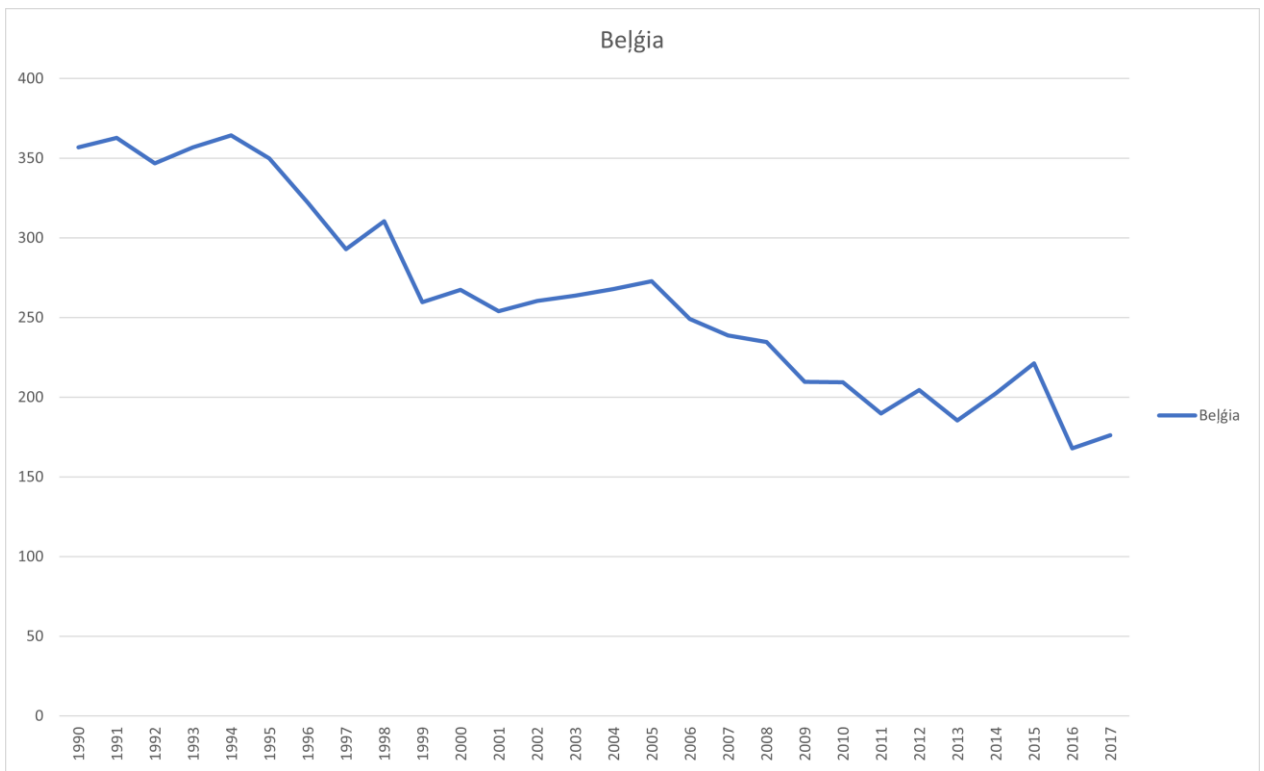
5.31. att. Slovēnijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



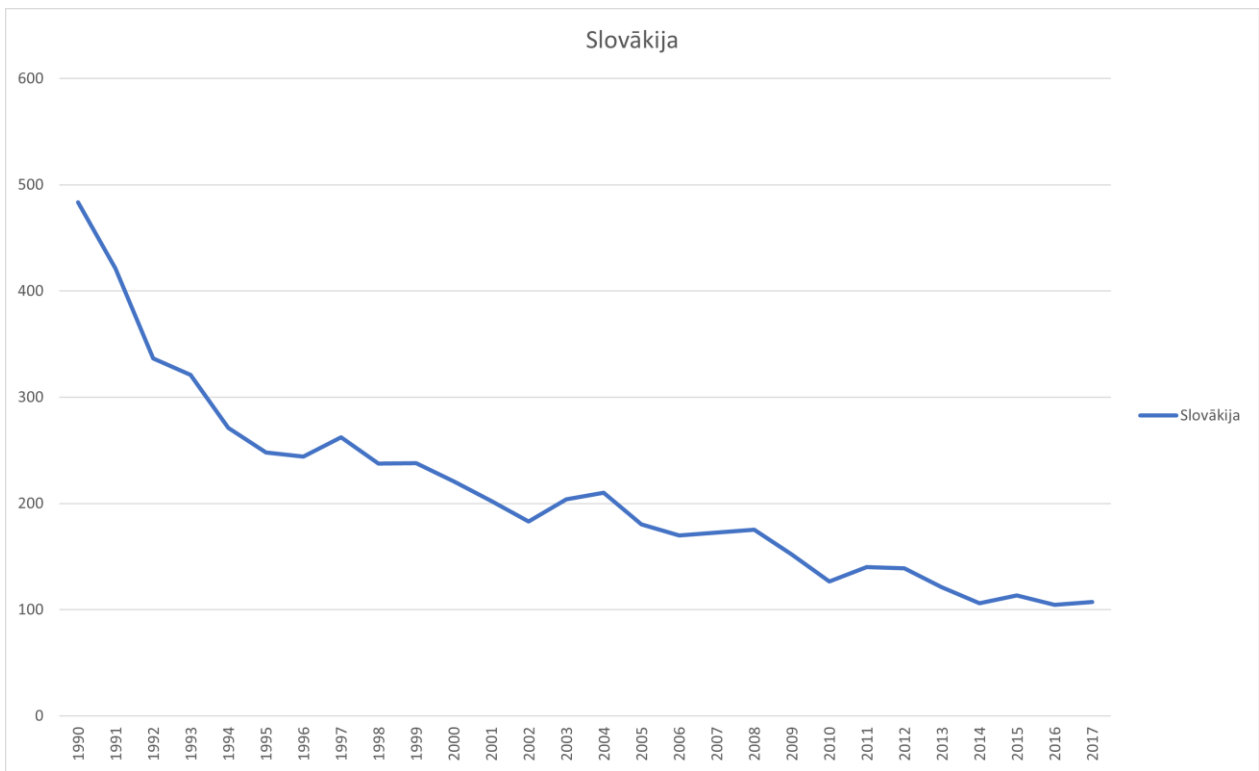
5.32. att. Luksemburgas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



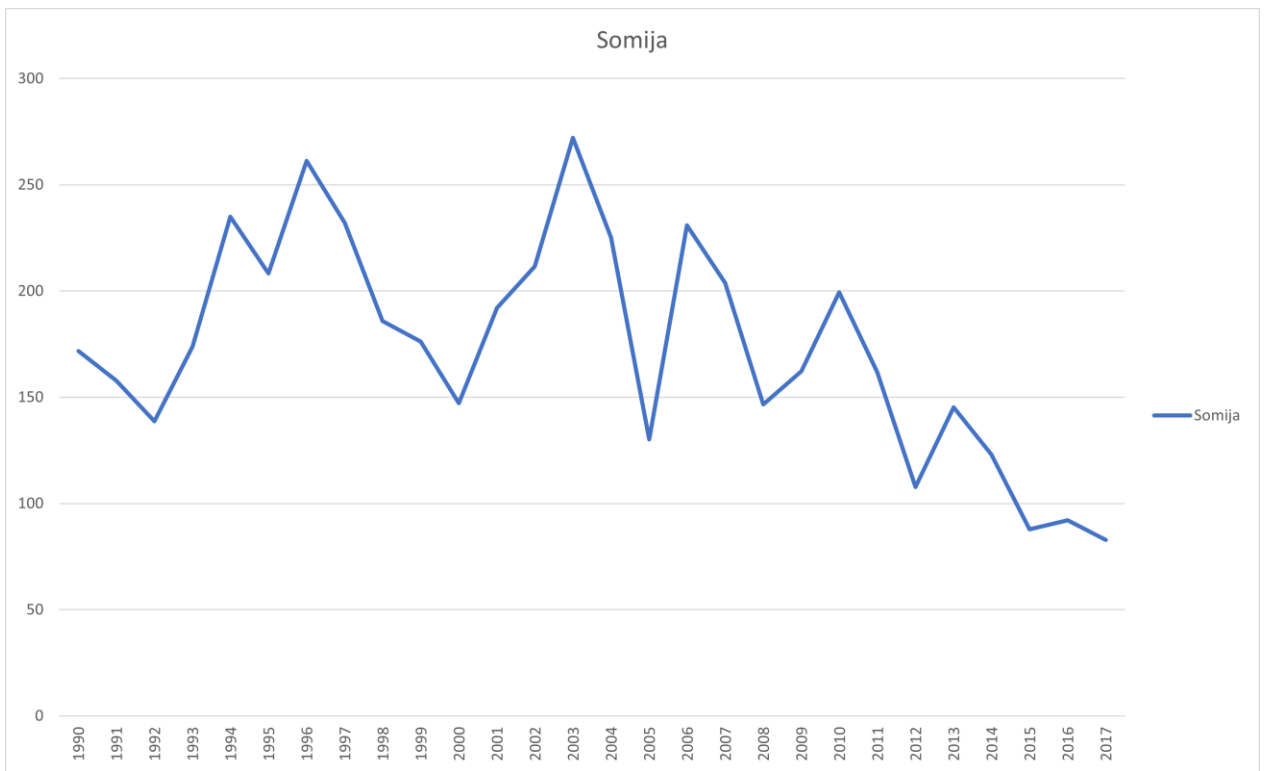
5.33. att. Horvātijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



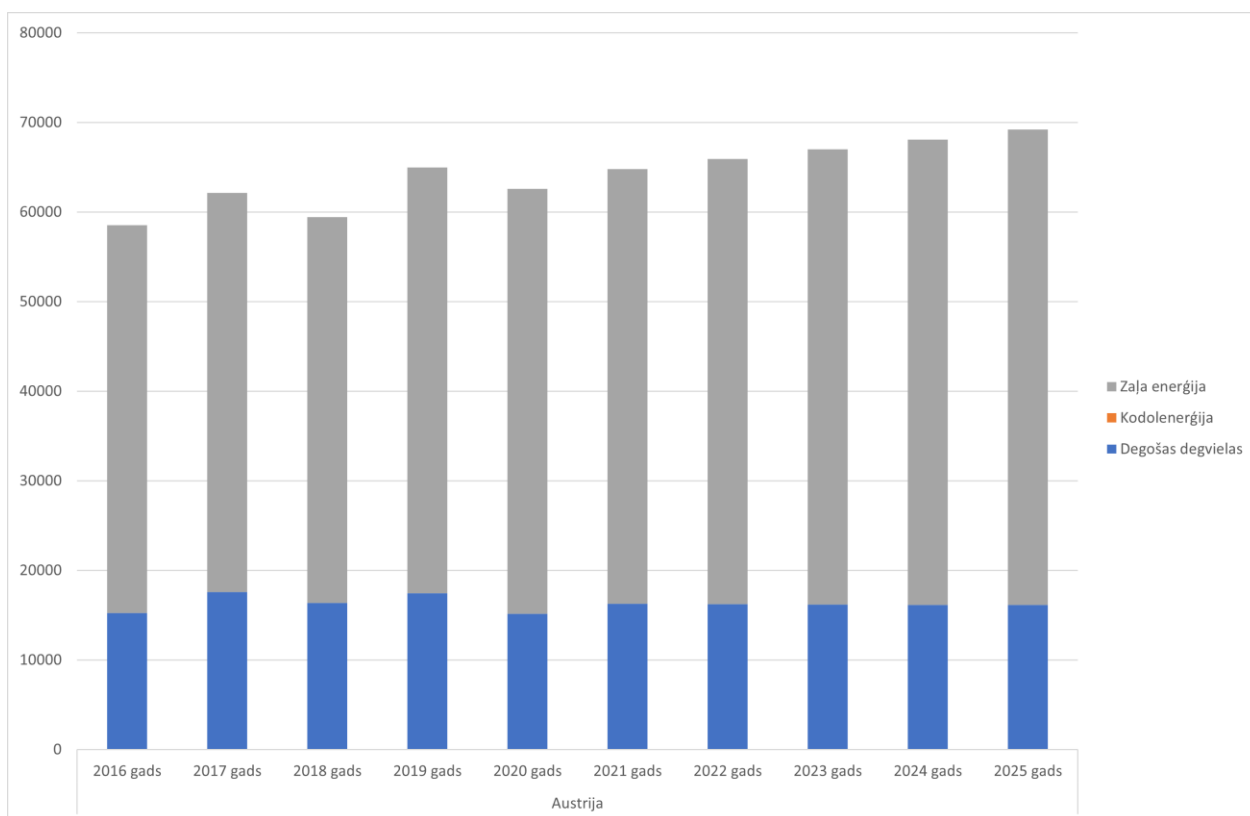
5.34. att. Beļģijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



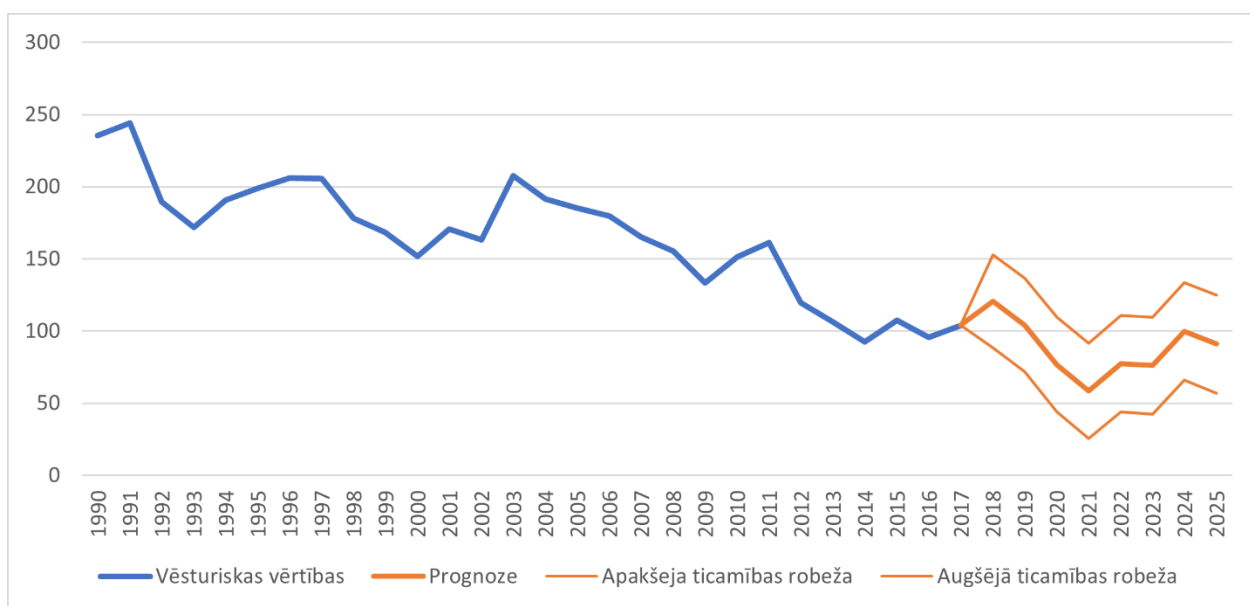
5.35. att. Slovākijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



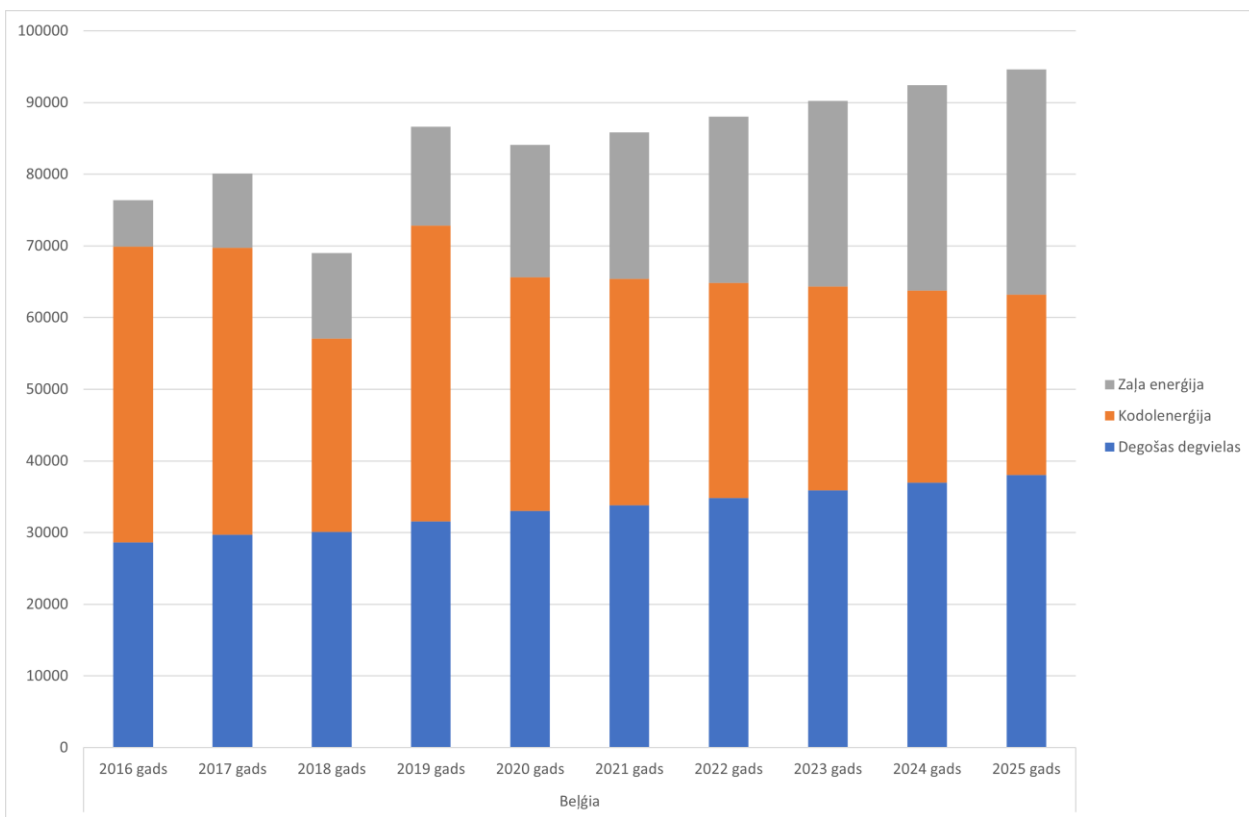
5.36. att. Somijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisijas (gCO2/kWh) [autora veidots]



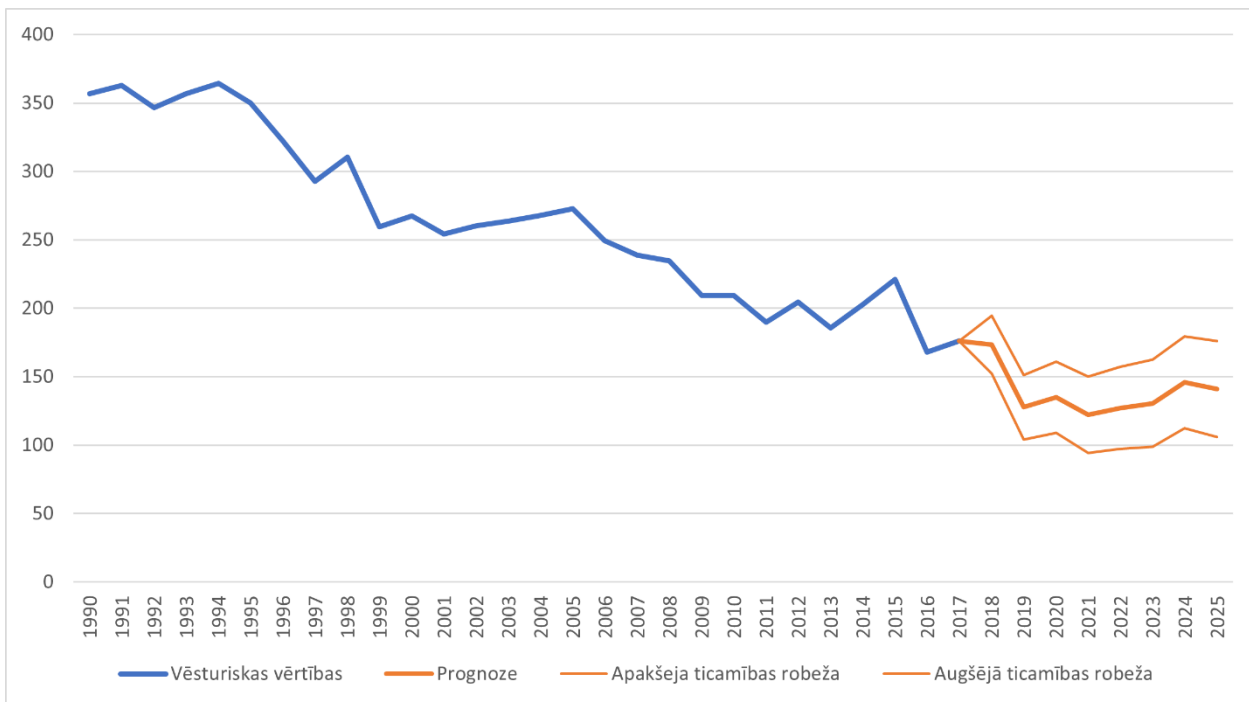
5.37. att. Austrijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



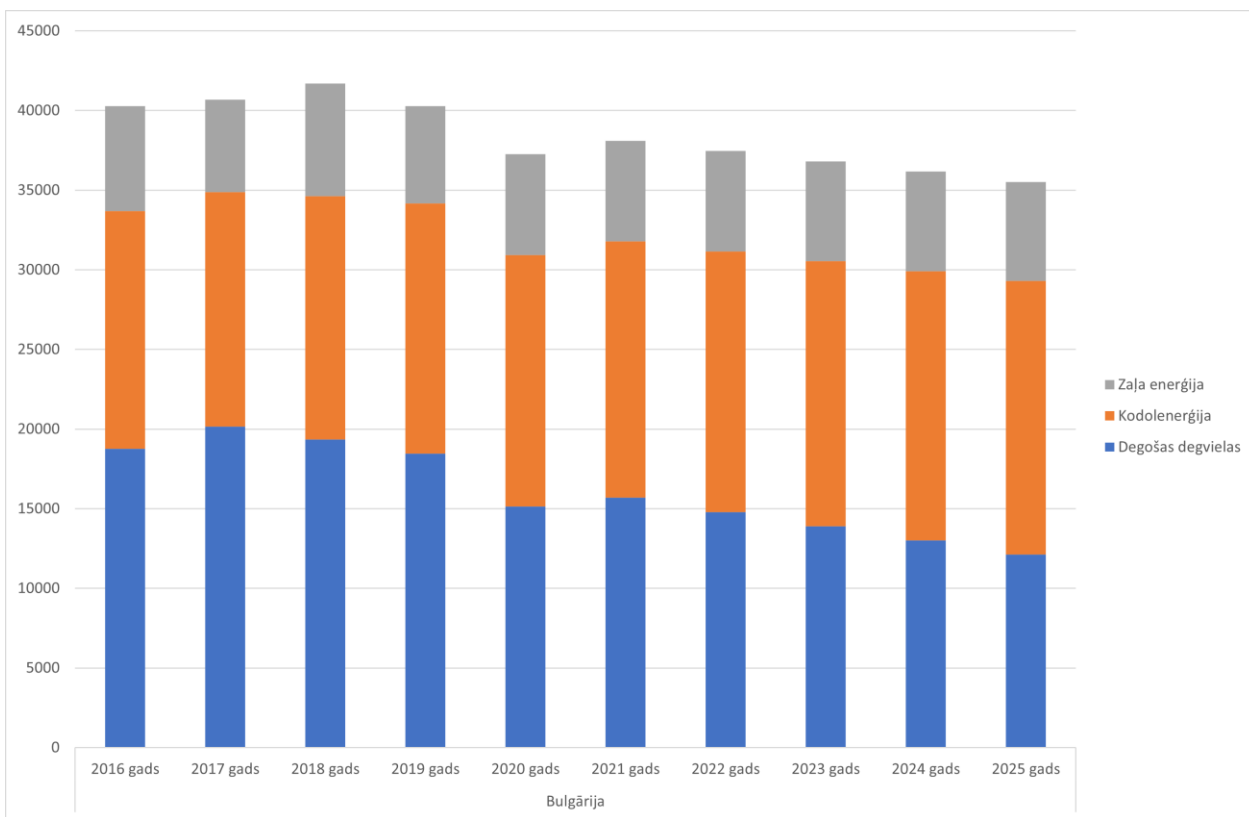
5.38. att. Austrijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



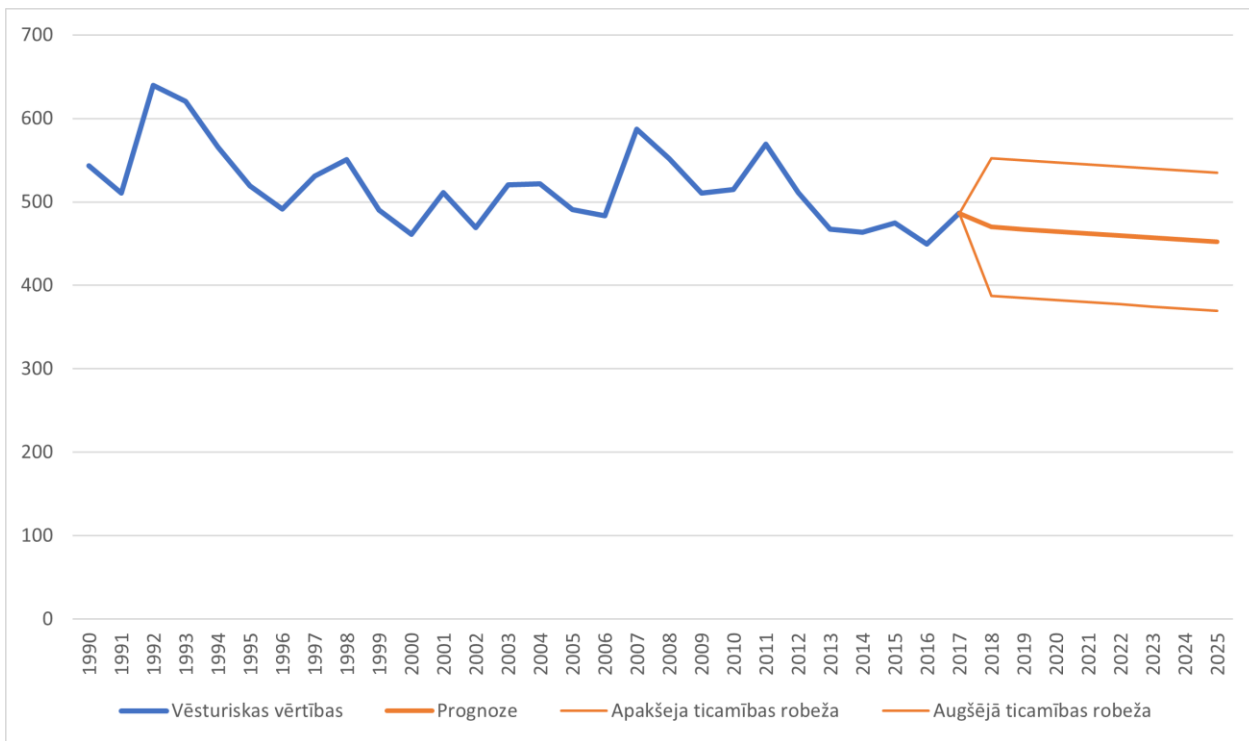
5.39. att. Beļģijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



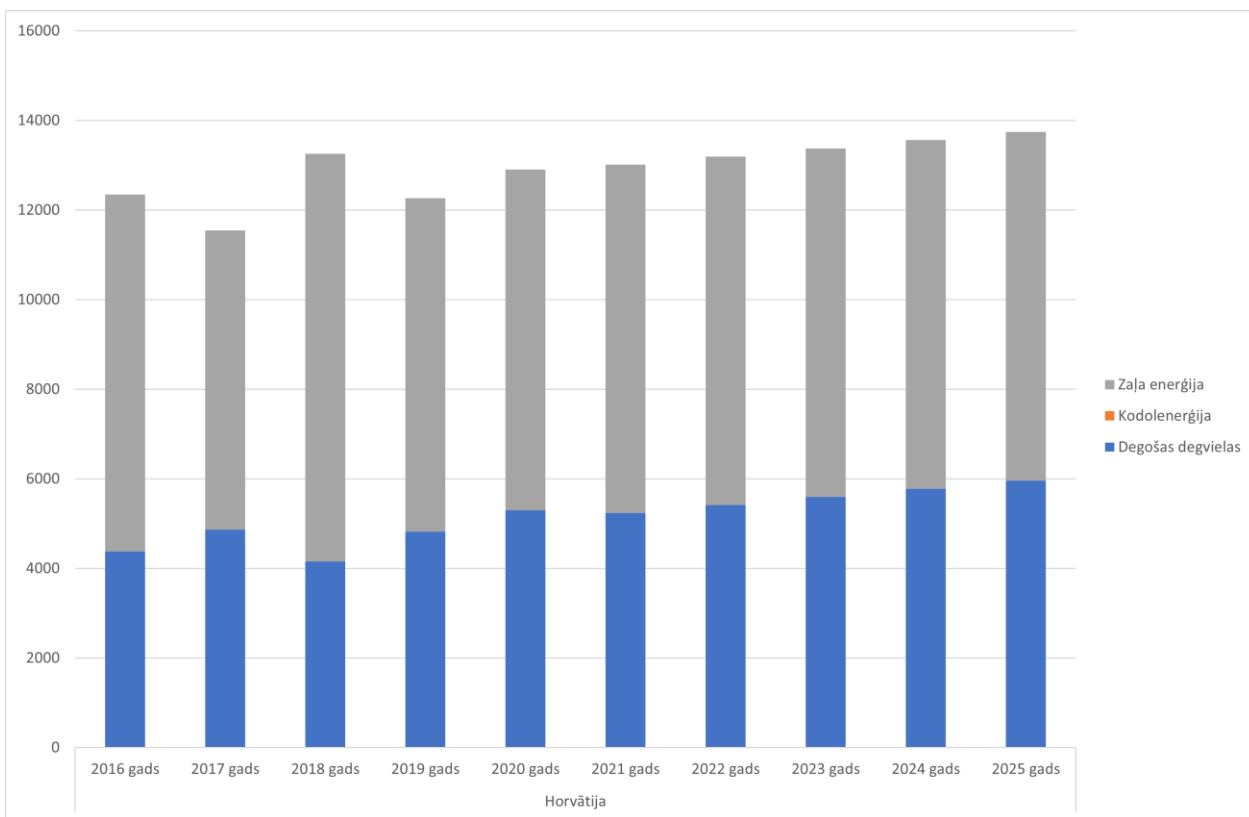
5.40. att. Beļģijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



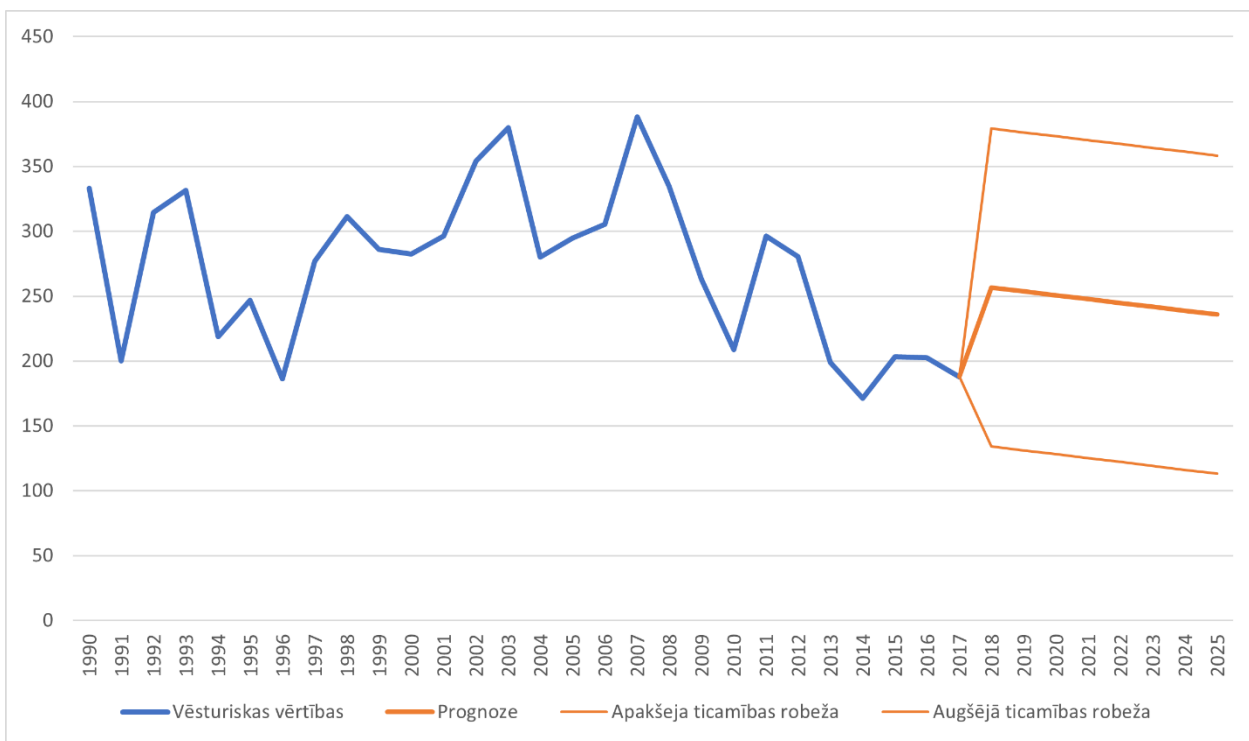
5.41. att. Bulgārijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



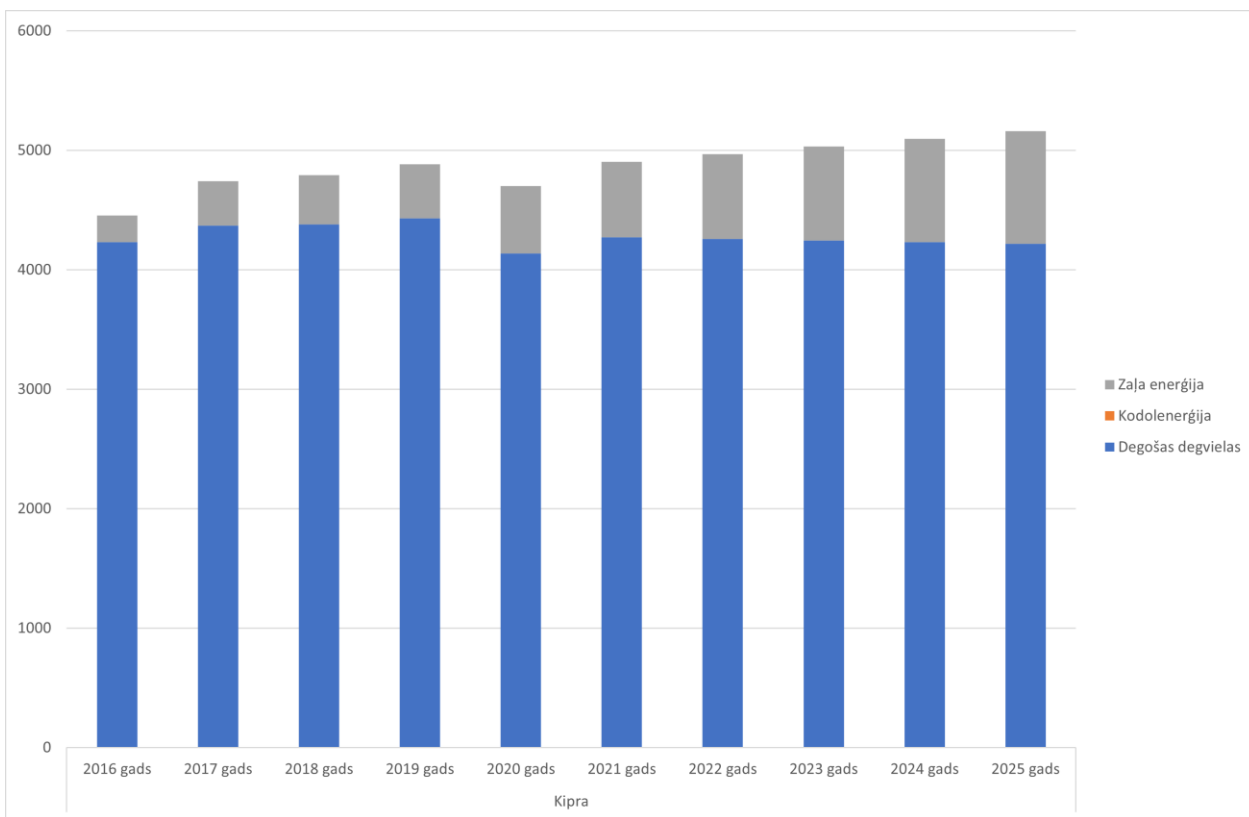
5.42. att. Bulgārijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



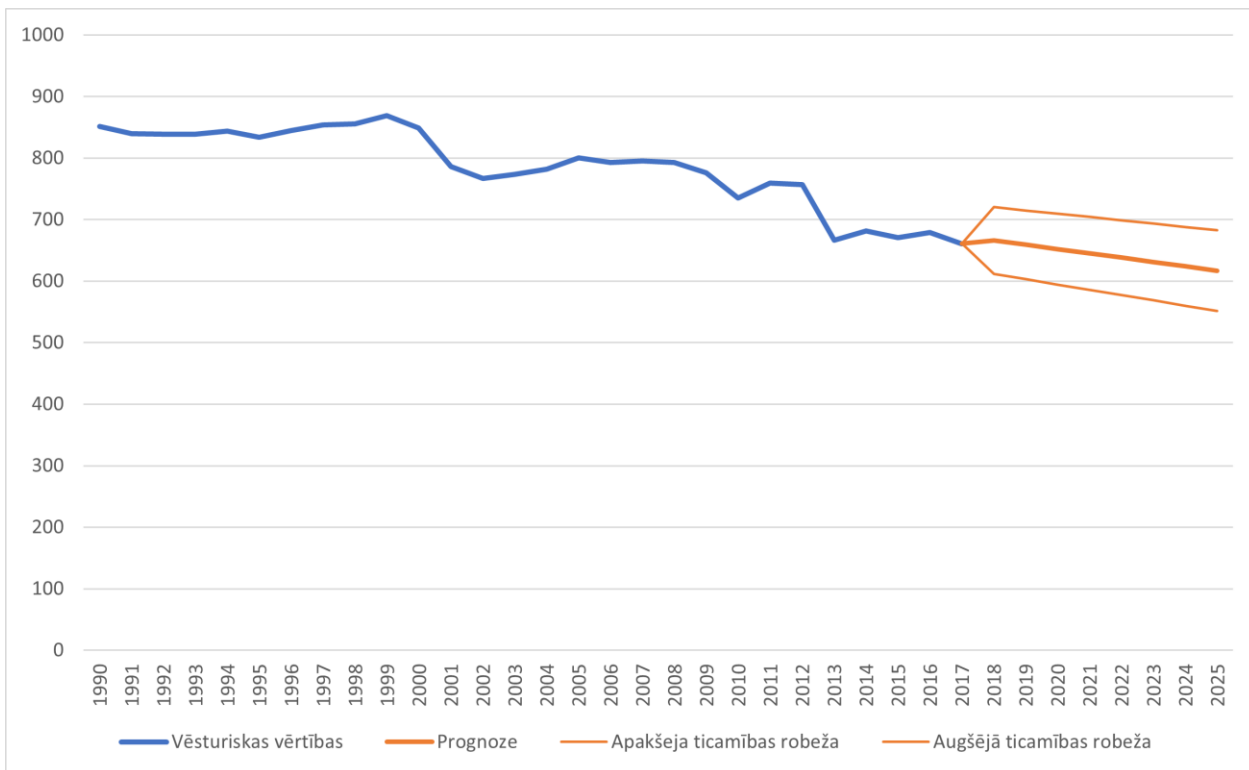
5.43. att. Horvātijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



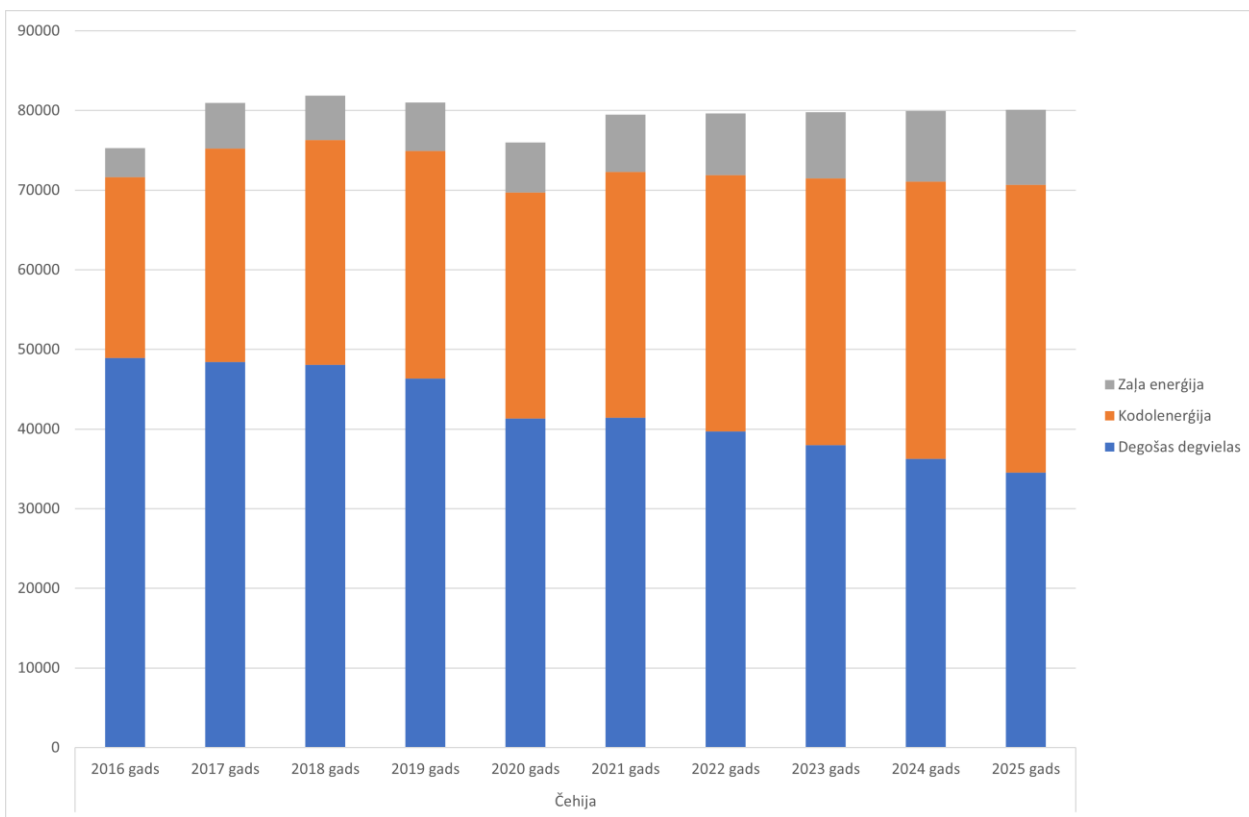
5.44. att. Horvātijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



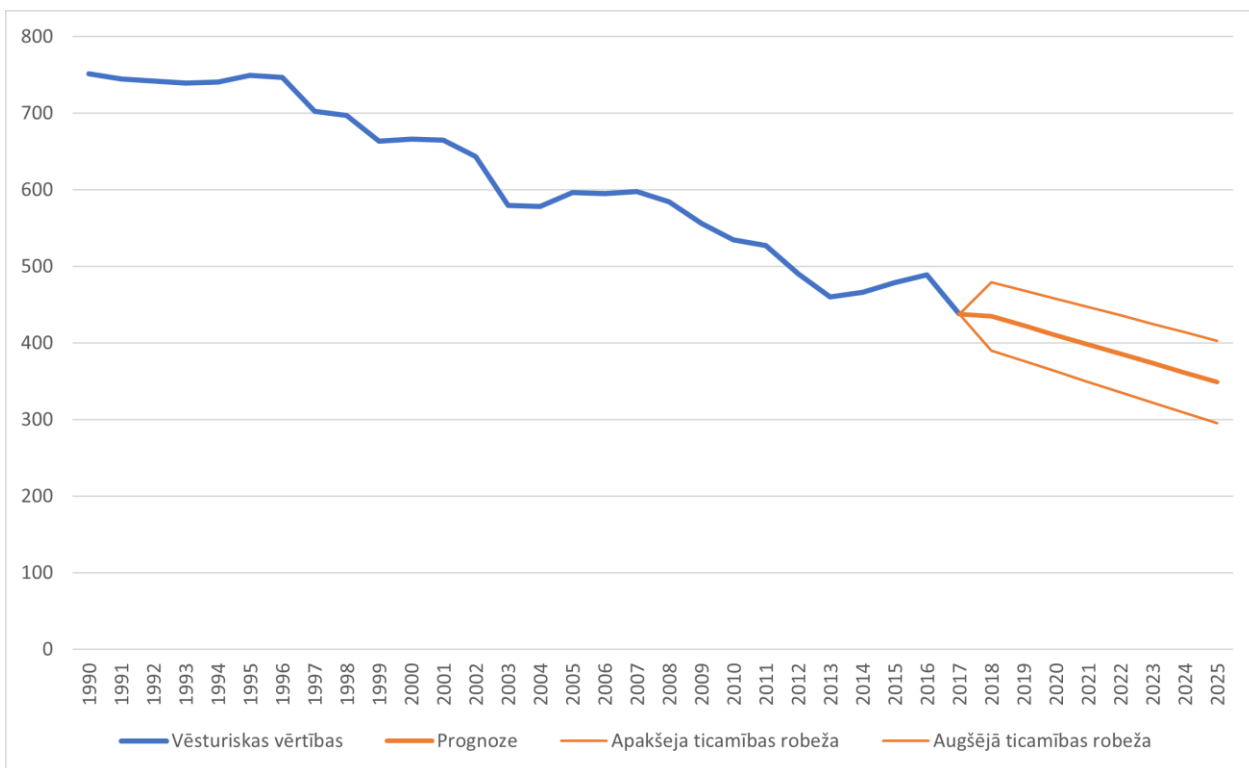
5.45. att. Kipras elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



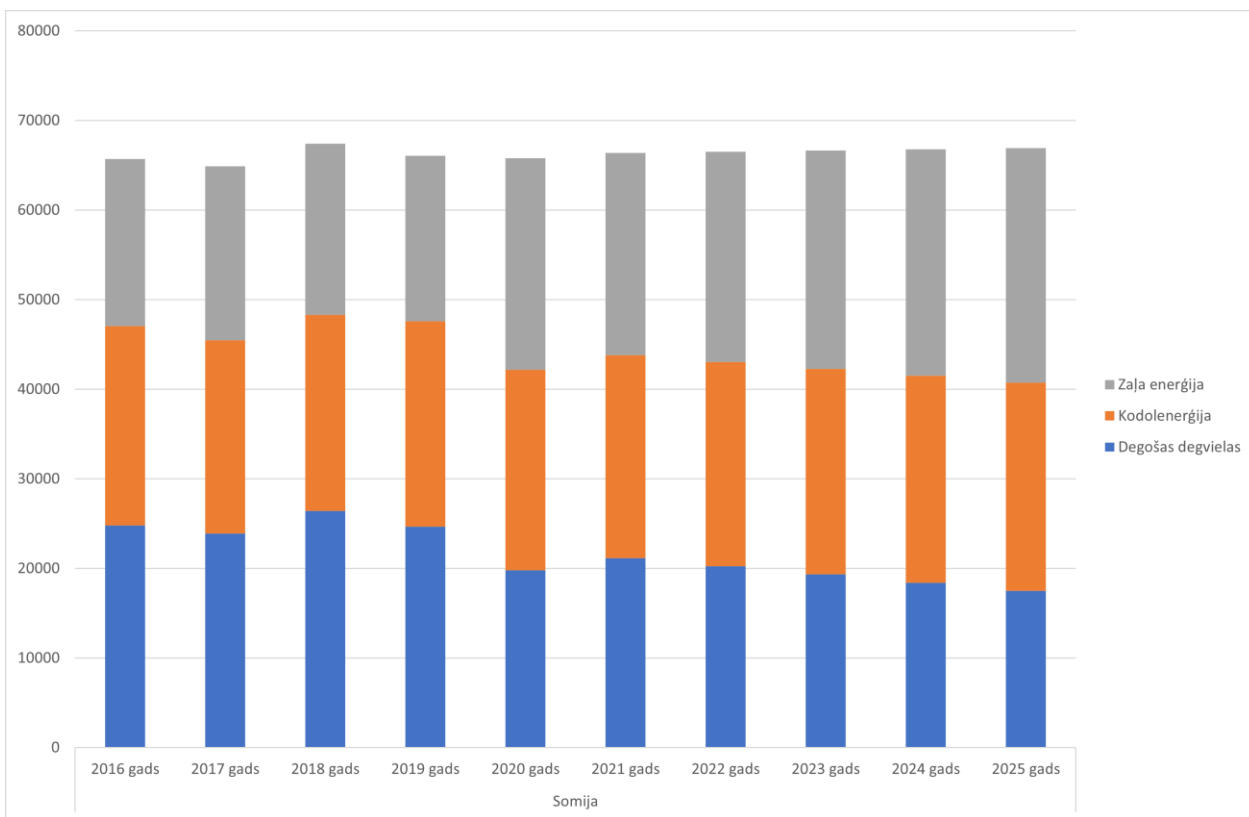
5.46. att. Kipras elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



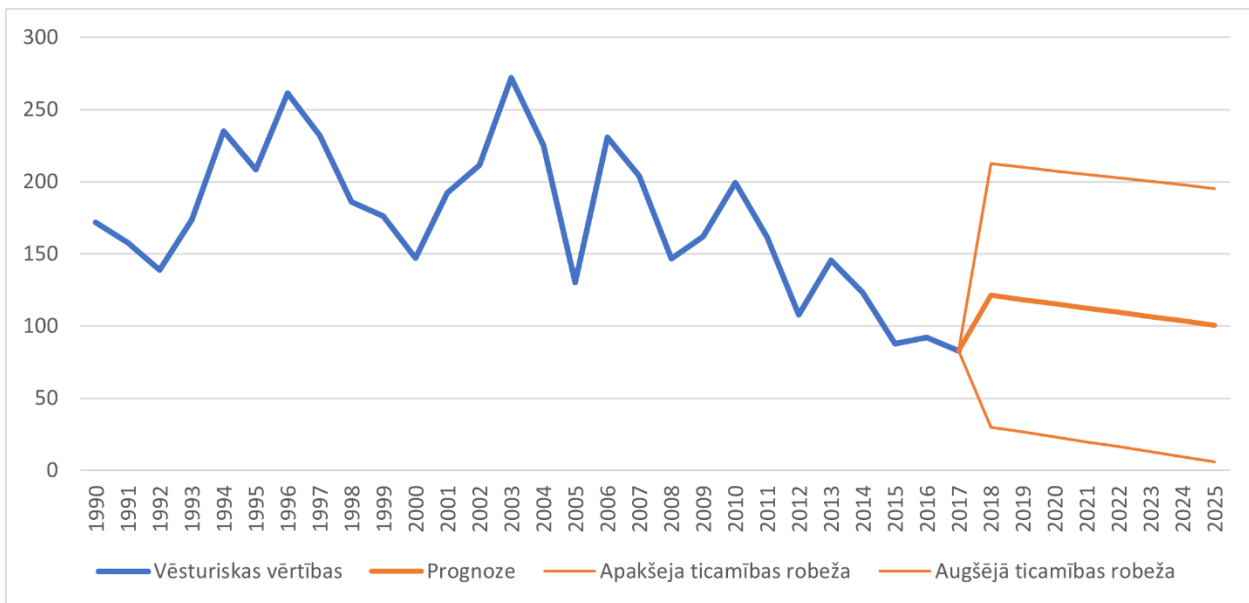
5.47. att. Čehijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



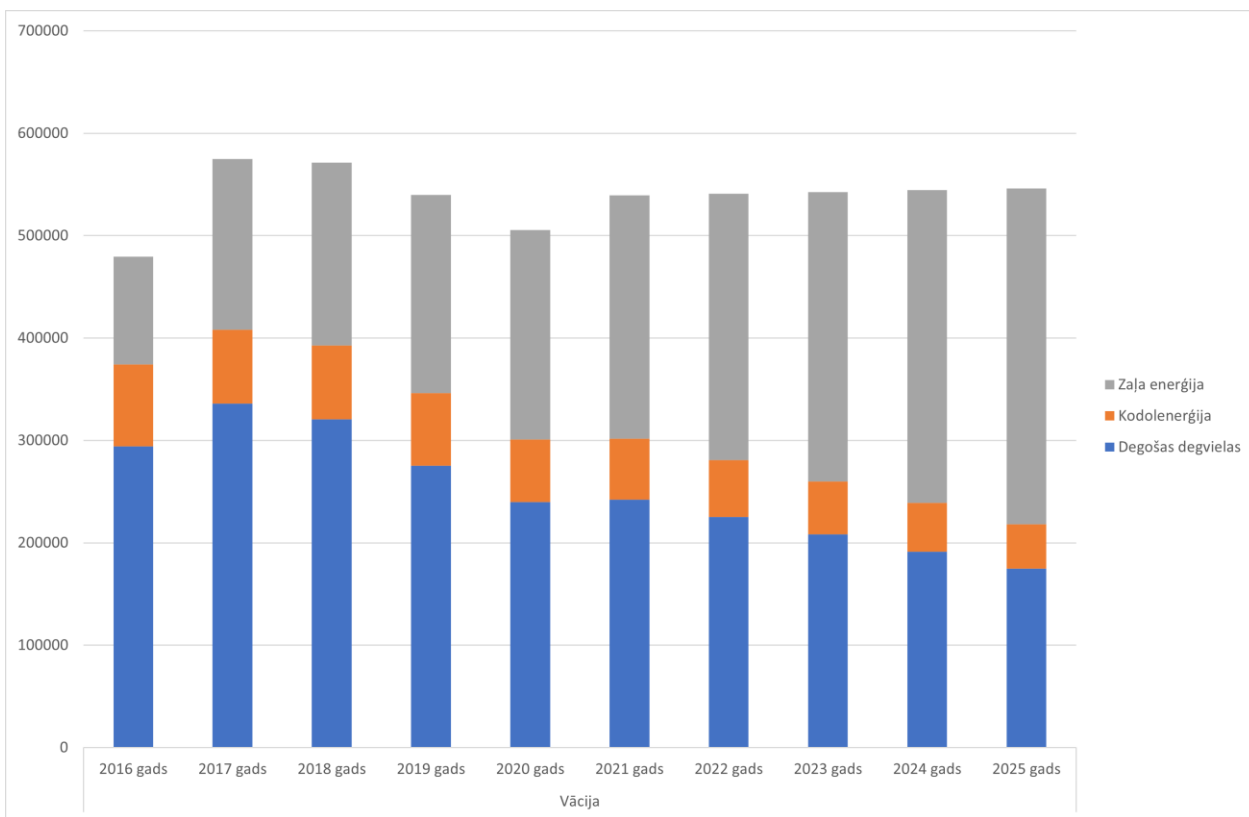
5.48. att. Čehijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



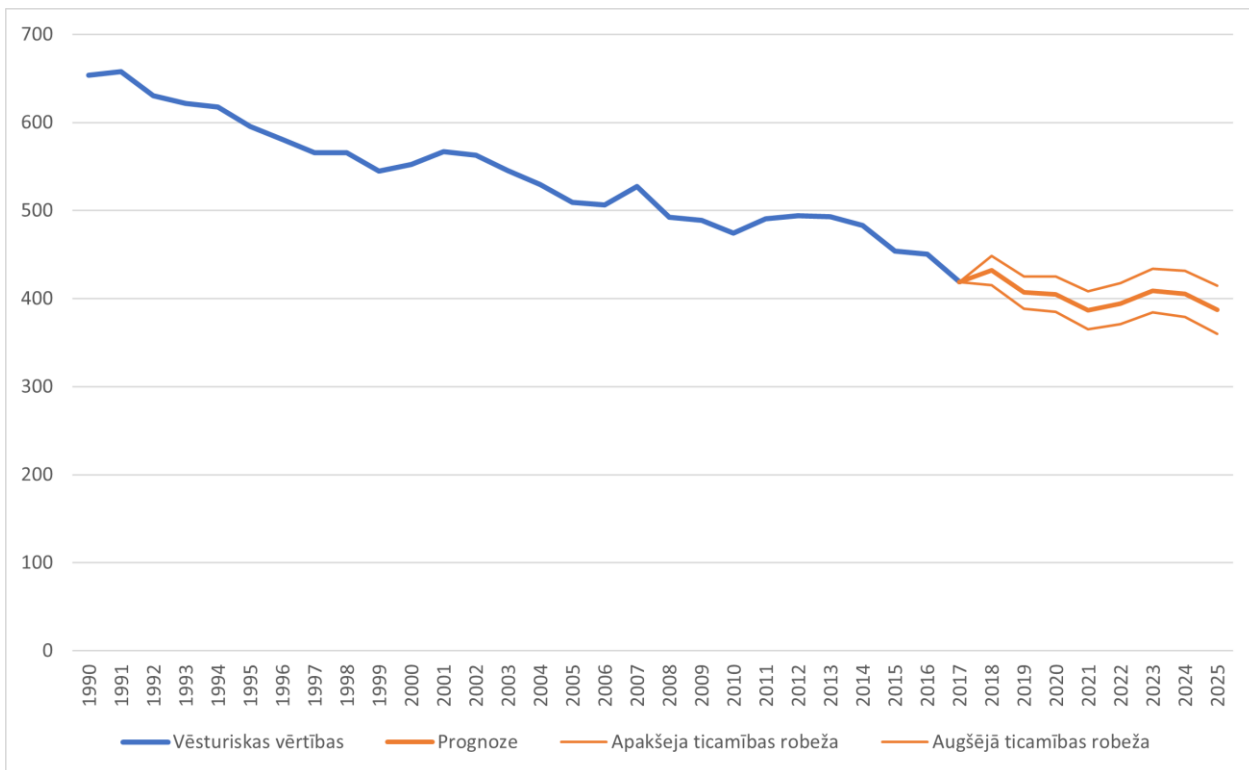
5.49. att. Somijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



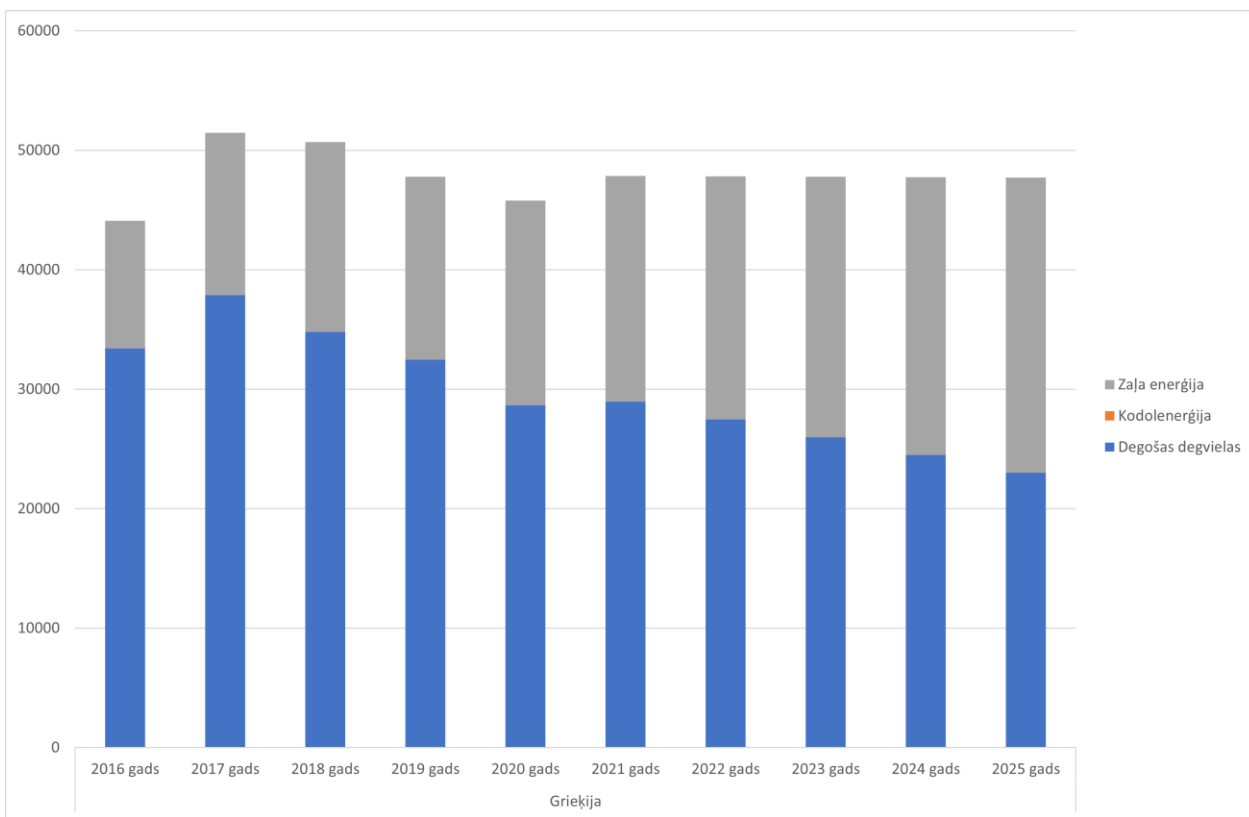
5.50. att. Somijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



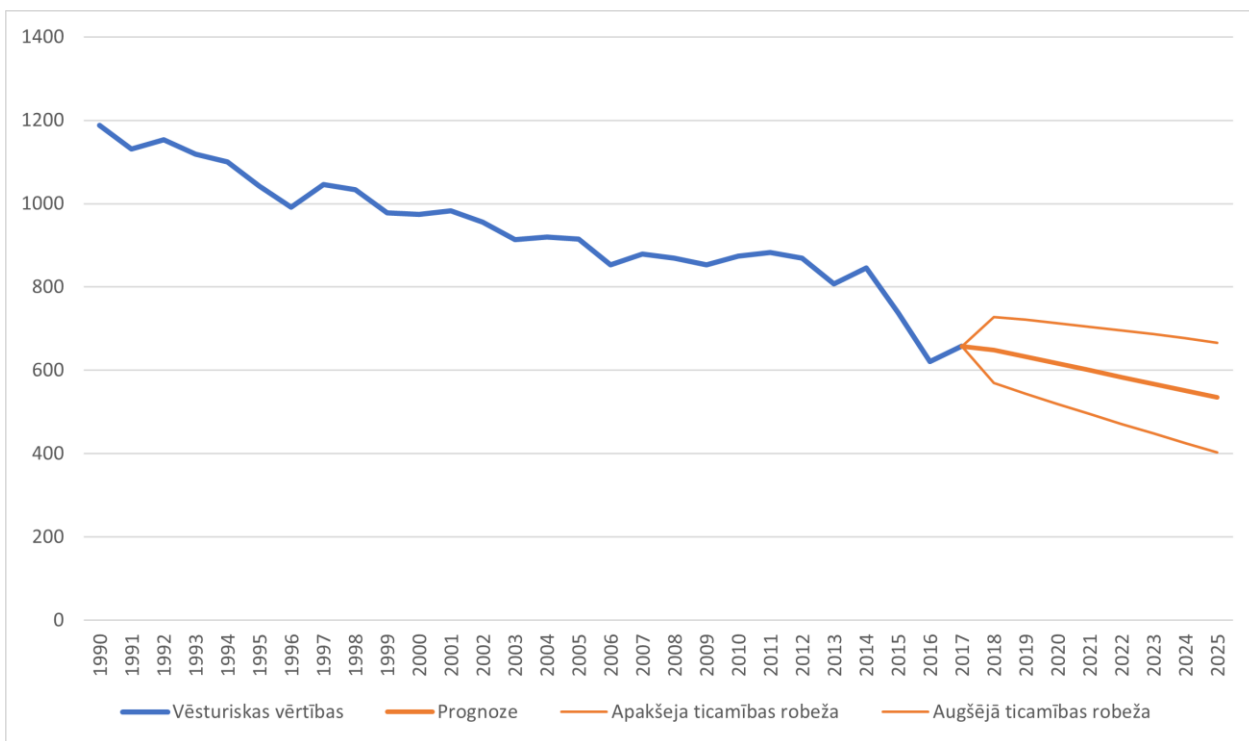
5.51. att. Vācijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



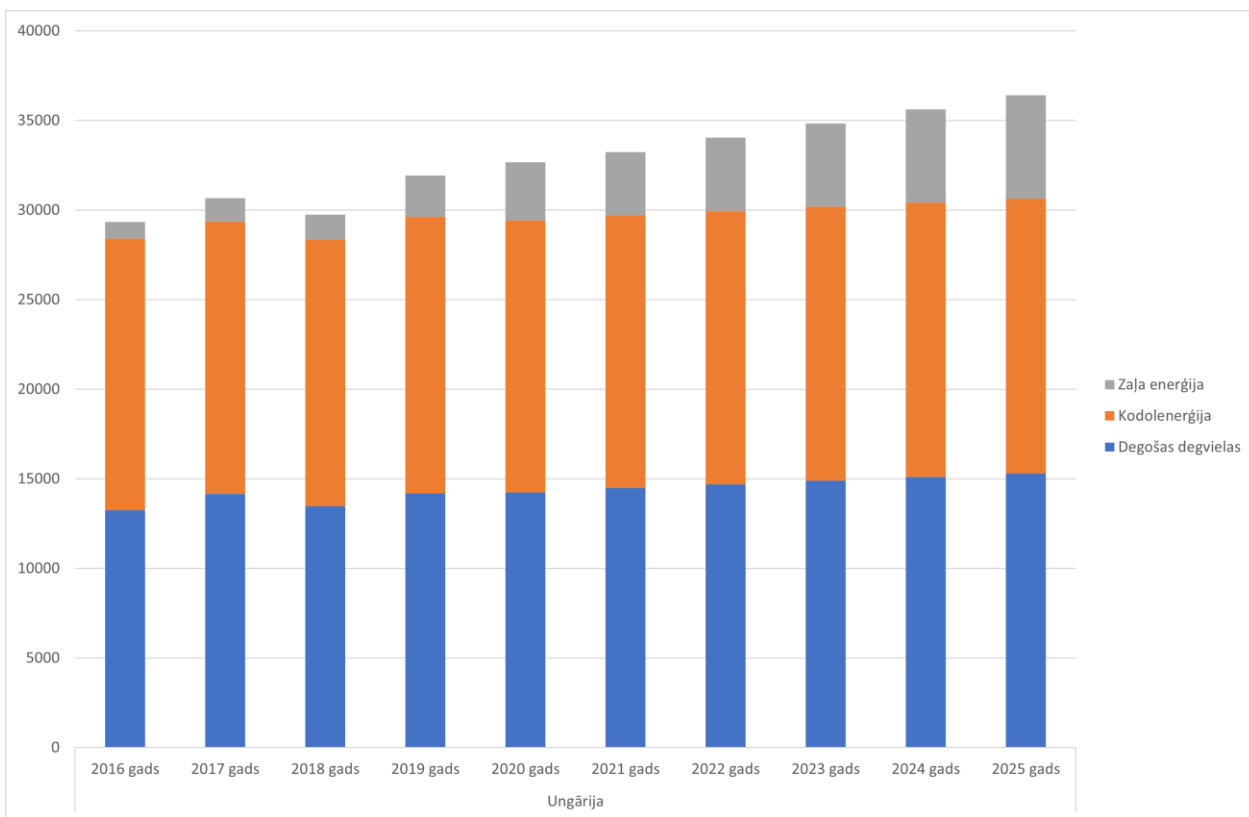
5.52. att. Vācijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



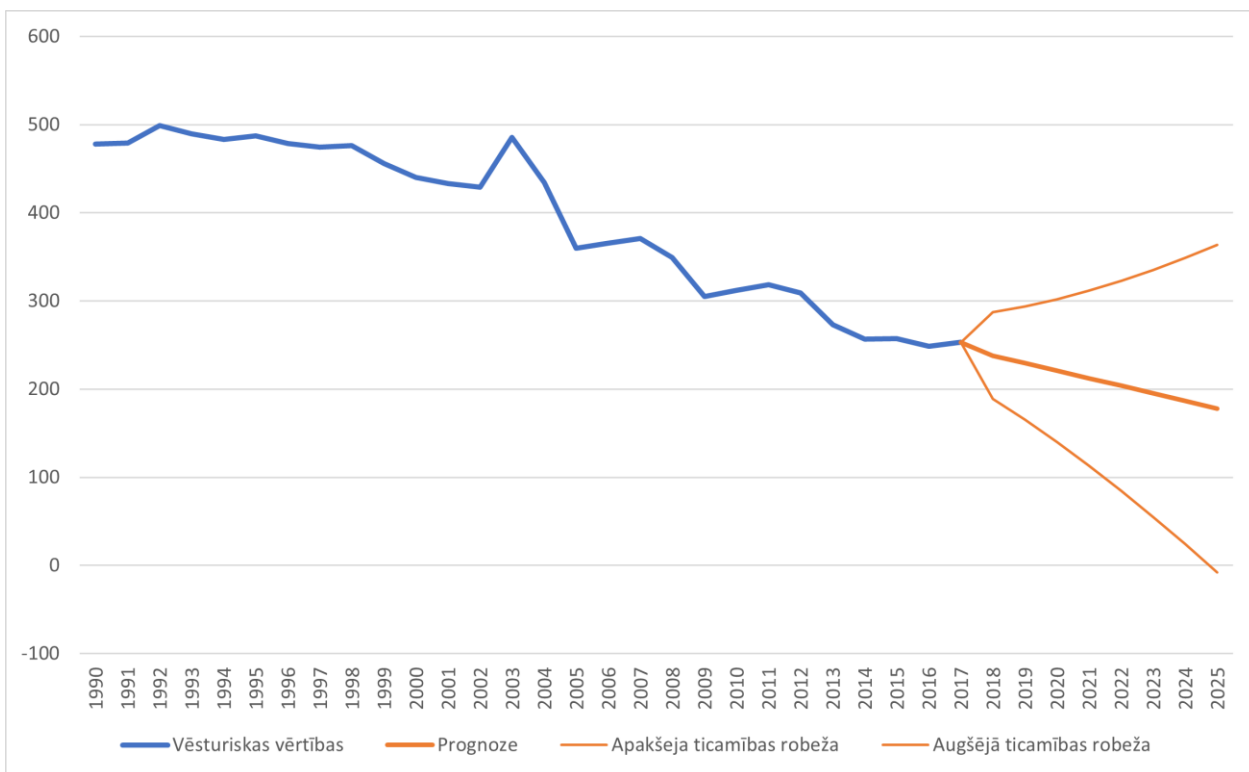
5.53. att. Grieķijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



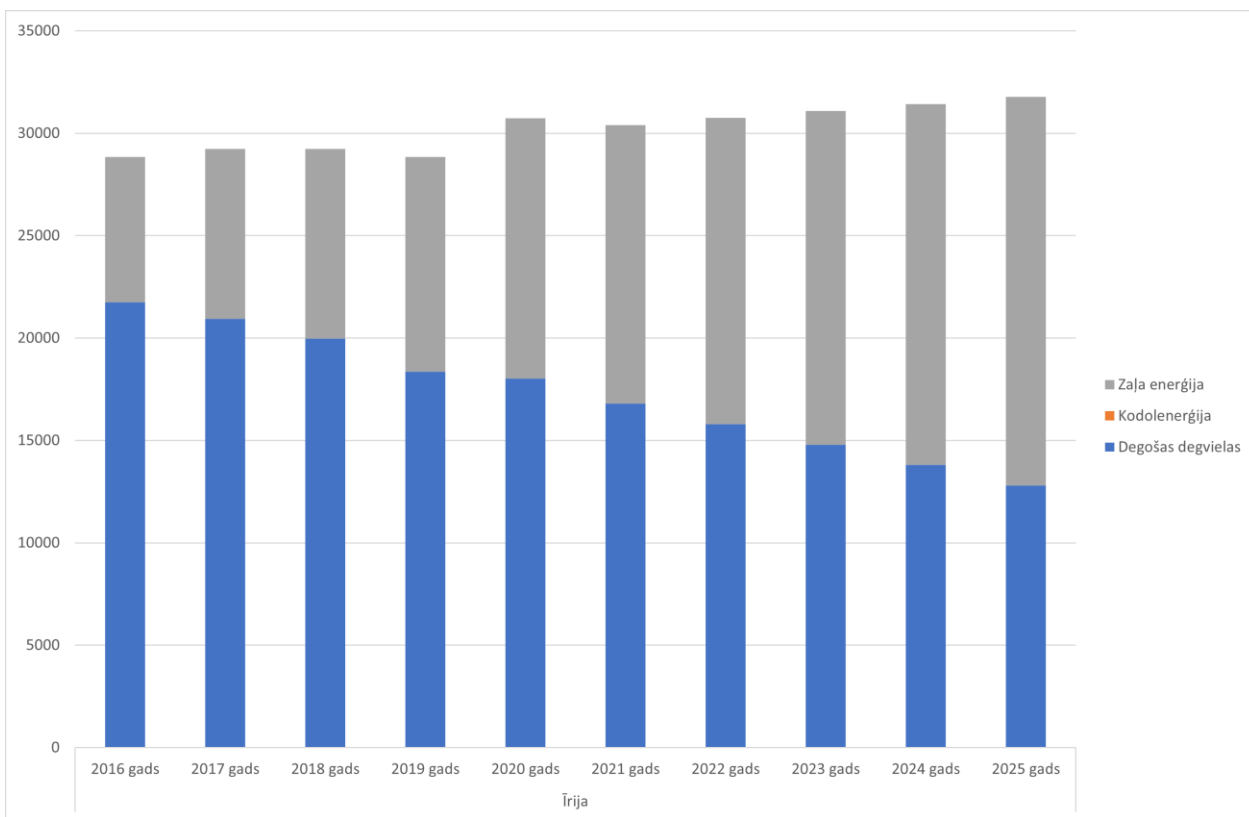
5.54. att. Grieķijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



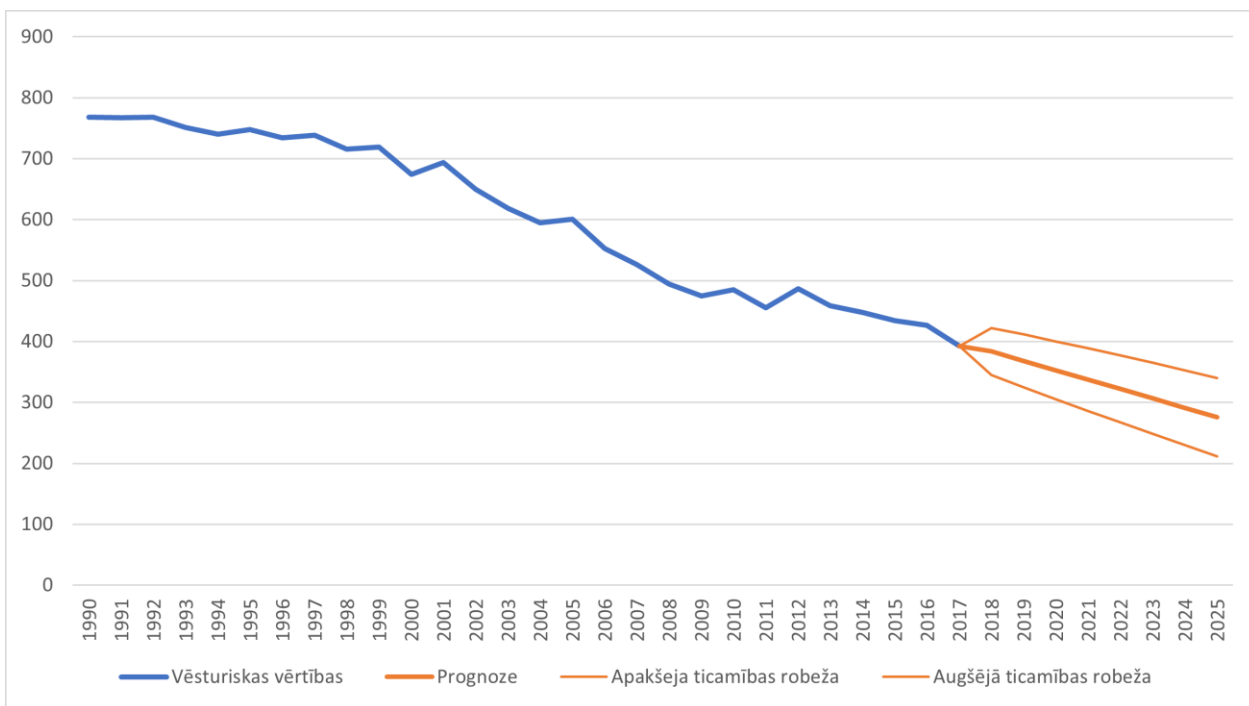
5.55. att. Ungārijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



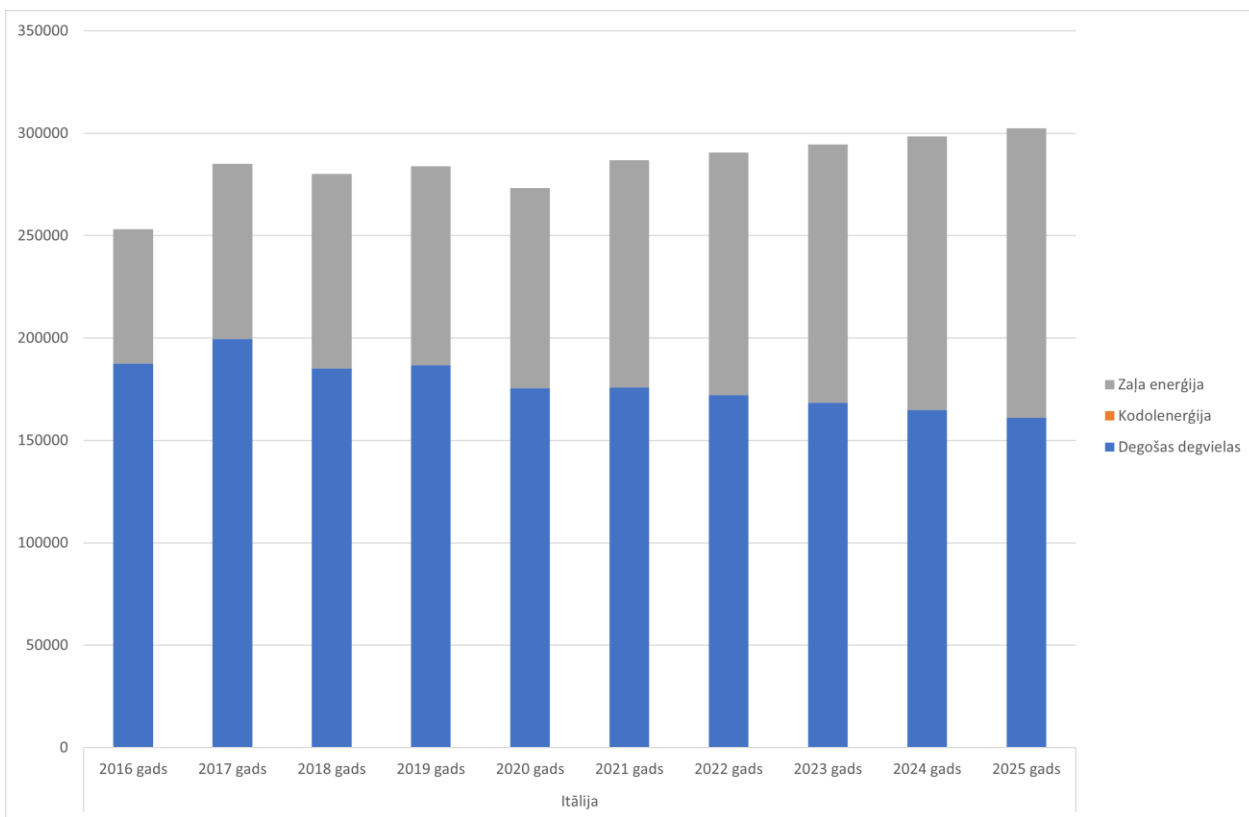
5.56. att. Ungārijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



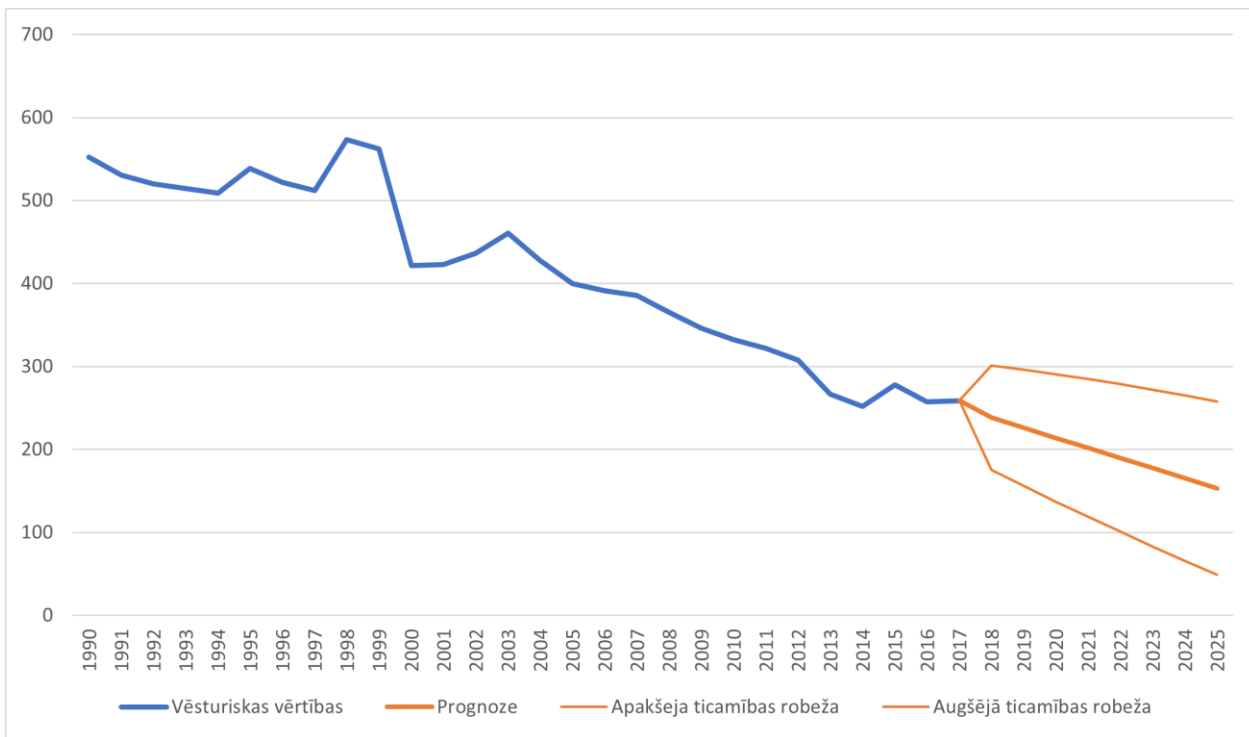
5.57. att. Īrijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



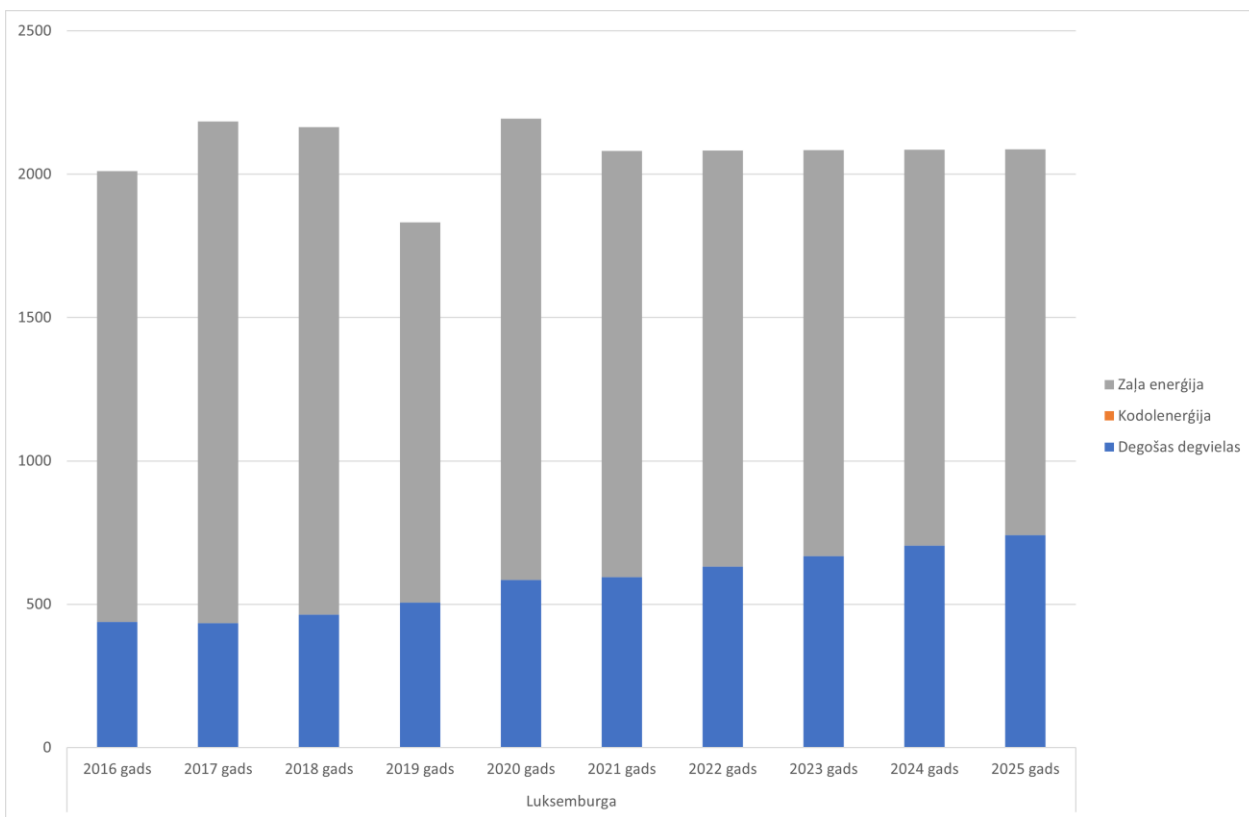
5.58. att. Īrijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



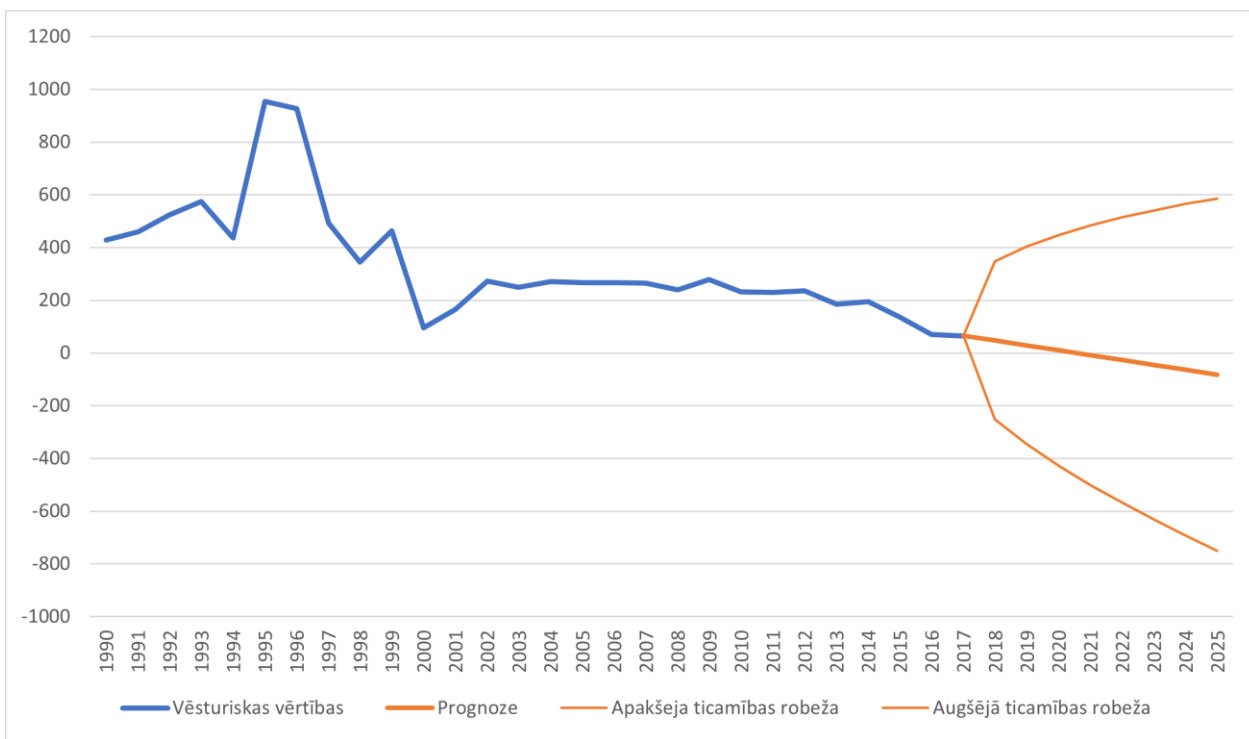
5.59. att. Itālijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



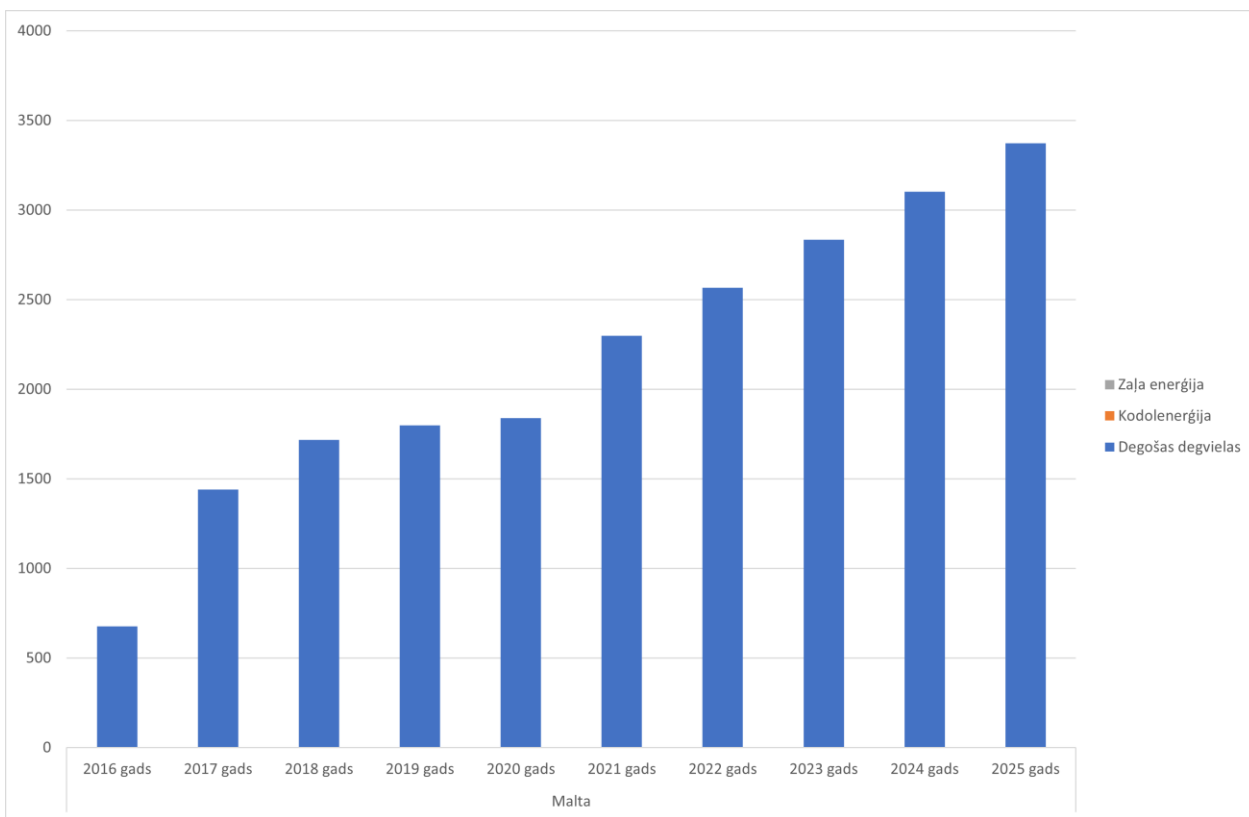
5.60. att. Itālijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



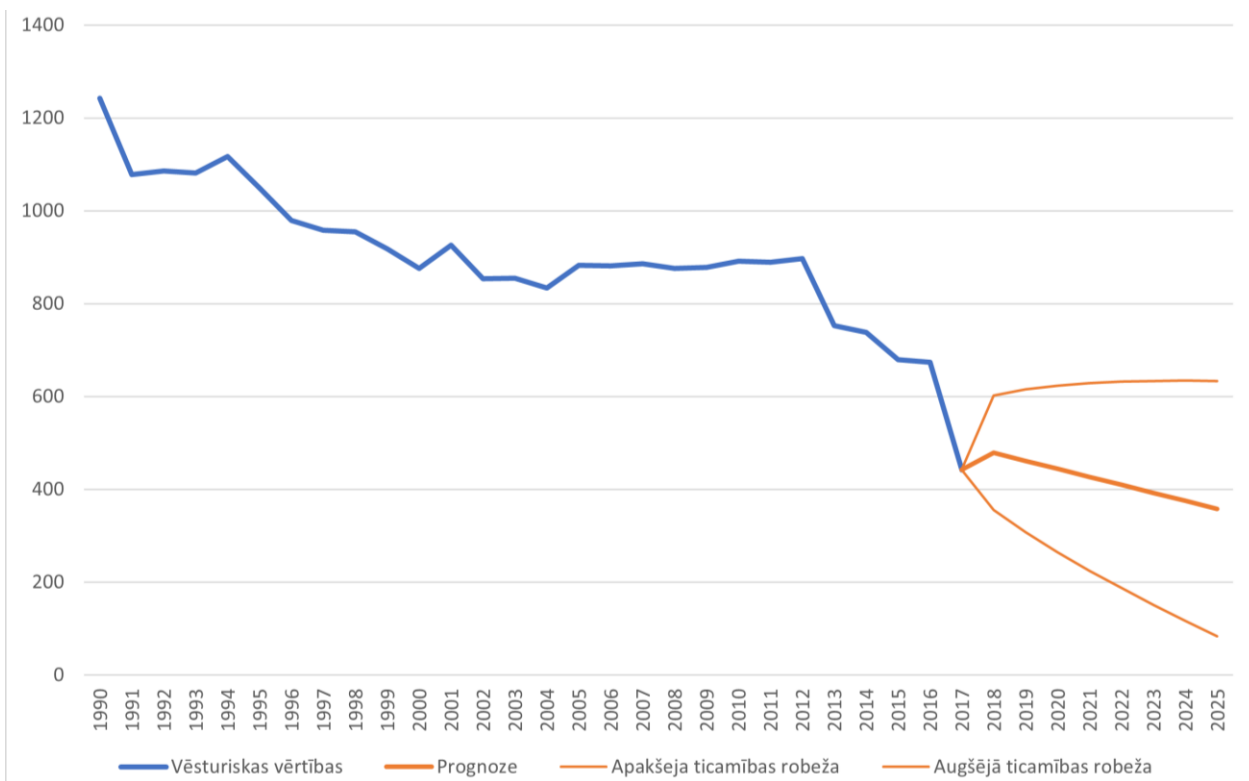
5.61. att. Luksemburgas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



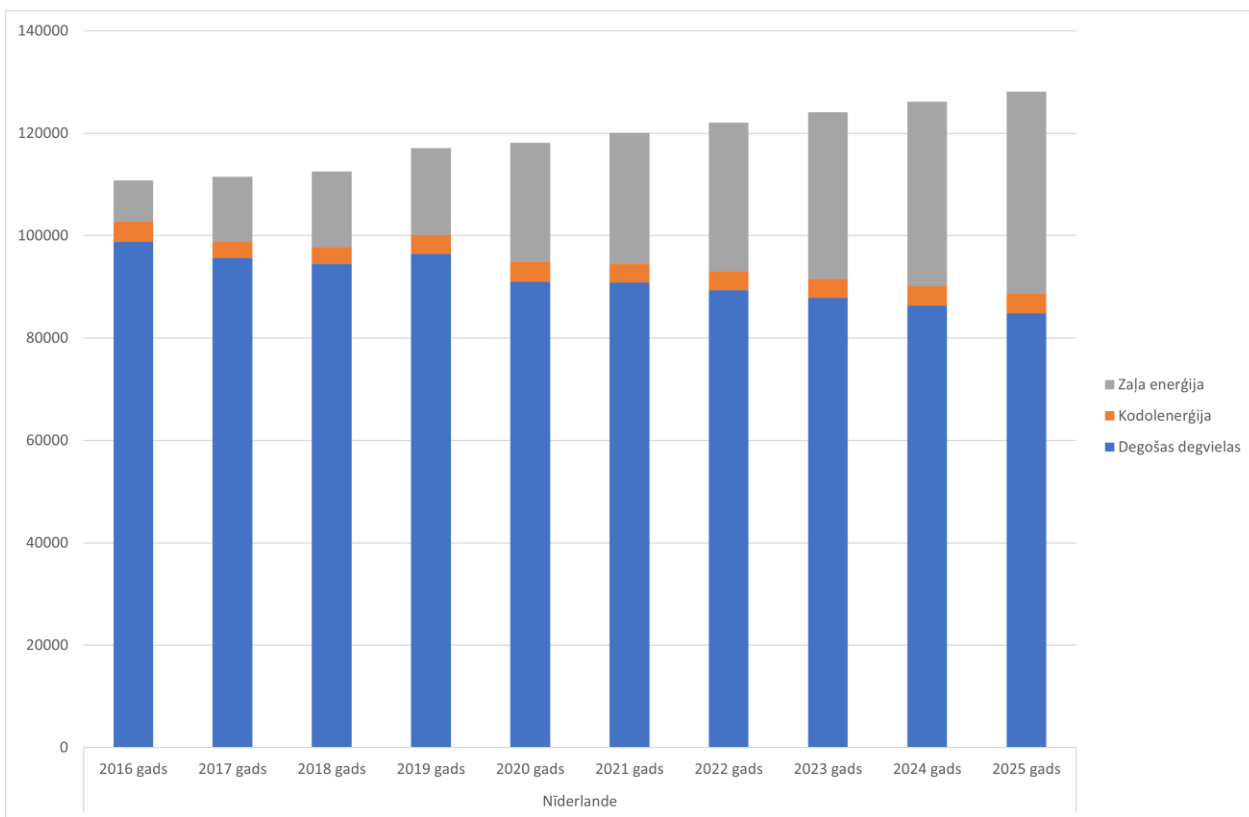
5.62. att. Luksemburgas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



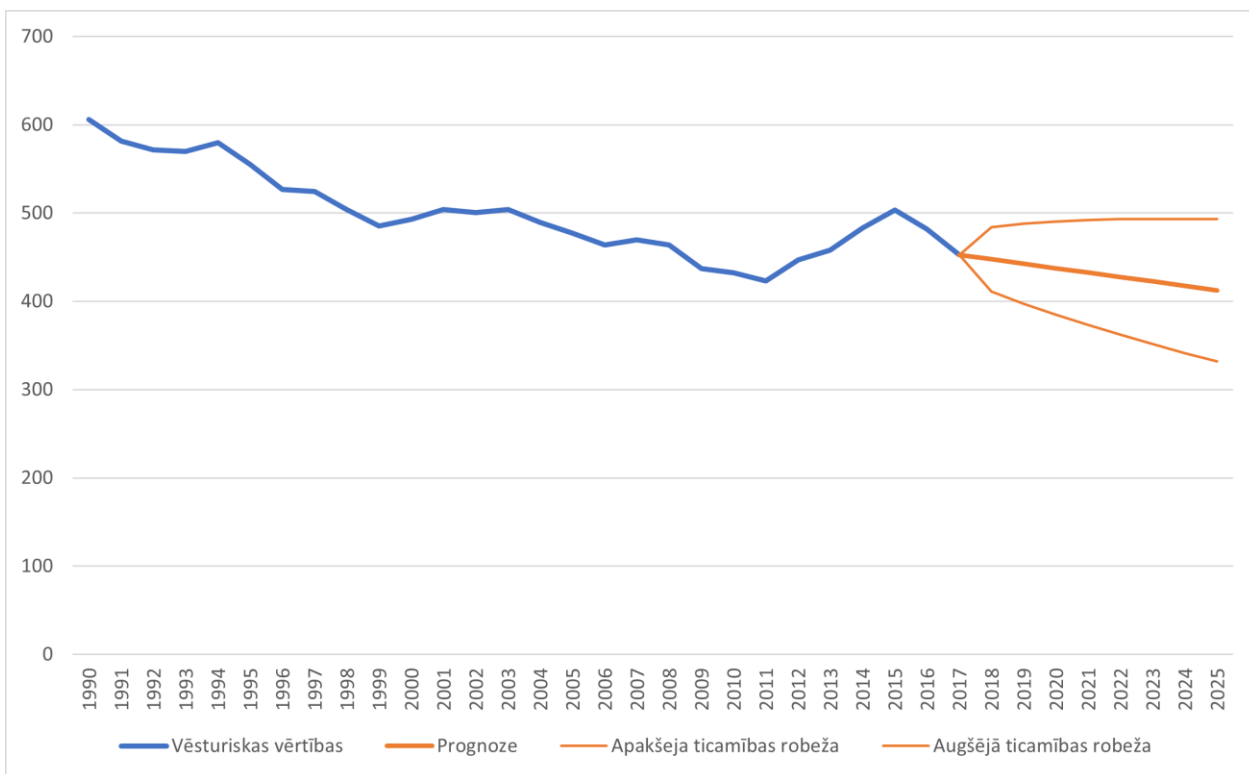
5.63. att. Maltas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



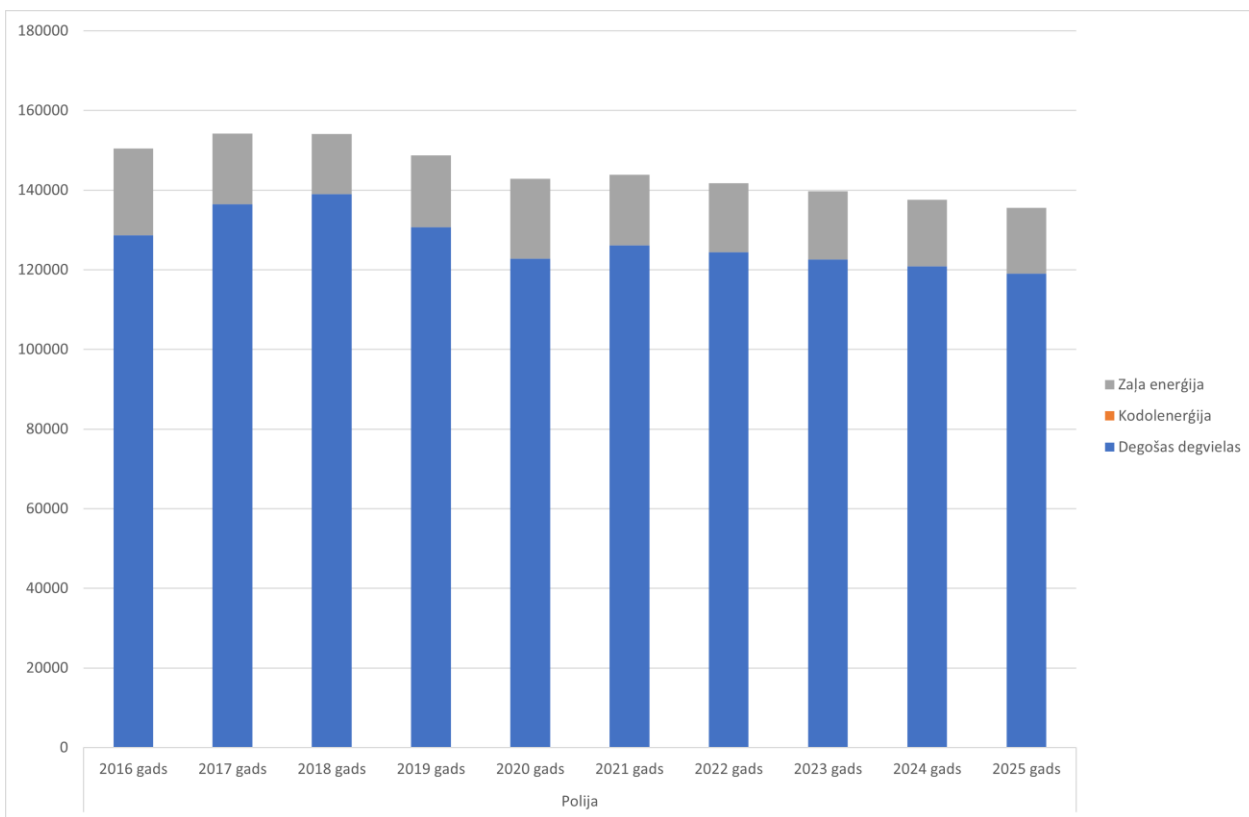
5.64. att. Maltas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



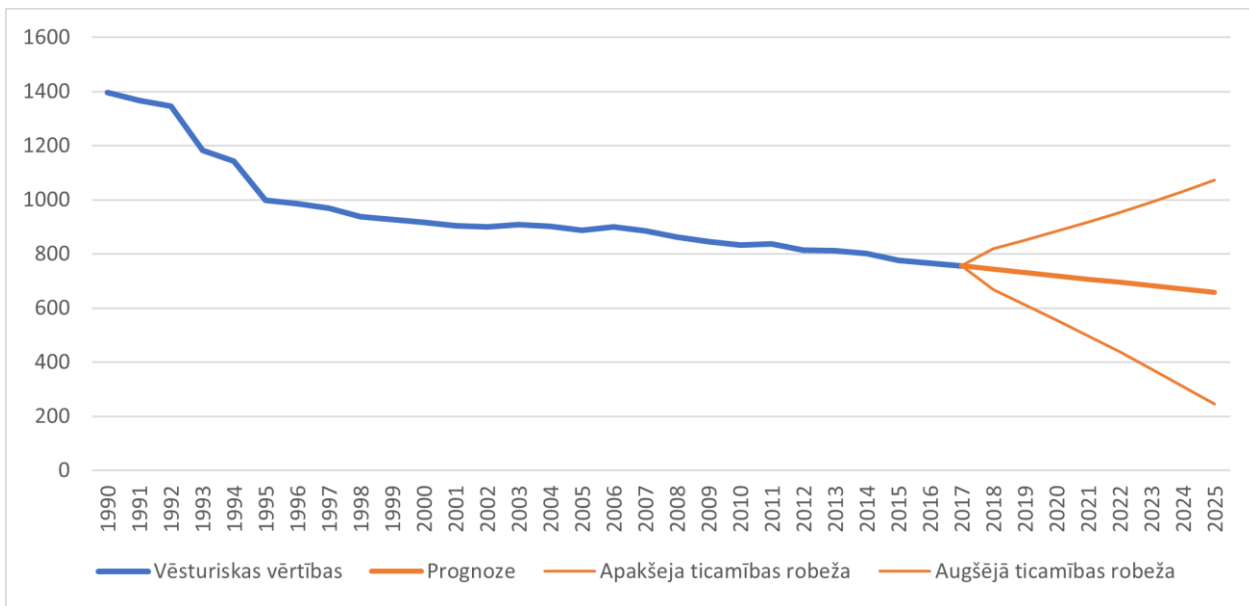
5.65. att. Nīderlandes elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



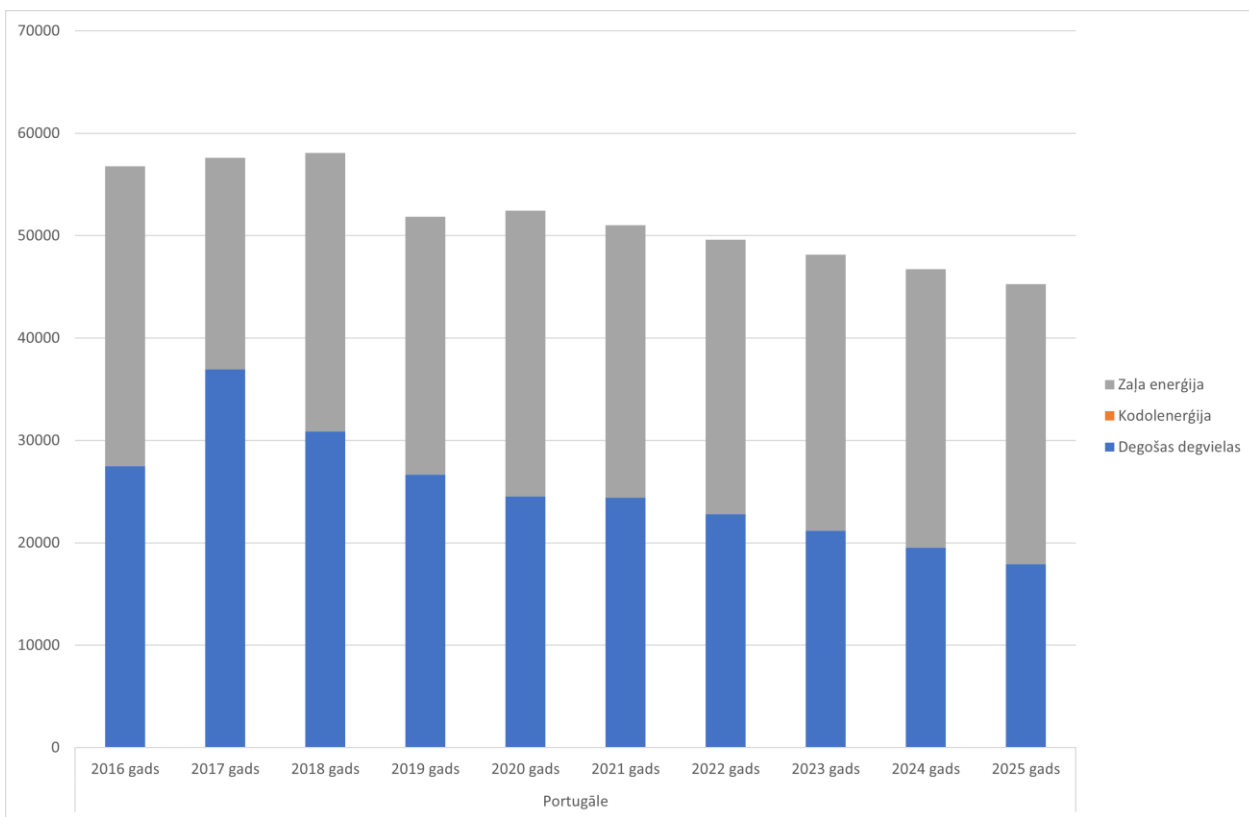
5.66. att. Nīderlandes elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



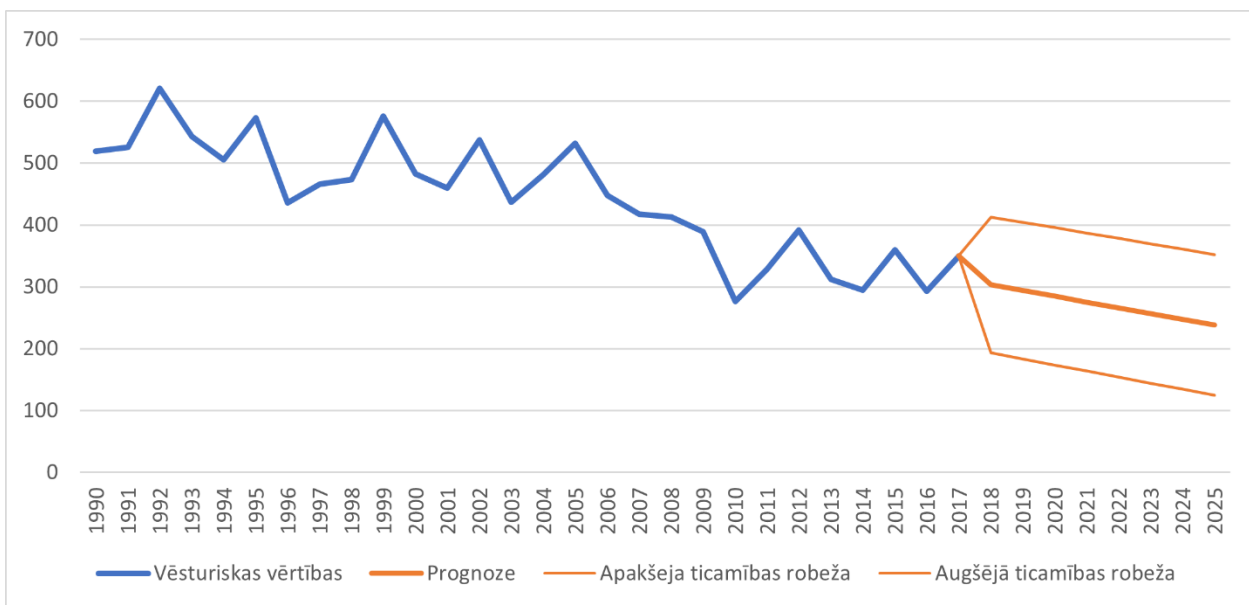
5.67. att. Polijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



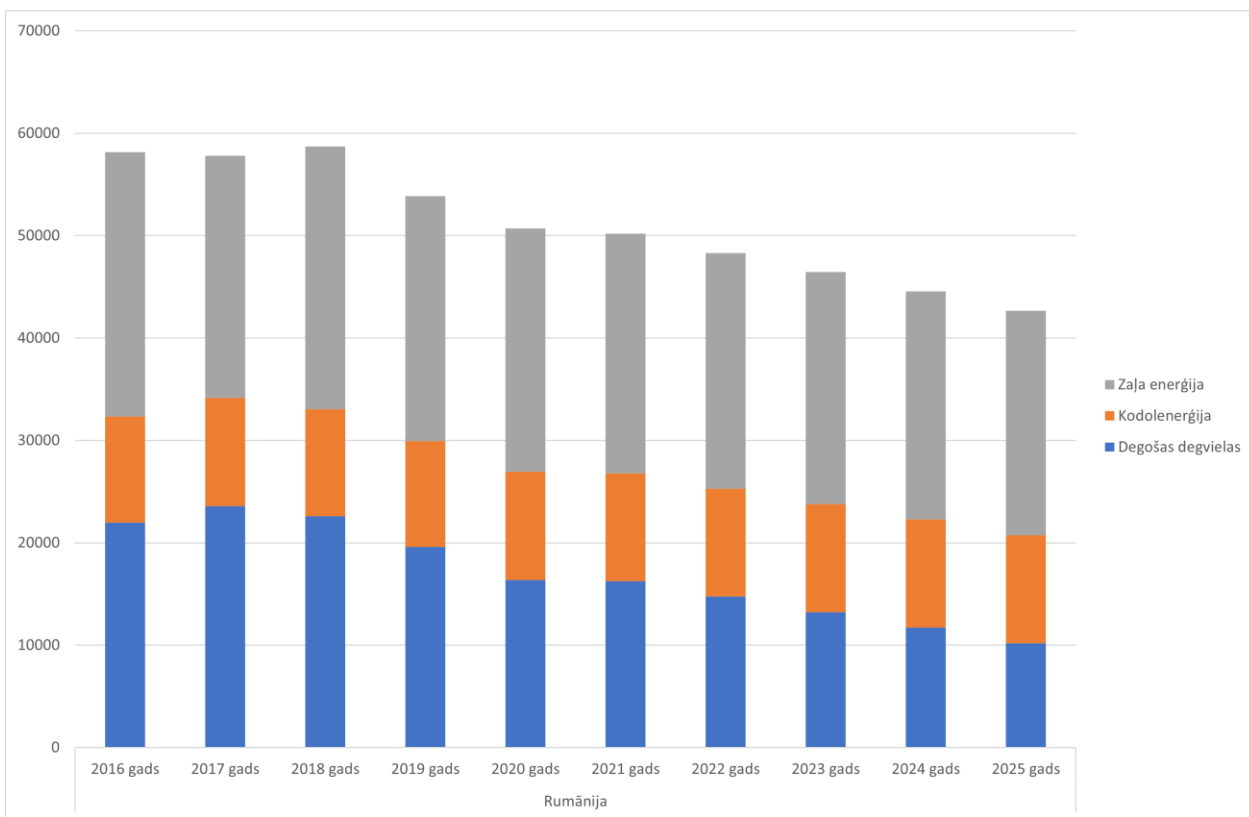
5.68. att. Polijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



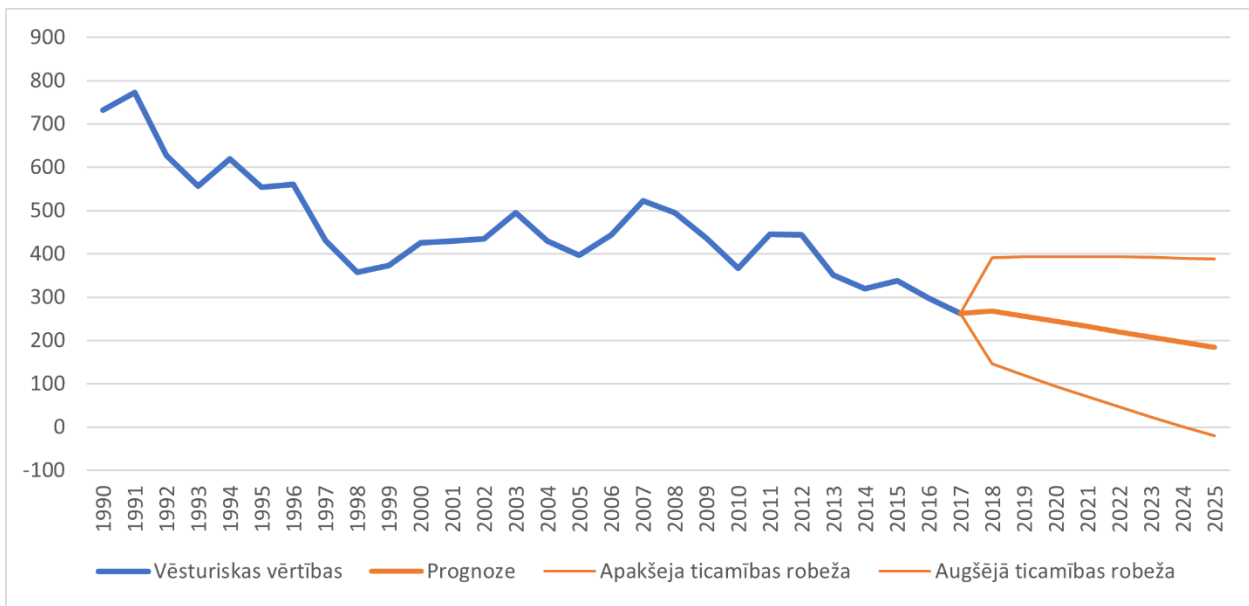
5.69. att. Portugāles elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



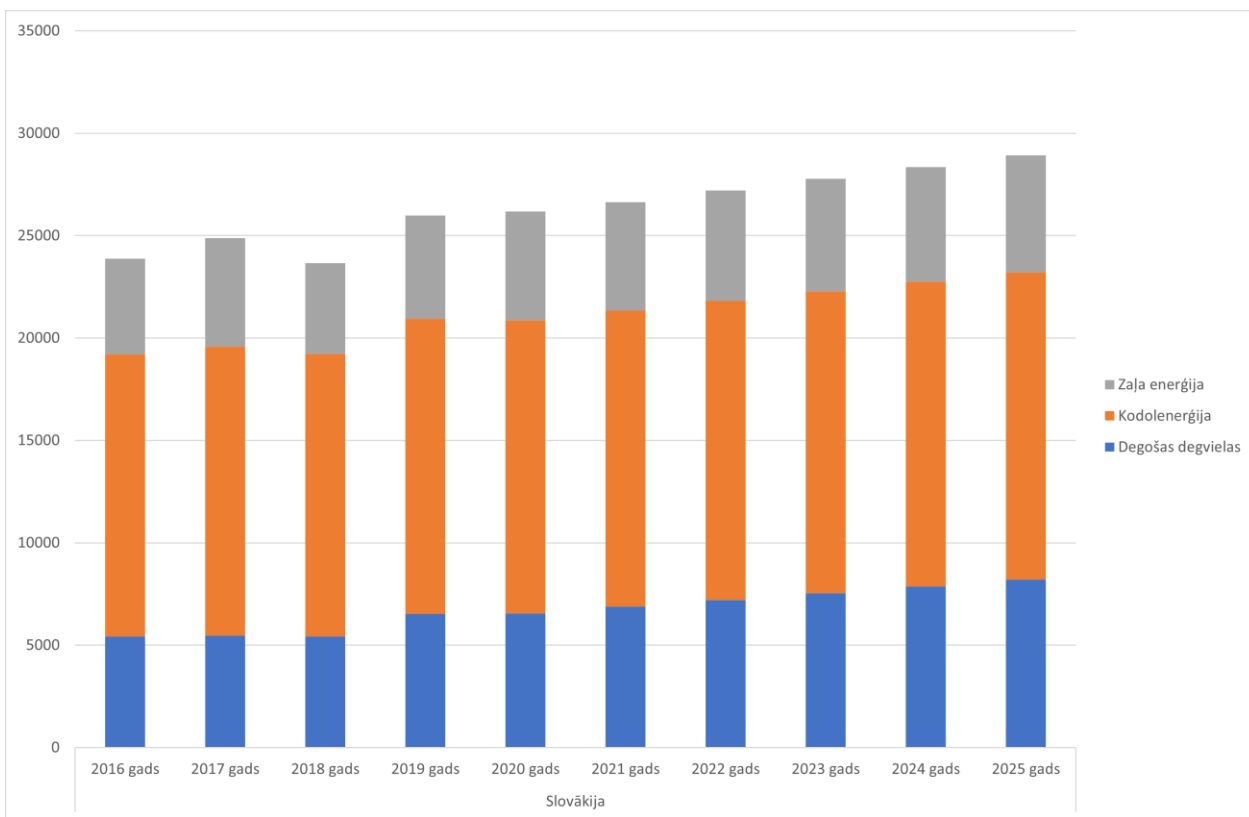
5.70. att. Portugāles elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



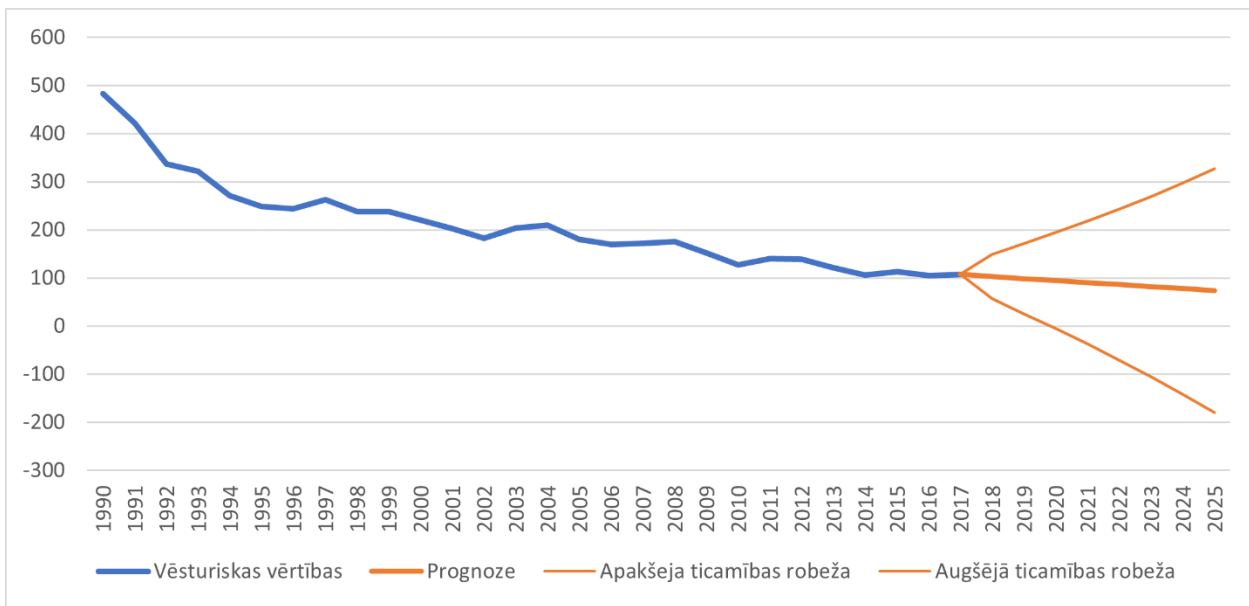
5.71. att. Rumānijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



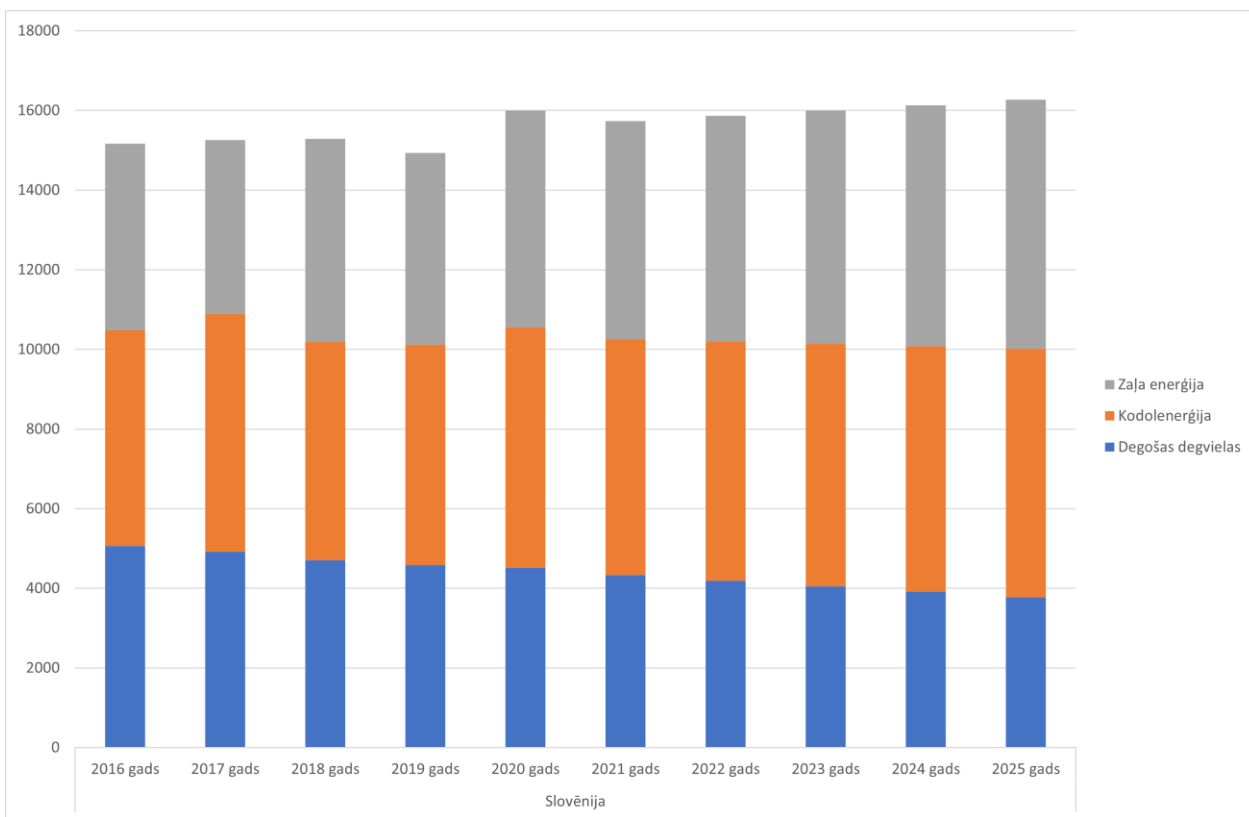
5.72. att. Rumānijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



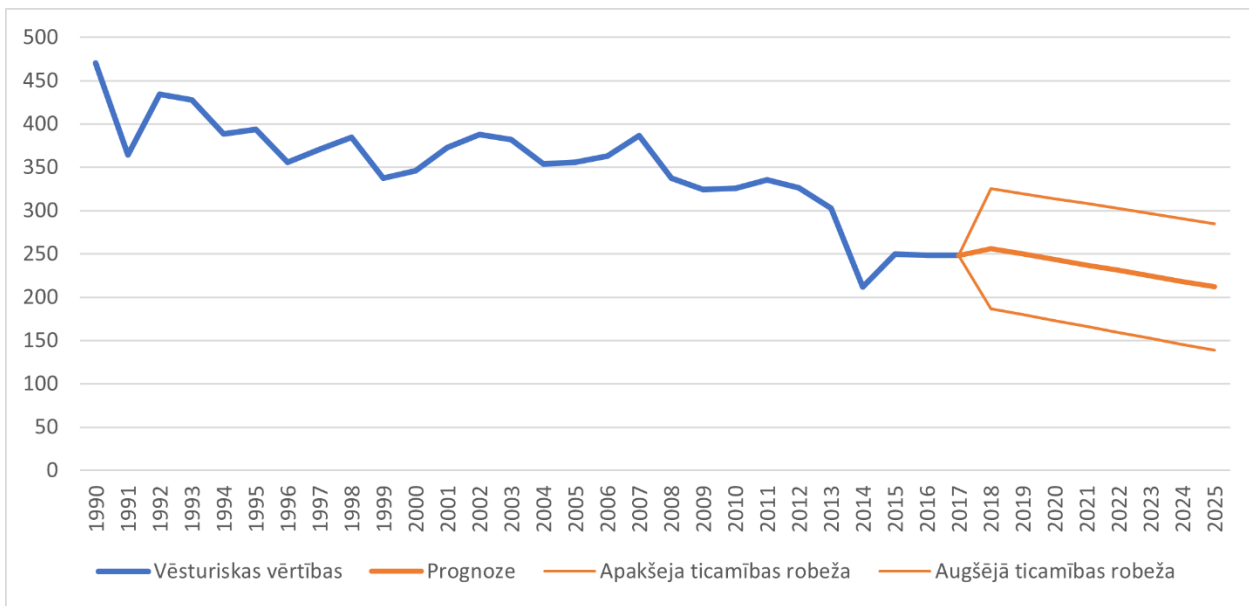
5.73. att. Slovākijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



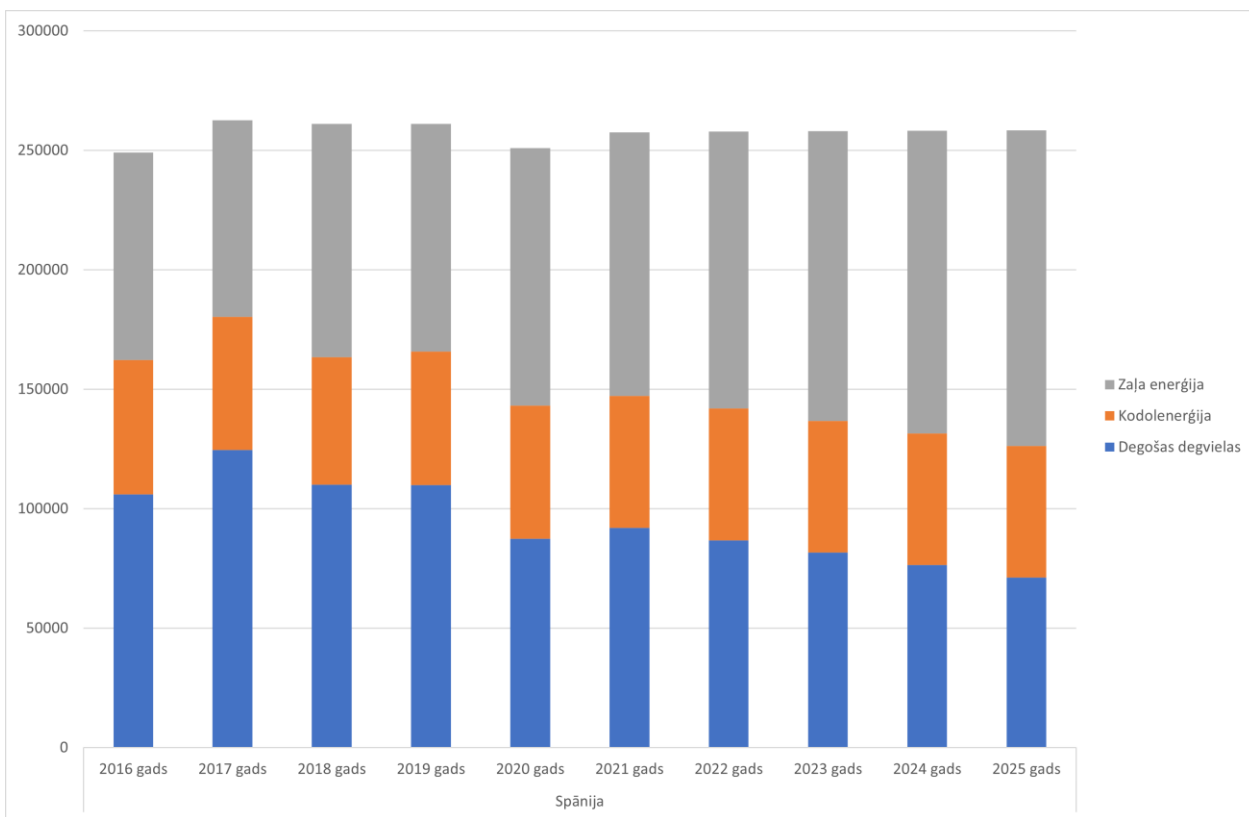
5.74. att. Slovākijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



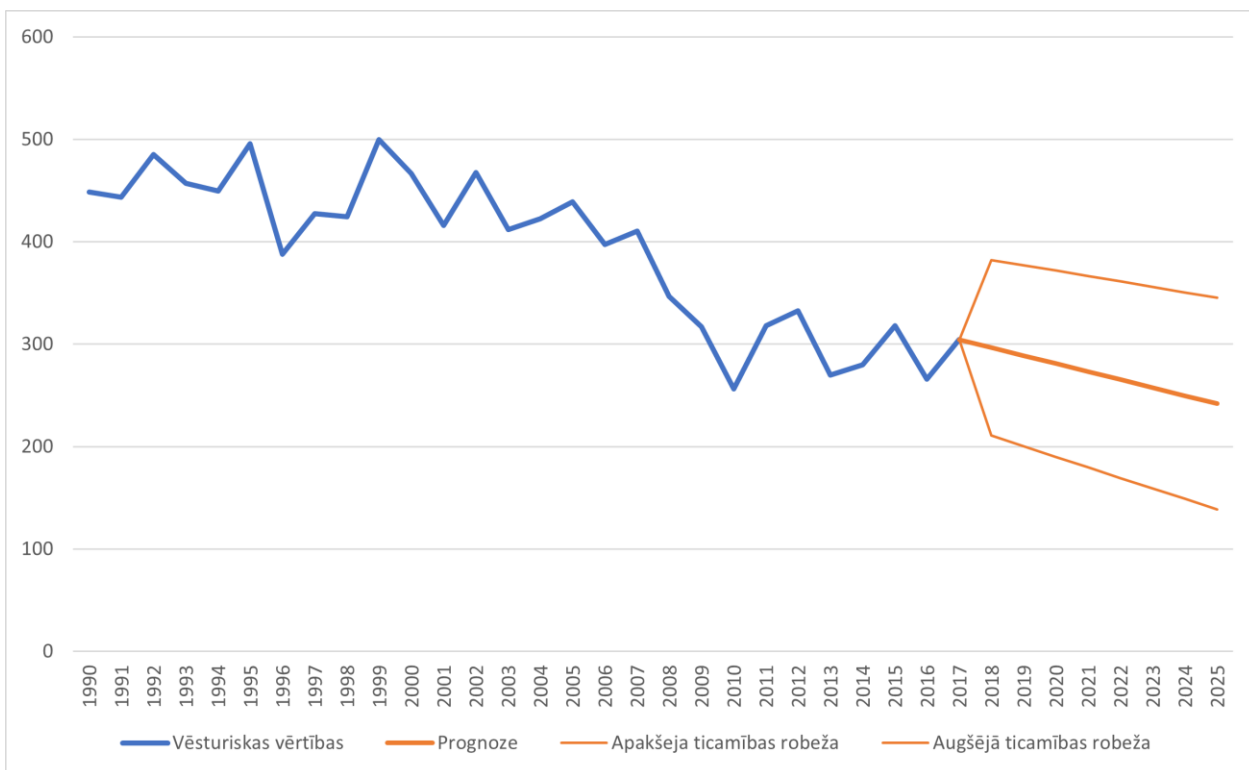
5.75. att. Slovēnijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



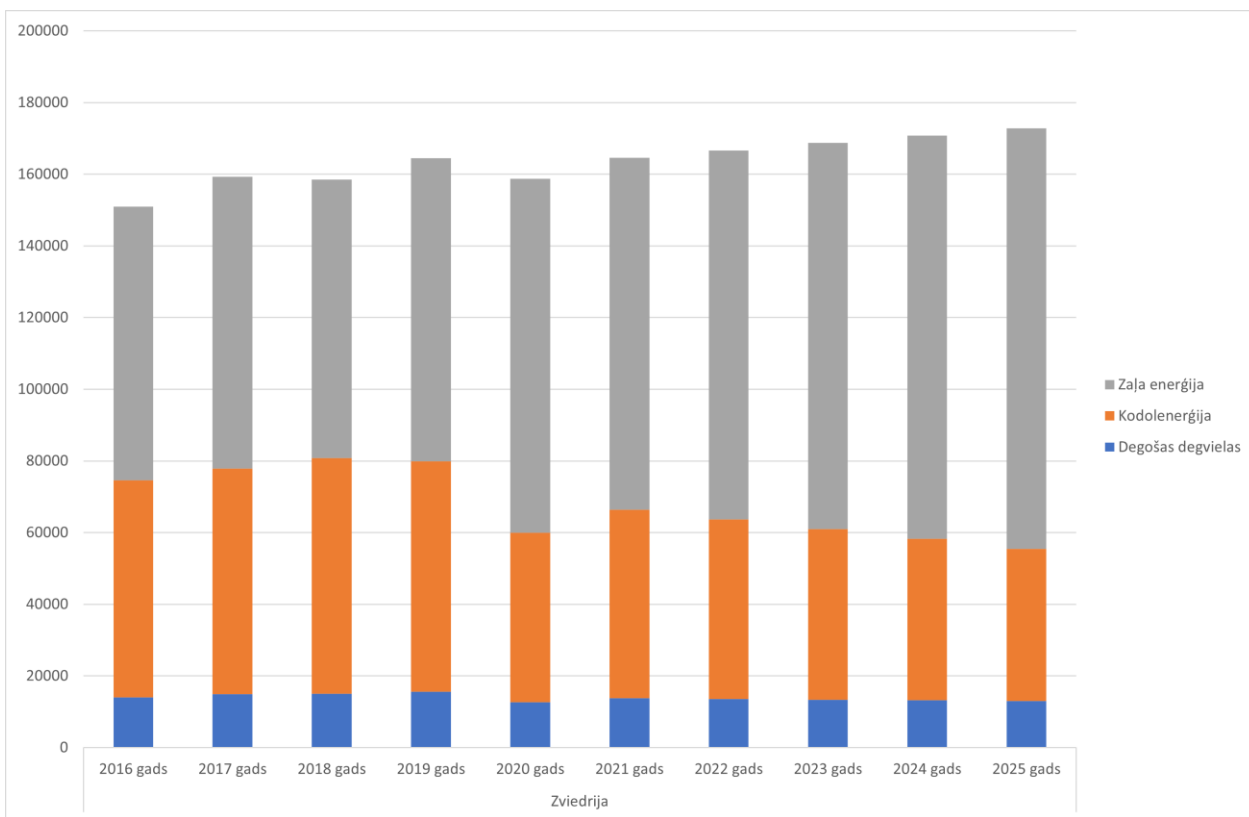
5.76. att. Slovēnijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



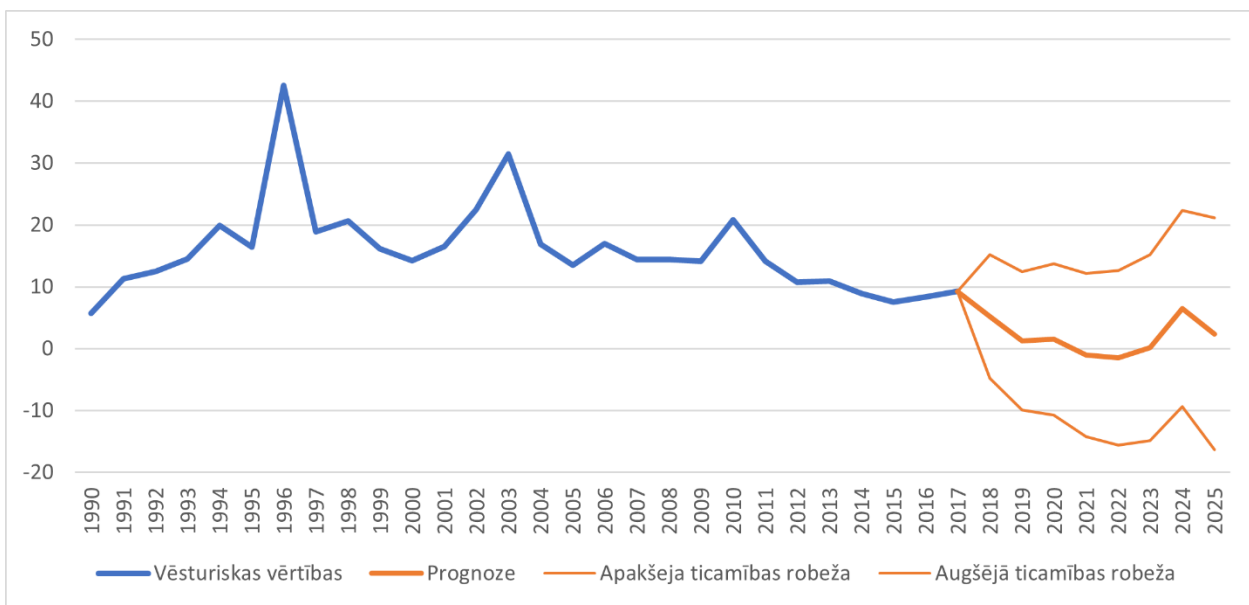
5.77. att. Spānijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



5.78. att. Spānijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]



5.79. att. Zviedrijas elektroenerģijas ģenerēšanas apjomu prognoze (GWh) [autora veidots]



5.80. att. Zviedrijas elektroenerģijas ģenerēšanas CO2 emisiju prognoze (gCO2/kWh) [autora veidots]

Bakalaura darbs „Lielo datu virzīta enerģijas datu analīze Eiropas Savienības valstīm”  
izstrādāts LU Datorikas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie  
informācijas avoti.

Autors: Viktors Vradijs 31.05.2021

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītāja: docente Dr.dat. Anastasija Ņikiforova 31.05.2021.

Recenzents: profesors Dr.habil.sc.comp. Juris Borzovs

Darbs iesniegts Datorikas fakultātē 31.05.2021.

Dekāna pilnvarotā persona: vecākā metodiķe Ārija Sproģe

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

\_\_\_\_.06.2021. prot. Nr. \_\_\_\_\_

Komisijas sekretārs: docents Aivars Niedrītis