

Vilniaus universitetas  
TARPTAUTINIŲ SANTYKIŲ IR POLITIKOS MOKSLŲ INSTITUTAS

VIEŠOSIOS POLITIKOS ANALIZĖS MAGISTRO PROGRAMA

**MODESTAS POCIUS**

II kurso studentas

**ATSINAUJINANČIOS ENERGETIKOS PLĖTRA EUROPOS SAJUNGOJE:  
VALSTYBINIŲ INTERVENCIJŲ, RINKOS SĄLYGŲ IR ENERGETINĖS  
PRIKLAUSOMYBĖS POVEIKIS**

MAGISTRO DARBAS

Darbo vadovas: Romas Švedas

Vilnius, 2023

## MAGISTRO DARBO PRIEŠLAPIS

### Magistro darbo vadovo išvados dėl darbo gynimo:

.....  
.....  
.....

.....

(data)

.....

(v., pavardė)

.....

(parašas)

### Magistro darbas įteiktas gynimo komisijai:

.....

(data)

.....

(Gynimo komisijos sekretoriaus/ės parašas)

### Magistro darbo recenzentas/ė:

.....

(v., pavardė)

### Magistro darbų gynimo komisijos įvertinimas:

.....

Komisijos pirmininkas/ė:

Komisijos nariai:

## PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas darbas „*Atsinaujinančios energetikos plėtra Europos Sąjungoje: valstybinių intervencijų, rinkos sąlygų ir energetinės priklausomybės poveikis*“ yra:

1. Atliktas mano paties ir nėra pateiktas kitam kursui šiame ar ankstesniuose semestruose;
2. Nebuvo naudotas kitame Institute/Universitete Lietuvoje ir užsienyje;
3. Nenaudoja šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikia visą panaudotos literatūros sąrašą.

Modestas Pocius

## BIBLIOGRAFINIO APRAŠO LAPAS

*Pocius, M. Atsinaujinančios energetikos plėtra Europos Sąjungoje: valstybinių intervencijų, rinkos sąlygų ir energetinės priklausomybės poveikis: Viešosios politikos analizės programos magistro darbas / VU Tarptautinių santykių ir politikos mokslų institutas; darbo vadovas R. Švedas. – V., 2023. – 64 p.*

**Reikšminiai žodžiai:** energetika, atsinaujinantys energetiniai ištekliai, intervencija, iškastinis kuras, branduolinė energetika, energijos rinka, energetinė priklausomybė, Europos Sąjungą, energetikos transformacija, paneliniai duomenys, daugialypė regresija.

Šiame darbe nagrinėjamos atsinaujinančios energetikos plėtros Europos Sąjungoje priežastys. Remiantis kiekybiniais metodais, darbe siekiama paaiškinti dėl kokių priežasčių skiriasi 27-ių Europos Sąjungos šalių faktinės ir santykinės atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatai 2008-2021 m. laikotarpiu. Priežastiniai teoriniai mechanizmai bei tyrimo hipotezės darbe suformuotos remiantis akademinėje literatūroje išskirtais atsinaujinančios energetikos plėtrą galimai skatinančiais ir apribojančiais veiksniais. Darbe iš skirtingų šaltinių surinktas ir sukompiliuotas naujausių priklausomų ir nepriklausomų panelinių duomenų rinkinys. Empirinis tyrimas atliktas sumodeliuojant fiksuotų-efektų ir jungtinių mažiausių kvadratų tiesines regresijas, įvertinančias nepriklausomų kintamųjų ryšius su faktine ir santykinę atsinaujinančios energetikos plėtra. Atliktas kiekybinis modeliavimas parodė, kad valstybinė politika ir parama yra pagrindinis veiksnys nulemiantis ir faktinės ir santykinės atsinaujinančios energetikos plėtrą, o rinkos sąlygos, bent jau nagrinėjimu laikotarpiu, neturėjo reikšmingo poveikio.

## **Turinys**

Įvadas	6
1 Teorinis tyrimo pagrindas. Atsinaujinančios energetikos plėtros aiškinimai	8
1.1 Substitucijos efektas – energijos ir jos dedamųjų kainos	9
1.2 Tikslinė transformacija – atsinaujinančios energetikos politika	11
1.3 Konvencinės energetikos protekcionistinė politika	12
1.4 Energetinė priklausomybė ir jos implikacijos energetiniam saugumui	13
1.5 Įsiterpiantys kintamieji	14
2 Metodika	15
2.1 Tyrimo kintamųjų operacionalizavimas	15
2.1.1 Priklausomi kintamieji – atsinaujinančios energetikos plėtra	15
2.1.2 Nepriklausomi kintamieji	16
2.1.3 Įsiterpiantys kintamieji	18
2.2 Duomenų apžvalga	18
2.2.1 Tyrimo apimtis	18
2.2.2 Kintamųjų apžvalga	19
2.3 Taikomas daugialypės tiesinės regresijos metodas	22
3 Atsinaujinančios energetikos plėtros Europos Sąjungoje palyginimas	24
4 Regresijos modeliavimo rezultatai	27
4.1 Nepriklausomų kintamųjų tarpusavio koreliacijos patikrinimas	28
4.2 I regresijos modelis. PK: AEI energijos dalis elektros energijos suvartojime	30
4.3 II regresijos modelis. PK: AEI energijos pajėgumai vienam gyventojui	34
4.4 Modeliavimo apribojimai	37
5 Diskusija ir tyrimo implikacijos	39
Išvados	44
Literatūros sąrašas	45
Priedai	50
Summary	62

## Įvadas

Kovai su klimato kaita užimant vis svarbesnę globalios politinės darbotvarkės dalį, daugiau dėmesio yra skiriama ir daugiausia šiltnamio efektą sukeliančių dujų (toliau – ŠESD) išmetančios srities – energetikos sektoriaus pertvarkymui. 2020 m. duomenimis, energetikos sektorius (į jį įtraukiant tiek energijos gamybos, tiek transporto sritis) išmetė apie 73 proc. visų pasaulio ŠESD emisijų.<sup>1</sup> Sparti klimato kaita bei augantys globalūs ŠESD emisijų kiekiai reiškia, kad Paryžiaus susitarimo iškelti tikslai reikalauja ne tik inkrementinių žmonių poveikio klimatui mažinimo priemonių, tačiau, kaip sutinka didžioji dalis šio lauko akademikų, fundamentalios visos energetikos socio-techninės sistemos transformacijos.<sup>2 3</sup>

Transformacijomis arba perėjimais (angl. *transitions*) literatūroje yra įvardijami plataus masto ištisu sektorių struktūriniai pokyčiai, kai keičiasi esamos bei kuriasi naujos technologijos, institucijos ir organizacijos.<sup>4</sup> Šiuo metu vykstantys globalūs energetikos sektoriaus transformacijos procesai yra orientuoti į poveikio klimato kaitai mažinimą, atsisakant iškastinio kuro (naftos, gamtinių dujų, anglies ir pan.) ir pereinant prie atsinaujinančiais energetiniais ištekliais paremtos energetikos sistemos.<sup>5</sup> Radikalūs energetikos sektoriaus pokyčiai ne tik, kad nėra unikalus įvykis, tačiau yra istoriškai pasikartojantys reiškiniai, pavyzdžiui, XX a. įvykęs perėjimas nuo anglimi paremtos energetikos sistemos link nafta ir gamtinėmis dujomis paremtos sistemos taip pat laikytinas sektoriaus transformacija.<sup>6</sup> Kita vertus, priešingai ankstesnėms energetikos transformacijoms, kurios buvo veikiau evoliucinės ir varomos daugiausia naujomis technologinėmis ir ekonominėmis galimybėmis gaminti pigesnę ar kokybiškesnę energiją, šiuo metu Europoje ir likusiame pasaulyje vykstanti energetikos transformacija didelės dalies tyrėju požiūriu yra įgyvendinama tikslingai (angl. *purposive transition*), kaip suplanuotas viešosios politikos procesas,<sup>7</sup> kurį lemia susirūpinimas klimato kaita, energetiniu saugumu (ypač 2021-2023 m. energetinių kainų krizės kontekste) bei, tam tikrų šalių atveju, branduolinės energijos rizikomis.<sup>8</sup>

---

<sup>1</sup> Hannah Ritchie, Max Roser, Pablo Rosado, "CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions", OurWorldInData.org, 2020, <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>.

<sup>2</sup> Nick Eyre et al., „Reaching a 1.5°C target: socio-technical challenges for a rapid transition to low-carbon electricity systems.“ *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2018, 376(2119), p. 1-15, <https://www.jstor.org/stable/26600968>.

<sup>3</sup> Elizabeth Shove, Gordon Walker, „Caution! Transitions Ahead: Politics, Practice, and Sustainable Transition Management.“ *Environment and Planning A: Economy and Space*. 2007, 39(4), p. 1. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/a39310>.

<sup>4</sup> Florian Kern, Jochen Markard, „Analysing Energy Transitions: Combining Insights from Transition Studies and International Political Economy.“ In: *The Palgrave Handbook of the International Political Economy of Energy*. sud. Van de Graaf, T., Sovacool, B., Ghosh, A., Kern, F., Klare, M. (eds), Palgrave Macmillan, London, 2016, p. 291. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-55631-8\\_12](https://doi.org/10.1057/978-1-137-55631-8_12).

<sup>5</sup> Tarptautinė atsinaujinančios energetikos agentūra (IRENA), „Energy Transition“, IRENA, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d. <https://www.irena.org/energytransition>.

<sup>6</sup> Anna Pegels, et al., „Politics of Green Energy Policy.“ *The Journal of Environment & Development*, Vol. 27, No. 1, 2018, p. 27, <https://www.jstor.org/stable/26392665>.

<sup>7</sup> Ibid, 27-29.

<sup>8</sup> Kern, Markard, 292.

Egzistuojantys atsinaujinančios energetikos plėtros priežastis nagrinėjantys tyrimai visgi šį procesą aiškina skirtingai. Dalis autorių teigia, jog atsinaujinančios energetikos plėtrą, remiantis istorinėmis energetikos transformacijomis, galima paaiškinti per substitucijos efekto mechanizmą, kai atsinaujinančios energetikos ilgalaikės kainos, pasiekus tam tikrą technologijų ir procesų brandos lygį, tampa ekonomiškai patrauklesnės negu konvencinės energetikos kainos, taip užtikrinant perėjimą prie atsinaujinančios energetikos.<sup>9</sup> Pagal šį aiškinimą konvencinės energetikos kainų nestabilumas ar augimas šį mechanizmą tik sustiprina, todėl šiuo mechanizmu galima paaiškinti ir 2021-2023 m. Europos energetikos kainų krizės metu keturis kartus išaugusias atsinaujinančios energetikos plėtros apimtis.<sup>10</sup> Kita vertus, kita dalis autorių pateikia alternatyvų aiškinimą teigdami, jog atsinaujinančios energetikos plėtra yra valstybių vykdomos viešosios politikos ir paramos (subsidijų, mokesčių, infrastruktūros pritaikymo ir pan.) rezultatas, kuriuo siekiama spręsti klimato kaitos, kaip rinkos ydos (angl. *market failure*), problemą<sup>11</sup> arba, kaip Lietuvos atveju, didinti šalies energetinį saugumą ir energetinę nepriklausomybę.<sup>12</sup> Analogiškai, daliai valstybių, pavyzdžiui – Lenkijai ar Prancūzijai, vykdant priešingą – konvencinės energetikos paramos politiką (subsidijos iškastiniam kurui ir pan.), atsinaujinančios energetikos plėtros procesas stagnuoja ir lėtėja.

Abu atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatų paaiškinimai – laisvos rinkos ir technologinio progreso bei valstybinių intervencijų mechanizmai yra pagrįsti, tačiau tuo pat metu ir nepakankami paaiškinti atsinaujinančios energetikos plėtrą Europos Sąjungos kontekste. ES kontekstas šių paaiškinimų pagrįstumą apsunkina, kadangi bloko šalys turi bendrus klimato kaitos suvaldymo<sup>13</sup> ir atsinaujinančios energetikos plėtros tikslus,<sup>14</sup> bendrus ES lygmeniu taikomus paramos atsinaujinančios energetikos plėtrai mechanizmus, vadovaujasi panašiu reguliavimu energetikos srityje bei veikia bendroje rinkoje, įskaitant bendroje energijos rinkoje, todėl esminių reguliacinių ar ekonominių (energijos žaliavų ar technologijų tiekimo ar kainų) skirtumų tarp šalių neturėtų būti, tačiau tarp kai kurių Europos Sąjungos šalių atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatai 2008-2022 m. laikotarpiu skiriasi daugiau negu tris kartus. Pavyzdžiui, Švedija šiuo laikotarpiu iš atsinaujinančių energijos šaltinių (toliau – AEI) pagaminamos energijos santykinę dalį padidino 18,7 proc. punktu, o

---

<sup>9</sup> Roger Fouquet, „Historical energy transitions: Speed, prices and system transformation“, *Energy Research & Social Science*, Vol. 22, 2016, p. 7, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.014>.

<sup>10</sup> IEA, „Renewable power’s growth is being turbocharged as countries seek to strengthen energy security“, IEA, 2022 m. gruodžio 6 d., <https://www.iea.org/news/renewable-power-s-growth-is-being-turbocharged-as-countries-seek-to-strengthen-energy-security>.

<sup>11</sup> Maciej M. Sokołowski, Raphael J. Heffron, „Defining and conceptualising energy policy failure: The when, where, why, and how“, *Energy Policy*, Volume 161, 2022, p. 2, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112745>.

<sup>12</sup> Thomas Sattich, Rasa Morgan, Espen Moe, „Searching for energy independence, finding renewables? Energy security perceptions and renewable energy policy in Lithuania“, *Political Geography*, Vol. 96, 2022, 102656, <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102656>.

<sup>13</sup> Europos Komisija, „2050 long-term strategy“, žiūrėta 2023 m. vasario 16 d., [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en).

<sup>14</sup> Europos Komisija, „Renewable energy targets“, žiūrėta 2023 m. vasario 16 d., [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets\\_en#:~:text=EU%20wants%20to%20accelerate%20the,at%20least%2055%25%20by%202030](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en#:~:text=EU%20wants%20to%20accelerate%20the,at%20least%2055%25%20by%202030).

Slovėnija – vos 3,4 proc. punktais (žr. 1 paveikslą 23 psl.).<sup>15</sup> Atsižvelgiant į tai, šiame darbe keliamas **probleminis klausimas** – kodėl skirtingose Europos Sąjungos valstybėse atsinaujinanti energetika vystosi skirtingais greičiais?

Atsižvelgiant į tyrimo problemą yra keliamas **šio darbo tikslas** – įvertinti ekonominių ir politinių veiksnių poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai Europos Sąjungoje 2008-2022 m. laikotarpiu.

Tiksliui pasiekti darbe keliami šie **uždaviniai**:

1. Identifikuoti ir konceptualizuoti pagrindinius egzistuojančius teorinius atsinaujinančios energetikos plėtros mechanizmus – laisva rinka ir technologiniu progresu paremtą substitucijos efektą, tikslines valstybių intervencijas ir paramą atsinaujinančiai ir konvencinei energetikai, energetinio nesaugumo poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai – bei jų pagrindu išsikelti skirtingas plėtros apimtis galinčias paaiškinančias hipotezes.
2. Operacionalizuoti priklausomus santykinės ir faktinės atsinaujinančios energetikos plėtros kintamuosius, nepriklausomus kintamuosius bei surinkti ir sukompiliuoti tyrimui aktualius kiekybinius panelinius duomenis.
3. Sumodeliuoti daugialypės tiesinės regresijos modelius bei įvertinti nepriklausomų kintamųjų ryšius su faktiniais bei santykiniais atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatais.
4. Apibendrinti tyrimo rezultatus, pateikti išvadas ir tyrimo implikacijas akademiniai diskusijai bei viešajai politikai.

## **1 Teorinis tyrimo pagrindas. Atsinaujinančios energetikos plėtros aiškinimai**

Atsinaujinančios energetikos plėtrai paaiškinti ekonomikos ir viešosios politikos studijų akademikai yra išvystę ir empiriniais tyrimais įrodę net keletą skirtingų teorinių modelių, išskiriančių pagrindinius veiksnius ir mechanizmus, nulemiančius atsinaujinančios energetikos plėtrą. Pagrindinis atsinaujinančios energetikos plėtros aiškinimas yra dažniausiai ortodoksinių ekonomistų taikomas substitucijos modelis, kuris atsinaujinančios energetikos plėtrą aiškina per ilgalaikių energijos, kuro ir technologijų kainų bei efektyvumo pokyčius, skatinančius radikaliai keisti energijos gamybos technologijas. Kita vertus, alternatyvūs atsinaujinančios energetikos plėtros aiškinimai kritikuoja šį laisva rinka paremtą priežastinį mechanizmą ir nurodo, kad kainos ilgą laiką nebuvo esminis veiksnys atsinaujinančios energetikos plėtrai, nes jai daugiausia įtakos darė skirtingos valstybių atsinaujinančios ir konvencinės energetikos politikos (tiek tiesiogiai, tiek veikiant energijos kainas) bei prioritetai (pavyzdžiui – energetinis saugumas).

---

<sup>15</sup> Eurostat, „Energy from renewable sources: the Shares tool“, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>.



Toliau šiame skyriuje bus aprašomi ir detalizuojami pagrindiniai atsinaujinančios energetikos plėtros aiškinimai, teoriniai jų veikimo mechanizmai bei pagrindinė kritika. Skyriuje bus apžvelgiami egzistuojantys atsinaujinančios energetikos plėtros tyrimai ir literatūra bei išskiriami pagrindiniai kintamieji, kurie turi arba gali turėti poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai.

### 1.1 Substitucijos efektas – energijos ir jos dedamųjų kainos

Pagrindinis istorinių energetikos transformacijų priežastis nagrinėjančių tyrimų paaiškinimas atsinaujinančios energetikos plėtrai yra tai, kad energetikos transformacijas didžiąją dalimi nulemia ilgalaikės energijos kainos.<sup>16</sup> Šis paaiškinimas remiasi iš ekonomikos teorijos kylančiu substitucijos efekto (angl. *substitution effect*) mechanizmu, kai brangesnes alternatyvas (produktus, paslaugas) rinkos veikėjai (dažniausiai privačios įmonės) ilgainiui yra linkę pakeisti pigesnėmis alternatyvomis. Šis efektas energetikoje gali reikšti tiek paties produkto – elektros, šilumos, naftos gaminių ar kitos kuro ar energijos rūšies pakeitimą kitomis energijos rūšimis, tiek energijos gamybos technologijos pakeitimą kitomis, efektyvesnėmis technologijomis, kurios gali sugeneruoti tą patį energijos kiekį pigiau.<sup>17</sup> Substitucijos mechanizmas yra naudojamas paaiškinti istorines energetikos sektoriaus transformacijas, kadangi sąlyginai aukštos ilgalaikės nusistovėjusios energijos kainos istoriškai atlieka esminį vaidmenį skatinant energetikos sektoriaus permainas.<sup>18 19</sup>

Nemažai autorių energetikos transformacijų procesus nagrinėja *ceteris paribus*, tai yra, įprastomis sąlygomis, tačiau literatūroje yra pabrėžiamas ir išskirtinis intensyvių, trumpalaikių energijos kainų šokų vaidmuo. Sutariama, kad kainų šokai, atsirandantys dėl kardinalių pasiūlos arba paklausos svyravimų, energijos rinkose daro tiesioginį poveikį energijos vartotojams, investicijoms į atsinaujinančią energetiką ir technologines inovacijas bei politikos formuotojams, kurie formuoja perėjimo prie atsinaujinančios energetikos politiką.<sup>20</sup> Kainų šokai, anot literatūros, dažniausiai veikia kaip katalizatorius, skatinantis tam tikrus energetikos permainas lemiančius procesus,<sup>21</sup> kadangi skatina neužtikrintumą ir, ilgainiui, alternatyvų paieškas, kuriomis būtų pakeičiami dabartiniai energijos šaltiniai (substitucijos efektas). Pagrindžiant šį priežastinį mechanizmą, jį empiriškai nagrinėjantys tyrimai nustatė, jog spartus iškastinio kuro (naftos) kainų augimas turi stiprų teigiamą poveikį atsinaujinančios energetikos paklausai ir atsinaujinančios energetikos dalies bendrame

---

<sup>16</sup> Ibid, 300.

<sup>17</sup> Iowa State University, „Income and Substitution Effects – A Summary“, žiūrėta 2023 vasario 12 d., [http://www2.econ.iastate.edu/classes/econ101/hallam/Income\\_Substitution.pdf](http://www2.econ.iastate.edu/classes/econ101/hallam/Income_Substitution.pdf).

<sup>18</sup> Fouquet, 7.

<sup>19</sup> Muntasir Murshed, Muntaha Masud Tanha, „Oil price shocks and renewable energy transition: Empirical evidence from net oil-importing South Asian economies“, *Energy, Ecology and Environment*, Vol. 6, 2021, p. 188, <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00168-0>.

<sup>20</sup> Mehmet Balcilar, David Roubaud, Muhammad Shahbaz, „The Impact of Energy Market Uncertainty Shocks on Energy Transition in Europe“, *The Energy Journal*, Vol. 40, 2019, p. 55, <https://doi.org/10.5547/01956574.40.S11.mbal>.

<sup>21</sup> Fouquet, 7.

energetiniame balanse plėtrai.<sup>22 23</sup> Kainų šokų aspektas yra svarbus tyrimui kontekstualizuoti, kadangi nuo 2021 vykstanti globali energijos paklausos, tiekimo ir kainų krizė viešojoje erdvėje dažnai yra įvardijama kaip priežastis galinti katalizuoti atsinaujinančios energetikos plėtrą Europoje.<sup>24 25 26</sup> Siekiant šį kainų poveikį patikrinti santykyje su kitais veiksniais, darbe yra keliami hipotezė:

**H1:** *Augančios iškastinio kuro kainos skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą;*

Visgi šis aiškinimas nėra be kritikos. Ilgalaikių energijos kainų poveikiu atsinaujinančios energetikos plėtrai dalyje tyrimų yra abejojama. Marques ir Fuinhas atliktame tyrime identifikavo, jog jų nagrinėtu periodu (1990-2006 m.), energijos ir iškastinio kuro kainos neturėjo esminės įtakos atsinaujinančios energetikos plėtrai Europoje, todėl autoriai daro išvadą, jog atsinaujinančios energetikos vystymąsi šiuo laikotarpiu nulėmė ne rinkos paskatos, tačiau visai kiti veiksniai.<sup>27</sup> Atsižvelgiant į tai, jog literatūroje nėra iki galo aiškus energijos ir kuro kainų poveikis atsinaujinančios energetikos plėtrai, darbe šio kintamojo poveikis bus modeliuojamas santykyje su kitais kintamaisiais.

Energijos kainų augimą gali lemti skirtingi veiksniai – kuro išgavimo ar tiekimo kainos, gamybos technologijų kainos, mokestinės aplinkos pokyčiai, tiekimo grandinės, vartojimo pokyčiai ir t.t.. Konvencinės energijos kainos yra priklausomos nuo visų šių veiksnių, tačiau ypač stipriai priklausomos nuo kuro kainų, todėl kuro tiekimo neapibrėžtumas, kainų svyravimai bei kiti veiksniai turi stiprų poveikį konvencinės energijos „pakeičiamumui“. Atsinaujinančios energijos kainos, priešingai negu konvencinės energijos, nėra veikiamos kuro kainų, kadangi energija yra gaminama iš atsinaujinančių energetinių išteklių – dažniausiai vėjo, saulės ar vandens energijos, kuri gamintojui nieko nekainuoja. Dėl šios priežasties didžiąją atsinaujinančios energetikos savikainos dalį sudaro technologijų ir jų pritaikymo kaina (kapitaliniai kaštai). Taigi, atsinaujinančios energetikos plėtra gali būti pasekmė tiek atsinaujinančios energetikos technologijų brandos augimo, joms atpingant, tiek, kaip ir minėta, santykinės konvencinių energetikos technologijų kainos augimo dėl įvairių skirtingų priežasčių. Siekiant patikrinti šios mechanizmo poveikį, darbe yra keliami hipotezė:

**H2:** *Mažėjančios ilgalaikės skirtingų atsinaujinančios energijos gamybos technologijų sąnaudos skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą;*

---

<sup>22</sup> Balcilar, Roubaud, Shahbaz, 57.

<sup>23</sup> Murshed, Tanha, 183.

<sup>24</sup> Stuart Braun, „Will war fast-track the energy transition?“, DW, 2022 m. balandžio 3 d., <https://www.dw.com/en/will-war-fast-track-the-energy-transition/a-61021440>.

<sup>25</sup> David Robinson, „Current Energy Crises, the Energy Transition and the Design of Electricity Markets“, The Oxford Institute for Energy Studies, 2022, <https://www.oxfordenergy.org/publications/current-energy-crises-the-energy-transition-and-the-design-of-electricity-markets/>.

<sup>26</sup> Thomas Kattnig, „The energy crisis as a catalyst for the energy transition“, Open Access Government, <https://www.openaccessgovernment.org/the-energy-crisis-as-a-catalyst-for-the-energy-transition/136767/>.

<sup>27</sup> António Cardoso Marques, José Alberto Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy: A dynamic panel approach“, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15(3). 2011, p. 1601-1608, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.048>.

## 1.2 Tikslinė transformacija – atsinaujinančios energetikos politika

Vienas pagrindinių literatūroje šiuo metu egzistuojančių atsinaujinančios energetikos aiškinimų, yra tikslinės transformacijos (angl. *purposive transition*) aiškinimas. Teorinėje literatūroje šiuo metu vykstanti energetikos transformacija dažnai yra įvardijama kaip tikslingai įgyvendinamas viešosios politikos procesas, sprendžiantis klimato kaitos, kaip rinkos ydos (angl. *market failure*), problemą,<sup>28</sup> arba, tam tikrais atvejais, sprendžiantis valstybių energetinės priklausomybės problemą, kai su atsinaujinančios energetikos plėtra yra siekiama padidinti šalies viduje pagaminamos energijos faktinę ir santykinę dalį, sumažinti energijos importą bei padidinti energetinį saugumą.<sup>29</sup> Ši požiūrį taikantys tyrimai išskiria valstybinę paramą ir įvairias viešosios politikos priemones kaip pagrindinius veiksnius nulemiančius atsinaujinančios energetikos plėtrą.<sup>30</sup> Valstybės politika atsinaujinančios energetikos plėtrą gali skatinti įvairiais metodais, tačiau empiriniuose tyrimuose išskirtus poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai turinčius veiksnius galima skaidyti pagal valstybės atliekamas funkcijas: 1) tinkamų prieigos sąlygų (pritaikyta infrastruktūra, laisva, decentralizuota energijos generacijos rinka, palanki teisinė bazė) užtikrinimą bei 2) tinkamų ekonominių paskatų, skatinančių energetikos sektoriaus įmones užsiimti atsinaujinančios energetikos plėtra remiantis rinkos logika, sukūrimas. Prie prieigos sąlygų veiksmų kategorijos galima priskirti elektros perdavimo infrastruktūros planavimo metodą (išankstinis vs. reakcinis) ir infrastruktūros kaštų kompensavimo šaltinį (iš galutinių vartotojų vs. iš gamintojų).<sup>31</sup> Tuo tarpu prie ekonominių paskatų priemonių kategorijos, galima priskirti energijos supirkimo tarifus (angl. *feed-in-tariffs / FIT*), kurie net keliuose tyrimuose yra išskirti kaip pat efektyviausia atsinaujinančios energetikos plėtros priemonė, žaliuosius sertifikatus (angl. *tradable green certificates / TGC*), atsinaujinančios energijos kvotas (angl. *renewable portfolio standards*), žaliuosius viešuosius pirkimus, finansines / fiskalines priemones (kapitalo subsidijos, PVM ir investicijų mokesčių lengvatos, tiesioginės investicijos ir kt.).<sup>32 33 34</sup> Prie ekonominių paskatų taip pat būtų galima priskirti ir priemones atgrasančias nuo iškastinio kuro naudojimo pavyzdžiui aplinkosauginius mokesčius (pvz. CO<sub>2</sub> mokesčio).<sup>35</sup> Europos Sąjungos šalyse šios priemonės dažniausiai yra taikomos tam tikromis kombinacijomis, tačiau jų skirtingas jų efektyvumas yra išskiriamas kaip viena iš priežasčių dėl skirtingų atsinaujinančios energetikos plėtros

---

<sup>28</sup> Sokołowski, Heffron, 2.

<sup>29</sup> Fazıl Gökgöz, Mustafa Taylan Güvercin, „Energy security and renewable energy efficiency in EU“, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 96, 2018, p. 226-239, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.046>.

<sup>30</sup> António Cardoso Marques, José Alberto Fuinhas, „Are public policies towards renewables successful? Evidence from European countries“ *Renewable Energy*, Vol. 44, 2012, p. 109-118, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.007>.

<sup>31</sup> Lakshmi Alagappan et al., „What drives renewable energy development?“, *Energy Policy*, 2011, Vol. 39, (9), p. 5099-5104, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.003>.

<sup>32</sup> Adam Treki, Boris Urban, „Drivers of Effective Renewable Energy Policies“, *Engineering Economics*, 2015, 26(3), p. 306-314, <https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.3.4884>.

<sup>33</sup> Alagappan et al., 5100-5102.

<sup>34</sup> Jan Rotmans, Rene Kemp, Marjolein van Asselt, „More evolution than revolution: transition management in public policy“, *Foresight*, 2001, Vol. 3, No. 1, p. 16. <https://doi.org/10.1108/14636680110803003>.

<sup>35</sup> Kern, Markard, 301.

rezultatų tarp Europos Sąjungos narių.<sup>36</sup> Šiame darbe kaip pagrindinis valstybinės politikos vertinimo veiksnys bus vertinamos valstybinės paramos ir ekonominių paskatų užtikrinimo priemonės (subsидijos, mokestinės lengvatos ir kitos kvantifikuotinos finansinės paramos priemonės).

Svarbu pabrėžti, jog šis atsinaujinančios energetikos plėtros aiškinimas taip pat nėra palaikomas visapusiškai. Dalis atliktų tyrimų nurodo, jog priežastinis ryšys tarp valstybių politikos ir atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatų, juos paaiškina gana ribotai, lyginant su kitais priežastiniais veiksniais.<sup>37</sup> Ślosarski 2022 m. atliktas tyrimas nustatė, jog Europos Sąjungos įgyvendinama energetikos politika yra veiksminga skatinant atsinaujinančios energetikos plėtrą bei bendrų ŜESD emisijų mažėjimą, tačiau tuo pačiu metu – nepakankamai veiksminga mažinant iškastinio kuro naudojimą, todėl nepaisant faktinės atsinaujinančios energetikos plėtros, jos santykinė dalis bendroje energijos gamybos struktūroje dėl nekinta arba kinta minimaliai. Autorius tokį politikos rezultatą aiškina tuo, jog, konvencinės energetikos pakeitimas atsinaujinančia energetika 2021 m. vis dar nebuvo pakankamai atsiperkantis,<sup>38</sup> o tai reiškia, kad arba valstybių parama atsinaujinančiai energetikai nebuvo pakankama arba šalia jos turėtų susiformuoti ir jai palankios rinkos sąlygos.

Taigi akademinėje literatūroje nėra iki galo nėra aiškus ir valstybės politikos ir paramos poveikis atsinaujinančios energetikos plėtrai bei sąlygos, nuo kurių priklauso valstybės politika ar paramos efektyvumas. Atsižvelgiant į egzistuojančią valstybės politikos poveikį atsinaujinančios energetikos tiriančią literatūrą ir šio tyrimo problemą, darbe yra keliami hipotezė:

**H3:** *Valstybinė parama atsinaujinančiai energetikai skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą.*

### 1.3 Konvencinės energetikos protekcionistinė politika

Atsinaujinančios energetikos plėtra Europos Sąjungoje didele dalimi vyksta konvencinės energetikos sąskaita. Šiuo atveju konvencinės energetikos sąvoka apima ne tik energijos gamybą iš iškastinio kuro (anglies, gamtinių dujų ar naftos produktų), tačiau ir branduolinę energetiką, kuri, nors ir yra didžiąją dalimi neutrali klimatui, apriboja atsinaujinančios energetikos plėtrą.<sup>39</sup> Augant atsinaujinančios energetikos pajėgumams ir politiniams įsipareigojimams kovoti su klimato kaita, bei mažėjant tokios energetikos gamybos sąnaudoms dėl technologinės brandos didėjimo, ES konvencinės energetikos pajėgumai tampa vis mažiau patrauklūs tiek politine, tiek ekonomine

<sup>36</sup> Dj Borozan, „Detecting a structure in the European energy transition policy instrument mix: What mix successfully drives the energy transition?“, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 165, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112621>.

<sup>37</sup> Marques, Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy“, 1607-1608.

<sup>38</sup> Radosław Ślosarski, „Clean energy in the European Union: transition or evolution?“, *Energy & Environment*, 2022 m. gegužės 24 d., p. 21-22. <https://doi.org/10.1177/0958305X22110053>.

<sup>39</sup> J. D. Jenkins, et al., „The benefits of nuclear flexibility in power system operations with renewable energy“, *Applied Energy*, Vol. 222, 2018, p. 872-884, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.002>.

prasme. Kita vertus, konvencinės energetikos sektoriaus dydis ir svarba – konvencinės energetikos poreikiams išvystyta infrastruktūra, teisinė bazė, žmogiškieji ištekliai su specifiniais įgūdžiais, įtakingos didžiulės privačios energetinės kompanijos kartu paverčia energetikos sektorių itin inertišką pokyčiams. Sektoriaus inertiškumas dažniausiai yra atspindimas ir politinių pasirinkimų tam tikroje šalyse ir toliau vystyti ar tausoti konvencinės energetikos pajėgumus apribojant arba tiesiog neskatinant atsinaujinančios arba bet kokios kitos konkurencinės energetikos plėtros. Geriausiai tokius pasirinkimus tausoti konvencinės energetikos pajėgumus ir apriboti atsinaujinančios energetikos plėtrą atspindi Lenkijos, kurioje egzistuoja stiprus politinis anglies sektoriaus protegavimas,<sup>40</sup> ir Prancūzijos, kurioje stipriai proteguojama branduolinė energetika,<sup>41</sup> pavyzdžiai.

Iki šiol atliktuose tyrimuose yra nustatytas reikšmingas neigiamas priežastinis ryšys tarp didesnės valstybių konvencinės energetikos dalies bendroje energetikos struktūroje ir vietinių konvencinės energijos gamintojų (kompanijų) dydžio bei mažesnės ar lėtesnės atsinaujinančios energetikos plėtros.<sup>42 43</sup> Siekiant įvertinti šių veiksnių poveikį ir kitų galimų kintamųjų kontekste, darbe yra keliami hipotezė:

**H4:** *Konvencinės energetikos, paremtos iškastiniu kuru arba branduoline energetika, dydis ir svarba visame energetikos sektoriuje riboja atsinaujinančios energetikos plėtrą;*

Politinis protegavimas gali pasireikšti ne tik ribota parama atsinaujinančiai energetikai, tačiau ir tiesiogine finansine valstybių parama konvencinės energetikos sektoriui. Atsižvelgiant į turimus duomenis, 2019 m. penkiolika ES valstybių daugiau paramos skyrė iškastinio kuro subsidijoms ir kitai konvencinės energetikos paramai negu, kad atsinaujinančios energetikos plėtrai.<sup>44</sup> Tiesioginės valstybių parama konvencinei energetikai poveikis atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatams taip pat kol kas nėra atskirai įvertintas literatūroje, todėl siekiant šį poveikį įvertinti, darbe yra keliami ši hipotezė:

**H5:** *Valstybinė parama konvencinei energetikai riboja atsinaujinančios energetikos plėtrą;*

#### **1.4 Energetinė priklausomybė ir jos implikacijos energetiniam saugumui**

Europos Sąjungos valstybės narės yra vienos labiausiai energetiškai pažeidžiamų šalių dėl didelės priklausomybės nuo energijos importo ir nepakankamų energijos gamybos pajėgumų. 2020 m. net 57,5 proc. visos ES suvartotos energijos, įskaitant ir kurą galutinės energijos gamybai, buvo

<sup>40</sup> Jo Harper, „Poland defers U-turn on coal“, *DW*, 2020 m. liepos 29 d., <https://www.dw.com/en/poland-shelves-major-coal-sector-restructuring-plans/a-54363275>.

<sup>41</sup> Gökgöz, Güvercin, 233-238.

<sup>42</sup> Marques, Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy“, 1606-1608.

<sup>43</sup> Treki, Urban, 312-313.

<sup>44</sup> Kate Abnett, „Fossil fuel subsidies to face tighter EU scrutiny“, *Reuters*, 2022 m. sausio 31 d. <https://www.reuters.com/business/energy/fossil-fuel-subsidies-face-tighter-eu-scrutiny-2022-01-31/>.

importuota iš trečiųjų šalių.<sup>45</sup> Egzistuojantys šioje srityje atlikti tyrimai yra nustatę, jog atsinaujinančios energetikos plėtra pakeičia (angl. *substitute*) energijos importą vietine gamyba, taip sumažinant šalių energetinę priklausomybę, padidina energijos šaltinių diversifikaciją ir, savo ruožtu, padidina šalių energetinį saugumą.<sup>46</sup> Literatūroje taip pat egzistuoja empirinių tyrimų rezultatų nurodančių, jog investicijos į atsinaujinančios energetikos plėtrą energetinį saugumą didina labiau negu investicijos į konvencinės energetikos plėtrą.<sup>47</sup> Taigi atsinaujinančios energetikos plėtra gali būti traktuojama kaip energetinio saugumo užtikrinimo priemonė, todėl stipriai nuo energijos importo priklausančios šalys turėtų būti labiau suinteresuotos atsinaujinančios energetikos plėtra negu tos, kurios turi diversifikuotą energijos tiekimo struktūrą.

Nors keletas tyrimų ir yra nustatę teigiamą atsinaujinančios energetikos plėtros poveikį energetiniam saugumui, tačiau tyrimų, kurie tirtų šio priežastinio mechanizmo atbulinį ryšį – šalių priklausomybės nuo energijos importo poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai, nėra daug. Marques ir Fuinhas 2010 m. tyrime nustatyta, jog didelė priklausomybė nuo importo turi neigiamą poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai, tačiau šis ryšys autorių yra aiškinamas kaip priklausomybės nuo iškastinio kuro naudojimo energijos gamybai rezultatas. Autoriai dėl šio ryšio daugiau nediskutuoja, tačiau priežastinį ryšį būtų tikslinga įvertinti pastarųjų metų kontekste dėl pasikeitusių geopolitinių aplinkybių bei naujo politinio požiūrio į energetinę priklausomybę.<sup>48</sup> Atsižvelgiant į galimus šio veiksnio poveikius atsinaujinančios energetikos plėtrai, darbe yra keliami hipotezė:

**H6:** *Valstybių priklausomybė nuo energijos importo skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą.*

## 1.5 Įsiterpiančios kintamieji

Nagrinėtoje akademinėje literatūroje ir ypač empiriniuose tyrimuose yra išskiriami ir papildomi veiksniai turintys poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai. Įsiterpiančius kintamuosius yra svarbu įtraukti į tyrimo apimtį vien tam, kad būtų sukontroliuotas jų poveikis priklausomiems kintamiesiems – faktinei ir santykinei atsinaujinančios energetikos plėtrai. Pagrindiniai literatūroje išskiriami kintamieji, turintys įtakos atsinaujinančios energetikos plėtrai yra šalies bendras energijos suvartojimas, bendrasis šalies vidaus produktas (BVP) bei šalies CO<sub>2</sub> emisijos.<sup>49</sup> <sup>50</sup> Visi trys

<sup>45</sup> Eurostat, „From where do we import energy?“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d. <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>.

<sup>46</sup> Gökgöz, Güvercin, 233-238.

<sup>47</sup> Alfonso Carfora, Rosaria Vega Pansini, Giuseppe Scandurra, „Energy dependence, renewable energy generation and import demand: Are EU countries resilient?“, *Renewable Energy*, Vol. 195, 2022, p. 1262-1274, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.098>.

<sup>48</sup> Marques, Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy“, 1607.

<sup>49</sup> Marques, Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy“, 1603-1604.

<sup>50</sup> Barçilar, 57.

įsiterpiantys kintamieji tarpusavyje yra susiję ir koreliuojantys – bendrasis vidaus produktas, arba kitaip tariant – šalies ekonomikos dydis yra stipriai susietas su šalies energijos suvartojimu, o pastarasis – su šalies CO<sub>2</sub> emisijomis.<sup>51</sup> Šis tarpusavio ryšys tarp kintamųjų yra laikomas viena svarbiausių problemų siekiant suvaldyti žmonijos poveikį klimatui, tačiau tuo pačiu metu nestabdant šalių ekonomikų augimo. Bendrojo vidaus produkto ir galutinio energijos suvartojimo kintamieji darbe įtraukiami atsižvelgiant į jų tikėtiną teigiamą koreliaciją su atsinaujinančios energetikos plėtra, o CO<sub>2</sub> emisijų kiekio kintamasis – atsižvelgiant į jo galimą neigiamą koreliaciją su atsinaujinančios energetikos plėtra.

## 2 Metodika

Šiame skyriuje aprašomi ir operacionalizuojami naudoti priklausomi ir nepriklausomi kintamieji, pristatomas taikytas daugialypės tiesinės regresijos metodas ir jo taikymo eiga, pateikiama tyrime naudotų duomenų apžvalga.

### 2.1 Tyrimo kintamųjų operacionalizavimas

#### 2.1.1 Priklausomi kintamieji – atsinaujinančios energetikos plėtra

Šiame darbe tiriamas priklausomas kintamasis yra atsinaujinančios energetikos plėtra. Kintamasis yra apibrėžiamas kaip energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energetinių išteklių (saulės, vėjo, hidroenergijos, geoterminės energijos, biokuro, biodegalų ir kitų pagal ES nustatytą metodiką atsinaujinančių energijos rūšių) dalis bendruose šalių pagaminamos energijos balansuose. Kintamasis matuojamas dvejopai:

1. **Iš atsinaujinančių energetinių išteklių (AEI) pagamintos elektros energijos dalis bendrame elektros energijos suvartojime.** Kintamasis parodo kokią dalį (proc.) visos šalyje suvartotos elektros energijos sudaro energija pagaminta iš AEI bei yra dažniausiai naudojamas vertinant energetikos sektoriaus transformacijos progresą, kadangi parodo kiek skirtingų valstybių energetikos sistemos vis dar yra priklausomos nuo iškastinio kuro. Kintamasis matuojamas naudojant Eurostato pateikiamos SHARES duomenų bazės duomenis, kurie detalizuoja skirtingų energijos rūšių santykinius dydžius Europos Sąjungos šalyse skirtingais laikotarpiais.
2. **Instaliuotų atsinaujinančių energetinių išteklių (AEI) pajėgumų kiekis vienam gyventojui.** Kintamasis parodo faktinį instaliuotos atsinaujinančios energetikos kiekį vienam gyventojui bei parodo faktines investicijas į atsinaujinančią energetiką. Kintamasis yra dažniausiai naudojamas AEI plėtrai vertinti. Atsižvelgiant į tai, kad

---

<sup>51</sup> Janusz Myszczyzyn, Błażej Suproń, „Relationship among Economic Growth (GDP), Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission: Evidence from V4 Countries“ *Energies*, Vol. 14, No. 22, p. 7734. <https://doi.org/10.3390/en14227734>.

instaliuotų pajėgumų kiekis stipriai koreliuoja su valstybių energetikos paklausa ir gyventojų skaičiumi,<sup>52</sup> todėl darbe instaliuotos galios kiekis yra padalintas iš valstybių gyventojų skaičiaus atitinkamais metais, taip užtikrinant šio poveikio kontrolę.

## 2.1.2 Nepriklausomi kintamieji

1. **Ilgalaikės atsinaujinančios energijos gamybos technologijų sąnaudos (energijos savikaina)** darbe apibrėžiamos kaip išlygintos energijos sąnaudos (angl. *levelized cost of energy (LCOE)*), kurios matuoja specifinio įrenginio eksploatacinio laikotarpio sąnaudas, padalintas iš pagamintos energijos kiekio (Eur/MWh). Šis rodiklis, dažniausiai naudojamas vertinant skirtingų energijos technologijų atsiperkamumą, apima technologijos kapitalines ir eksploatacines sąnaudas, kuro kainą bei išmontavimo sąnaudas. Kintamojo pagrindinis tikslas yra atspindėti atsinaujinančios energetikos technologijų kainos mažėjimą dėl technologijos brandos augimo,<sup>53</sup> todėl kintamasis bus vertinamas kaip du atskiri kintamieji: 1) vėjo energijos technologijų išlygintos sąnaudos bei 2) saulės energijos technologijų išlygintos sąnaudos, kadangi būtent šių technologijų pagrindu yra paremta didelė dalis pastarojo meto atsinaujinančios energetikos plėtros.
2. **Iškastinio kuro kainos** veiksnyš šiame darbe bus apibrėžiamas ir taip pat vertinamas kaip du atskiri kintamieji: 1) žalios naftos (angl. *crude oil*) vidutinė metinė kaina bei 2) gamtinių dujų vidutinė metinė kaina. Kintamasis dviem atskirais rodikliais matuojamas remiantis Šlosarski<sup>54</sup> metodiniu pasirinkimu vertinti tik pagrindinių, Europos Sąjungos valstybėms svarbiausių kuro rūšių poveikį – žalia nafta sudaro 35 proc. viso ES energijos balanso, o gamtinės dujos – 24 proc. viso ES energijos balanso.<sup>55</sup> <sup>56</sup> Darbe naudojamos vidutinės metinės abiejų kuro rūšių kainos ES rinkose, nediferencijuojant didmeninių kuro kainų skirtumų tarp skirtingų ES šalių, nors skirtumai gali egzistuoti dėl dvišalių susitarimų su energijos tiekėjais, ypač iš autoritarinių šalių.<sup>57</sup>

---

<sup>52</sup> Marques, Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy“, 1603-1604.

<sup>53</sup> Lazard, „Lazard’s levelized cost of energy analysis – version 15.0“, Lazard, žiūrėta 2023 m. kovo 22 d., <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.

<sup>54</sup> Šlosarski, 9.

<sup>55</sup> Eurostat, „Where does our energy come from?“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>.

<sup>56</sup> BP, „Statistical Review of World Energy“, 2022 m., 71 ed., p. 24-33, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>.

<sup>57</sup> *Gamtinių dujų tiekimo kainų skirtumus dėl politinių priežasčių detaliau paaiškina: Romas Švedas, „ES energetinės salos požymiai, grėsmės ir šios problemos sprendimo būdai: Lietuvos atvejo analizė“, Lietuvos metinė strateginė apžvalga 15 (2017), No. 1, p. 183-212, <https://doi.org/10.47459/lmsa.2017.15.9>.*



3. **Valstybių parama atsinaujinančiai energetikai** darbe matuojama kaip agreguota atskirų ES valstybių parama atsinaujinančiai energetikai, matuojama proc. nuo BVP. Kintamasis apima tiek skirtingų tipų paramą (mokestinės lengvatos, tiesioginės subsidijos, pajamų / kainų parama (pvz. CfD mechanizmas), tyrimų ir plėtros finansavimas ir kt.), tiek paramą skirtingoms sritims (energijos vartojimas, gamyba, efektyvumas, infrastruktūros vystymas, tyrimai ir plėtra, pramonės restruktūrizavimas).<sup>58</sup> Svarbu pabrėžti, kad kintamasis matuoja tik nacionalines paramos priemones bei neapima tarptautinių organizacijų, pavyzdžiui Europos Sąjungos, administruojamų priemonių.
4. **Konvencinės energetikos sektoriaus svarba** darbe apibrėžiama kaip konvencinės energetikos (energijos pagamintos iš šiluminių (gamtines dujas, naftą ar anglį naudojančių) ar atominių elektrinių bei kitų neatsinaujinančių šaltinių) dalis bendrame elektros energijos suvartojime.<sup>59</sup> Kintamasis matuojamas dviem rodikliais: 1) iš iškastinio kuro pagamintos elektros energijos dalies bendrame elektros energijos suvartojime ir 2) iš branduolinės energijos pagamintos elektros energijos dalis bendrame elektros energijos suvartojime.
5. **Valstybės parama konvencinei energetikai** darbe matuojama kaip agreguota atskirų ES valstybių parama konvencinei energetikai – energijos gamybai iš 1) šiluminių (gamtines dujas, naftą, anglį ar kitą iškastinį kurą naudojančių) ir/ar 2) atominių elektrinių. Kintamasis apima tiek skirtingų tipų paramą (mokestinės lengvatos, tiesioginės subsidijos, pajamų / kainų parama, tyrimų ir plėtros finansavimas ir kt.), tiek paramą skirtingoms sritims (energijos vartojimas, gamyba, efektyvumas, infrastruktūros vystymas, tyrimai ir plėtra, pramonės restruktūrizavimas).<sup>60</sup> Svarbu pabrėžti, kad kintamasis matuoja tik nacionalines paramos priemones bei neapima tarptautinių organizacijų, pavyzdžiui Europos Sąjungos, administruojamų priemonių.
6. **Valstybių energetinė priklausomybė nuo energijos importo** darbe apibrėžiama ir matuojama kaip metinė importuotos energijos dalis bendrame suvartotos energijos

---

<sup>58</sup> Europos Komisija, Thierry Badouard, Joseph Bon Mardion, Pascal Bovy et al., „Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union: Final report“, 2022 ed., Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/304199>.

<sup>59</sup> Eurostat, „Gross and net production of electricity and derived heat by type of plant and operator“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_PEH\\_custom\\_4914945/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_PEH_custom_4914945/default/table?lang=en).

<sup>60</sup> Europos Komisija, Badouard, Mardion, Bovy, et al., „Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union: Final report“, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/304199>.

balanse.<sup>61</sup> Kintamasis apima ne tik importuotos elektros energijos dalį, tačiau ir importuotą pirminę energiją, pavyzdžiui gamtines dujas, naftą ir jos produktus ir pan.

### 2.1.3 Įsiterpiantys kintamieji

Egzistuojantys šios srities tyrimai taip pat išskiria bei savo modeliuose kontroliuoja ir papildomus, įsiterpiančius kintamuosius, kurie gali daryti poveikį atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatams. Šiame darbe šie kintamieji taip pat yra įtraukiami į modeliuojamą regresijos modelį, tam, kad būtų sukontroliuotas jų poveikis priklausomam kintamajam ir, kad būtų sumažinta praleisto kintamojo (angl. *omitted variable bias*) klaidos tikimybė. Darbe papildomai bus įtraukiami šie papildomi kintamieji:

1. Šalies energetikos sektoriaus metinis ŠESD (šiltnamio efektą sukeliančių dujų) emisijų kiekis vienam gyventojui. Kintamasis yra interpretuojamas kaip valstybių energetikos sektoriaus poveikumo klimatui ir priklausomybės nuo taršaus iškastinio kuro indikatorius.
2. Galutinės energijos suvartojimas vienam gyventojui (angl. *final energy consumption per capita*).<sup>62</sup> Kintamasis yra interpretuojamas, kaip šalių energijos paklausos indikatorius.
3. Bendrasis vidaus produktas (BVP) vienam gyventojui.<sup>63</sup> <sup>64</sup> Kintamasis interpretuojamas kaip šalių išsivystymo lygio rodiklis.

## 2.2 Duomenų apžvalga

### 2.2.1 Tyrimo apimtis

Tyrime bus naudojami panelinio formato duomenys, apjungiantys 27-ių Europos Sąjungos šalių, traktuojamų kaip skerspjūvio vienetų (angl. *cross-sectional units*), duomenis 2008-2021 metų laikotarpiu, traktuojamu kaip atskirais laiko periodais (angl. *time periods*). Kadangi darbe nagrinėjami paneliniai duomenys, kiekvienų metų eilutė kiekvienoje šalyje bus traktuojama kaip atskiras atvejis (n). Iš viso nagrinėjamų atvejų skaičius  $n = 378$ .

Europos Sąjungos valstybės kaip tyrimo objektas buvo pasirinktas atsižvelgiant į bendras bendrijos išsikeltas klimato kaitos suvaldymo kryptis bei Europos žaliąjį kursą (angl. *Green Deal*) skirtą jų įgyvendinimui, taip pat į bloko šalių atsinaujinančios energetikos plėtros ir energetinio saugumo tikslų konvergenciją bei technologijų ir žinių sklaidą (angl. *spillover*) tarp valstybių.<sup>65</sup>

<sup>61</sup> Eurostat, „Energy imports dependency“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_ID\\_custom\\_4915163/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_ID_custom_4915163/default/table?lang=en).

<sup>62</sup> Barcilar, 57.

<sup>63</sup> Nataliia Gavkalova et al. „Innovative development of renewable energy during the crisis period and its impact on the environment“, *Virtual Economics*, 2022 Vol. 5, No 1, p. 65-77, [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.01\(4\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.01(4)).

<sup>64</sup> Marques, Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy“, 1603-1604.

<sup>65</sup> Gökgöz, Güvercin, 238.

Kadangi bendras į imtį patenkančių šalių kriterijus yra priklausymas Europos Sąjungai ir jos reguliavimo taikymas, į tyrimą neįtraukiamos ir Europos Ekonominė bendrijai priklausančios ar kitos smarkiai su Europos Sąjunga integruotos šalys, pavyzdžiui Norvegija, Islandija, Lichtenšteinas ar Šveicarija, nors alternatyvaus dizaino tyrime būtų galima į tyrimo imtį įtraukti ir šias šalis.

Tyrimo laikotarpis pasirinktas siekiant turėti kuo įmanoma didesnę susijusių atvejų, šiuo atveju – Europos Sąjungai priklausančių valstybių, imtį, todėl pasirinktas laikotarpis nuo 2008 m., kai Europos Sąjungą jau buvo papildžiusios dvylika naujų narių (Estija, Latvija, Lietuva, Lenkija, Čekija, Slovakija, Vengrija, Slovėnija, Malta, Kipras, Rumunija, Bulgarija), kurias vėliau – 2013 m. papildė Kroatija. Pasirinktas laikotarpis taip pat garantuoja didesnę duomenų prieinamumą, kadangi dalis naujų ES narių reikalingus duomenis Eurostatui pradėjo teikti tik po įstojimo į bendriją. Dėl duomenų stygiaus ir faktinio neapimties bendrijai, į tyrimo imtį nėra įtraukiama 2020 m. iš ES galutinai pasitraukusi Jungtinė Karalystė.

Vertinant pačius tyrime naudojamus duomenis, buvo atkreiptas dėmesys ir į skirtingus turimų duomenų matavimo vienetus ir dydžius. Nors tiesinės regresijos modeliavimas nereikalauja duomenų normalizacijos – kintamųjų mastelio ar matavimo vienetų suvienodinimo, kadangi tai neturi jokios įtakos duomenų koreliacijoms ar regresijos modelio prognozavimo galiai<sup>66</sup>, darbe duomenų mastelis buvo pagal galimybes sulygintas šešių nulių ribose (pvz. didžiausias galimas skaičius gali siekti 9999, o mažiausias – 0,001).

### **2.2.2 Kintamųjų apžvalga**

Tyrimui atlikti naudojami skirtingų duomenų bazių ir šaltinių duomenys. Pirmajam priklausomam kintamajam – atsinaujinančios energijos daliai bendrame elektros energijos suvartojime (SRES) vertinti naudojami Eurostato kasmet atnaujinamos SHARES (pilnas pavadinimas angl. *Short Assessment of Renewable Energy Sources*) priemonės duomenų bazės duomenys. Duomenų bazė yra skirta harmonizuotai ir suderintai apskaičiuoti Europos Sąjungos valstybių atsinaujinančios energijos dalis elektros gamybos, transporto nei šildymo sektorių energijos suvartojime. Pagrindinė priemonės nauda yra ta, kad valstybės narės, apskaičiuodamos iš atsinaujinančiųjų išteklių pagamintos energijos dalį, taiko tą patį metodą, todėl yra išvengiama bet kokių neatitikimų dėl skirtinguose metoduose naudojamų parametrų bei yra užtikrinami suderinti ir palyginami visų šalių duomenys. Darbe bus naudojami šios duomenų bazės duomenys apie energijos iš atsinaujinančių energetinių išteklių dalis skirtingų valstybių elektros energijos sektoriaus suvartojime. Pagal aiškinamuosius metodinius dokumentus, elektros suvartojimo rodiklis yra

---

<sup>66</sup> Gianluca Malato, „Which models require normalized data?“, Medium, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://towardsdatascience.com/which-models-require-normalized-data-d85ca3c85388>.

formuojamas susumuojant šalyje pagaminamos elektros energijos kiekį su importuotu elektros energijos kiekiu bei atimant eksportuojamos elektros energijos kiekį.<sup>67 68</sup>

Antrajam priklausomam kintamajam – instaliuotiems atsinaujinančios energetikos pajėgumams vienam gyventojui įvertinti naudojami Eurostato duomenys apie instaliuotus elektros gamybos iš atsinaujinančių energetinių išteklių (vėjo, saulės ir hidroenerģijos) pajėgumus.<sup>69</sup> Kintamasis, matuojamas maksimalia grynąja atsinaujinančios energetikos pajėgumų galia (angl. *net maximum capacity*) vienam gyventojui, atspindi faktines investicijas į atsinaujinančią energetiką ir yra dažniausiai naudojamas jos plėtrai vertinti.

Nepriklausomiems išlygintų saulės (LCOES) ir vėjo (LCOEW) energijos sąnaudų kintamiesiems darbe naudojami 2008-2021 m. bendrovės Lazard kasmet rengiamos ataskaitos („*Lazard’s Levelized Cost Of Energy Analysis*“) skaičiavimai,<sup>70</sup> pateikiantys atnaujintas išlygintas agreguotas energijos sąnaudas pagal kiekvieną energijos gamybos technologiją, matuojamas \$/MWh. Nors ataskaitose yra taip pat pateikiami ir duomenys į sąnaudas įtraukiantys ir viešųjų intervencijų (subsidijų, mokesčių lengvatų, mokesčių ir pan.) poveikius sąnaudoms JAV rinkoje, šiam tyrimui atlikti bus naudojami duomenys neapimantys viešųjų intervencijų, tai yra, duomenys be mokesčių ar valstybių paramos, tam, kad būtų geriau atspindima technologinė branda ir nauda vystyti šias technologijas rinkos sąlygomis. Pabrėžtina, kad nors Lazard duomenys skaičiuoti būtų JAV rinkos sąlygomis, tačiau daroma prielaida, kad jie yra universaliai pritaikomi ir 27-ioms Europos Sąjungos šalims bei atspindi tą pačią technologijos brandumo augimo tendenciją, dėl technologijų sklaidos (angl. *spillover*) tarp valstybių.<sup>71</sup>

Nepriklausomi iškastinio kuro – naftos (OP) ir gamtinių dujų (GP) kainų kintamieji bus vertinami remiantis BP kasmet leidžiama Pasaulio energijos statistine apžvalga (angl. *Statistical Review of World Energy*)<sup>72</sup> ir Pasaulio banko duomenimis apie kasmetines žaliavų kainas.<sup>73</sup> Vidutinės metinės naftos kainos bus vertinamos taikant Brent kainos orientyrą, kaip dažniausiai Europoje naudojamą mato vieneta, o vidutinės metinės gamtinių dujų kainos bus vertinamos taikant agreguotus Europos rinkos vidurkius, nediferencijuojant kainų tarp skirtingų ES šalių. Toks vertinimas taikomas

<sup>67</sup> Eurostat, „Energy from renewable sources: the Shares tool“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>.

<sup>68</sup> Eurostat, „SHARES Tool Manual“, 2021 m., žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956088/SHARES+tool+manual-2021.pdf/11701ebe-1dae-3b00-4da4-229d86d68744?t=1664793455773>

<sup>69</sup> Eurostat, „Electricity production capacities for renewables and wastes“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_INF\\_EPCRW\\_custom\\_187723/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_INF_EPCRW_custom_187723/default/table?lang=en).

<sup>70</sup> Lazard, „Lazard’s levelized cost of energy analysis – version 15.0“, Lazard, žiūrėta 2023 m. kovo 22 d., <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.

<sup>71</sup> Gökgöz, Güvercin, 238.

<sup>72</sup> BP, „Statistical Review of World Energy“, 2022 m., 71 ed., p. 24-33, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>.

<sup>73</sup> Pasaulio bankas, „Commodity Markets: Annual prices“, 2023 m. kovas, <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.

atsižvelgiant į tai, kad tiek nafta tiek gamtinėmis dujomis yra prekiaujama globaliose rinkose, todėl esminių kainų skirtumų tarp skirtingų Europos Sąjungos šalių neturėtų būti.

Valstybių paramos atsinaujinančiai (SUBRESP), iškastiniu kuru paremtai (SUBFFP) ir branduolinei (SUBNP) energetikai vertinama naudojant Europos Komisijos atliktų studijų „Energy costs, taxes and the impact of government interventions on investments“<sup>74</sup> ir „Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union“<sup>75</sup> duomenų bazėmis. Duomenys naudoti šiam kintamajam įvertinti nėra prieinami viešai ir buvo gauti po kreipimosi į minėtų studijų savininką – Europos Komisiją, kuri pasidalino reikiama duomenimis. Kaip jau minėta, kintamasis apima tiek skirtingų tipų paramą (mokestinės lengvatos, tiesioginės subsidijos, pajamų / kainų parama (pvz. CfD mechanizmas), tyrimų ir plėtros finansavimas ir kt.), tiek paramą skirtingoms sritims (energijos vartojimas, gamyba, efektyvumas, infrastruktūros vystymas, tyrimai ir plėtra, pramonės restruktūrizavimas). Svarbu pabrėžti, kad kintamasis matuoja tik nacionalines paramos priemones bei neapima tarptautinių organizacijų, pavyzdžiui Europos Sąjungos, administruojamų priemonių.

Likusiems nepriklausomiems kintamiesiems – iškastinio kuro (SFF) ir branduolinės energetikos (SN) dalims bendrame elektros suvartojime, šalių priklausomybei nuo energijos produktų importo (IMPD), galutiniam energijos suvartojimui vienam gyventojui (FCC), BVP vienam gyventojui (GDPC) ir ŠESD emisijai vienam gyventojui (GHGEC) – įvertinti naudojami Eurostato renkami duomenys. Iškastinio kuro ir branduolinės energetikos dalys bendrame elektros suvartojime buvo perskaičiuotos darbo autoriaus atsižvelgiant į SHARES priemonės, kurios duomenys naudojami priklausomo kintamojo SRES matavimui, metodiką.

Toliau pateikiamas apibendrintas kintamųjų sąrašas, su pateikiamas kintamųjų pavadinimų trumpiniais, kurie bus naudojami regresijų modeliuose. Lentelėje taip pat nurodomi kintamųjų tipai (priklausomi (PK), nepriklausomi (NK) ar įsiterpiančys (IK) kintamieji), matavimo vienetai, šaltiniai, duomenų vidurkiai, standartiniai nuokrypiai, duomenų mastelio variacijos bei nurodoma kokią hipotezę kiekvienas iš kintamųjų tiria.

---

<sup>74</sup> Europos Komisija, Koen Rademaekers, Matthew Smith, Dedecca Gorenstein et al., „Energy costs, taxes and the impact of government interventions on investments: Final report“ Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/827631>.

<sup>75</sup> Europos Komisija, Thierry Badouard, Joseph Bon Mardion, Pascal Bovy et al., „Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union: Final report“, 2022 ed., Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/304199>.

Kintamasis	Aprašymas	Tipas	Hip.	Mato vnt	Šaltinis	Vid.	SD	Min	Max
SRES	AEI energijos dalis bendrame elektros suvartojime	PK	-	proc.	Eurostat	0,272	0,185	0,000	0,782
RESCC	Instaliuotų AEI pajėgumų kiekis vienam gyventojui	PK	-	kW	Eurostat	0,784	0,629	0,000	2,892
OP	Žalios naftos vieneto vidutinė kaina (Brent kainos orientyras)	NK	H1	\$/bbl	Pasaulio bankas	76,3	24,2	42,3	112,
GP	Gamtinių dujų vieneto vidutinė kaina Europoje	NK	H1	\$/mmbtu	Pasaulio bankas	8,80	3,54	3,24	16,1
LCOES	Išlygintos saulės energijos sąnaudos (LCOE) (be subsidijų)	NK	H2	\$/MWh	Lazard	125,6	111,1	36,0	359,0
LCOEW	Išlygintos saulės energijos sąnaudos (LCOE) (be subsidijų)	NK	H2	\$/MWh	Lazard	69,6	34,3	38,0	135,
SFF	Iškastinio kuro dalis bendrame elektros suvartojime	NK	H4	proc.	Eurostat	0,514	0,273	0,055	1,34
SN	Branduolinės energijos dalis bendrame elektros suvartojime	NK	H4	Proc.	Eurostat	0,175	0,225	0,000	0,893
SUBRESP	Valstybių parama atsinaujinančiai energetikai	NK	H3	proc. nuo BVP	Europos Komisija	0,0032 5	0,0027 9	0,000	0,0113
SUBFFP	Valstybių parama iškastiniu kuru paremtai energetikai	NK	H5	proc. nuo BVP	Europos Komisija	0,0044 7	0,0033 2	7,91e- 005	0,0248
SUBNP	Valstybių parama branduolinei energetikai	NK	H5	proc. nuo BVP	Europos Komisija	0,0001 43	0,0002 87	0,000	0,0016 3
IMPD	Priklausomybė nuo energijos (visų produktų) importo	NK	H6	proc.	Eurostat	0,568	0,249	-0,211	1,04
FCC	Galutinis energijos suvartojimas vienam gyventojui	IK	-	naftos t. ekv. (TOE)	Eurostat	2,45	1,59	0,322	9,29
GDPC	BVP vienam gyventojui (esamomis kainomis)	IK	-	tūkst. Eur	Eurostat	27,5	18,9	4,97	113,
GHGEC	ŠESD emisijos vienam gyventojui	IK	-	tonos	Eurostat	2,41	1,85	0,353	11,0

### 2.3 Taikomas daugialypės tiesinės regresijos metodas

Siekiant atsakyti į tyrimo probleminį klausimą, tyrime modeliuojamos kelios daugialypės tiesinės regresijos. Pasirinktas statistinis metodas leidžia įvertinti statistinę vieno atsitiktinio dydžio reikšmių priklausomybę, turinčią griežtą funkcinių ryši, nuo kitų neatsitiktinių dydžių. Kitaip tariant,

metodas leidžia įvertinti kelių skirtingų nepriklausomų kintamųjų poveikį priklausomam kintamajam. Daugialypės tiesinės regresijos modelis:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + e,$$

kai,  $Y$  – priklausomas kintamasis,  $a$  – konstanta (angl. *intercept*),  $b$  – krypties koeficientas (angl. *slope*),  $X$  – nepriklausomas kintamasis,  $e$  – liekamosios paklaidos (angl. *residuals*).<sup>76</sup>

Kadangi darbe modeliavimas buvo atliekamas su panelinio tipo duomenimis, prieš pradėdant kiekvieno modelio kūrimą su duomenimis buvo atliktas duomenų tinkamumo įsivertinimas (angl. *panel estimation*) pritaikant tam skirtą gretl funkciją. Įsivertinimas atliekamas tam, kad būtų galima pasirinkti geriausiai duomenims tinkantį panelinių duomenų modeliavimo metodą iš trijų dažniausiai naudojamų: 1) jungtinis mažiausių kvadratų (angl. *pooled OLS*), 2) fiksuotų-efektų (angl. *fixed-effects*), 3) atsitiktinių-efektų (angl. *random-effects*). Duomenų įsivertinimo metu buvo atliekami Hausman ir Breusch-Pagan testai, indikuojantys, kad tinkamiausias metodas atlikti I regresijai (priklausomas kintamasis – AEI energijos dalis bendrame energijos suvartojime (SRES)) su turimais paneliniais duomenimis būtų fiksuotų-efektų (angl. *fixed-effects*) metodas, o II regresijai (priklausomas kintamasis – instaliuotų AEI pajėgumų kiekis vienam gyventojui (RESCC)) – jungtinis mažiausių kvadratų (angl. *pooled OLS*) metodas. Fiksuotų-efektų regresijos išsiskiria tuo, jog leidžia kontroliuoti laiko nepastebimas individualias grupių (šalių) charakteristikas, kurios gali būti susijusios su stebimais nepriklausomais kintamaisiais,<sup>77</sup> tuo tarpu, jungtinius mažiausių kvadratų regresijos modelis yra tas pats klasikinis tiesinės regresijos mažiausių kvadratų (OLS) metodas, pritaikytas panelinių duomenų rinkiniui.<sup>78</sup>

Pasirinkto regresijos modelio rengimo metu buvo įvertinamas modelio tinkamumas (angl. *goodness-of-fit*). Tinkamumas pirmiausia įvertintas peržiūrint nepriklausomų kintamųjų tarpusavio koreliacijas (multikolinearumą), naudojant multikolinearumo matricos įrankį. Tarpusavyje koreliuojantys nepriklausomi kintamieji rengiant modelį buvo kontroliuojami – apjungiami arba pašalinami iš regresijos atsižvelgiant į jų statistinį reikšmingumą. Modelio tinkamumas taip pat vertinamas peržiūrint pačio modelio statistinį reikšmingumą ( $p$ -value > 0,05) determinacijos koeficiento ( $R^2$ ) tinkamumą ( $\geq 0,25$ ) bei standartinės regresijos paklaidą (angl. *standard error of regression*). Parengus modelį atliekama liekanų (paklaidų) analizė, įvertinant paklaidų tarpusavio

<sup>76</sup> Vilmantas Gėgžna, „Biostatistinės analizės pagrindai: 21. Tiesinė regresija“, *mokymai.github.io*, 2022 m., žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., <https://mokymai.github.io/biostatistika/tiesine-regresija.html>.

<sup>77</sup> Jeffrey M. Wooldridge, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge, MA: MIT Press, 2001 m., p. 251-254. <https://ipcig.org/evaluation/apoio/Wooldridge%20-%20Cross-section%20and%20Panel%20Data.pdf>.

<sup>78</sup> TimeSeriesReasoning, „The Pooled OLS Regression Model For Panel Data Sets“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://timeseriesreasoning.com/contents/pooled-ols-regression-models-for-panel-data-sets/>.

nepriklausomumą (Durbin-Watson testas), heteroskedastiškumą (Wald testas) bei skirstinio normalumą (Shapiro-Wilk testas).<sup>79 80</sup>

### 3 Atsinaujinančios energetikos plėtros Europos Sąjungoje palyginimas

Šiame tyrime svarstoma problema – kodėl skirtingose Europos valstybėse atsinaujinanti energetika yra vystoma skirtingais tempais ir kodėl jos plėtros rezultatai šalyse yra skirtingi. Ši problema yra matoma vertinant nagrinėjamų valstybių atsinaujinančios energijos dalies bendroje energetikos struktūroje pokyčius nagrinėjamu laikotarpiu. Nepaisant atsinaujinančios energetikos išvystymo lygio 2008 m., vertinant atsinaujinančios energetikos dalies pokytį 2008-2021 m., pastebima, kad nors atsinaujinančios energetikos dalis ir augo visose nagrinėjamose šalyse, augimas buvo itin skirtingais tempais. Didžiausias atsinaujinančios energetikos dalies bendrame balanse augimas nagrinėjamu laikotarpiu užfiksuotas Estijos, Švedijos ir Danijos energetikos sektoriuose (tarp 19,2 ir 16,2 proc. punktų), tuo tarpu, mažiausiai atsinaujinančios energetikos dalis bendruose balansuose paauogo Slovėnijos, Vengrijos ir Rumunijos balansuose (tarp 3,4 ir 6,4 proc. punktų). Vertinant atsinaujinančios energetikos duomenis, taip pat pastebima koreliacija tarp 2021 m. atsinaujinančios energijos dalies bendruose balansuose ir šių balansų pokyčio nagrinėjamu laikotarpiu (žr. toliau esantį paveikslą).

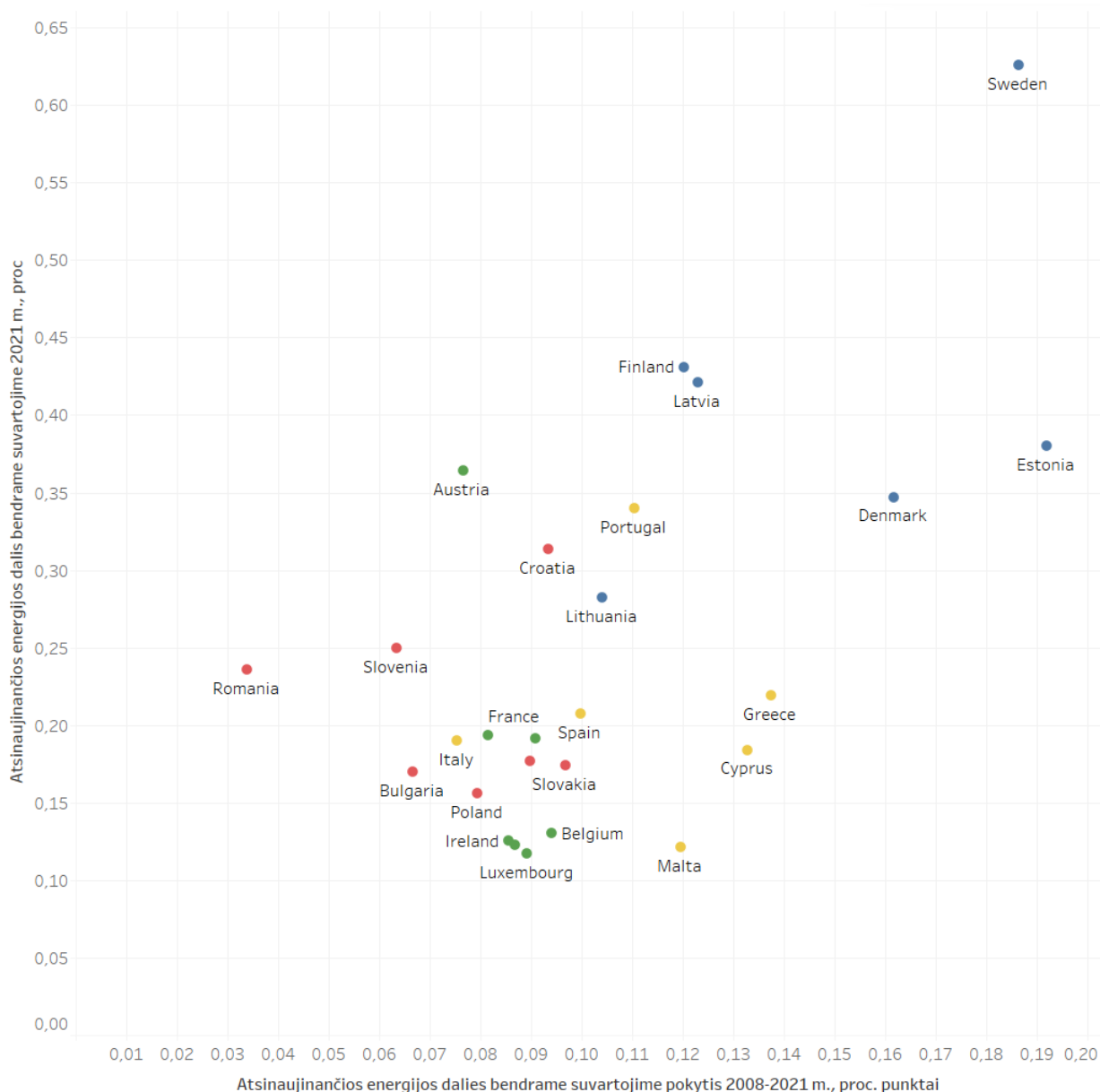
Vertinant atsinaujinančios energetikos dalis bendruose ES šalių balansuose bei šių dalių pokytį nagrinėjamu 2008-2021 m. laikotarpiu, taip pat pastebimos ir regioninės tendencijos. Šiaurės Europos šalys – Švedija, Estija, Danija, Suomija ir Latvija – išsiskiria tuo, jog šalyse nagrinėjamu laikotarpiu lyginant su likusiomis šalimis labiausiai išsaugo atsinaujinančios energijos dalys bendruose balansuose bei tuo, jog šalys 2021 m. laikotarpiu santykinai daugiausia energijos lyginant su kitomis šalimis pasigamino iš atsinaujinančių energetinių šaltinių. Lietuva iš šio regiono rezultatų iškrenta, nes atsinaujinanti energija 2021 m. sudarė palyginant mažesnę dalį viso suvartojimo negu kitose Šiaurės Europos šalyse, o ir nagrinėjamu laikotarpiu padaryta pažanga yra sąlyginai mažesnė. Vertinant kitas šalių grupes, išskirtina tai, jog Pietų Europos šalys – Portugalija, Graikija, Kipras ir Malta – nors ir nebuvo tarp lyderių vertinant 2021 m. energijos pagamintos iš AEI dalis, tačiau nagrinėjamu laikotarpiu padarė didelę pažangą plečiant atsinaujinančią energetiką. Centrinės ir Rytų Europos šalių grupė, nors ir išsiskiria keliomis šalimis, kurios 2021 m. nemažą dalį suvartojamos energijos suvartoja iš AEI (Kroatija, Slovėnija, Rumunija), bendrai padarė mažą pažangą didinant šias dalis 2008-2021 m. laikotarpiu (žr. 1 paveikslą).

---

<sup>79</sup> Andrius Buteikis, „Practical Econometrics and Data Science“, Vilniaus universitetas, 2020 spalio 13 d., [http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE\\_Book/](http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/).

<sup>80</sup> Lawrence Joseph, „Bayesian statistics“, McGill University, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/joseph/courses/EPIB-621/fit.pdf>.



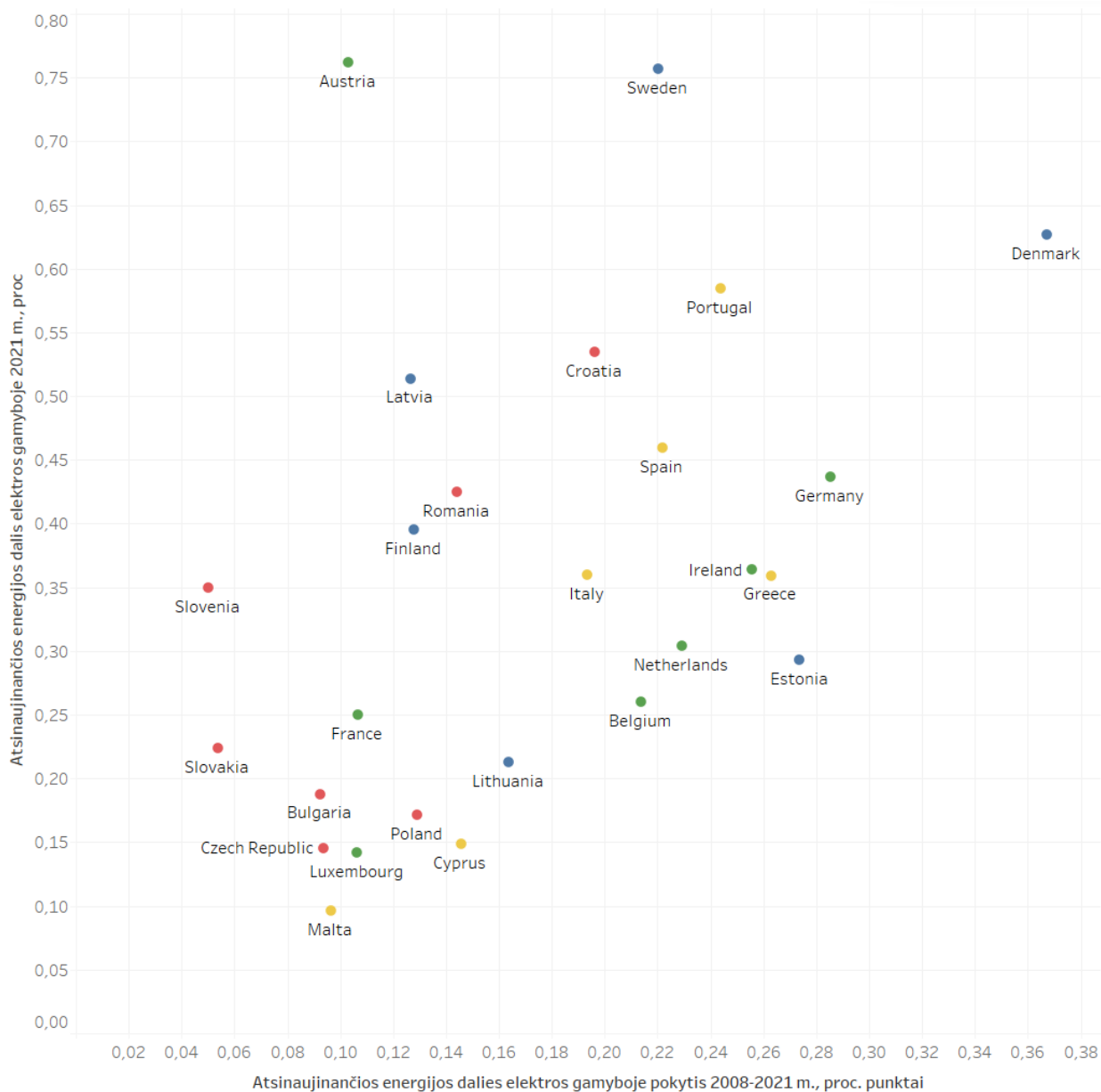


**1 paveikslas.** Europos Sąjungos šalių atsinaujinančios energijos dalis bendrame suvartojime 2021 m. bei jos pokytis 2008-2021 m. laikotarpiu

*Šaltinis: parengta autoriaus, remiantis Eurostato duomenimis*

Vertinant išimtinai elektros energijos pagaminamos iš AEI dalies bendroje elektros energijos struktūroje pokyčius, nustatyta, kad iš AEI pagaminama elektros energija didžiausias dalis 2021 m. sudarė Austrijos, Švedijos ir Danijos elektros energijos balansuose (tarp 76,2 ir 62,6 proc.), o mažiausias dalis – Maltos, Vengrijos, Liuksemburgo, Čekijos ir Kipro balansuose (tarp 9,7 ir 14,8 proc.). Kaip ir su visa energija, pastebima, kad elektros energijos gamybos iš AEI dalis augo visose nagrinėjamose šalyse, tačiau augimas buvo itin skirtingais tempais. Didžiausias atsinaujinančios energetikos dalies bendrame elektros balanse augimas nagrinėjamu laikotarpiu užfiksuotas Danijos, Vokietijos ir Estijos elektros energijos sektoriuose (tarp 27,4 ir 36,7 proc. punktų), tuo tarpu, mažiausiai atsinaujinančios energetikos dalis elektros gamybos balansuose paaugo Slovėnijos,

Slovakijos ir Vengrijos balansuose (tarp 5 ir 8,3 proc. punktų) (žr. toliau esantį paveikslą). Atsižvelgiant į šiuos pokyčius, kaip ir kituose grafikuose, pastebimas Centrinės ir Rytų Europos šalių atsilikimas nuo kitų Europos Sąjungos šalių.



**2 paveikslas.** Europos Sąjungos šalių atsinaujinančios energijos dalis elektros energijos gamyboje 2021 m. bei jos pokytis 2008-2021 m. laikotarpiu

*Šaltinis:* parengta autoriaus, remiantis Eurostato duomenimis

Vertinant faktinę atsinaujinančios energetikos plėtrą per instaliuotos galios dydžius vienam gyventojui, nustatyta, jog didžiausiu instaliuotos galios kiekiu 2021 m. pasižymėjo Švedija, Liuksemburgas ir Austrija (tarp 2,8 ir 2,3 kW vienam gyventojui), o mažiausiu – Vengrija, Malta ir Lenkija (tarp 0,3 ir 0,4 kW vienam gyventojui). Faktinės atsinaujinančios energetikos galios augimo tempas taip pat smarkiai skiriasi tarp valstybių – daugiausia šį rodiklį 2008-2021 m. laikotarpiu padidino Nyderlandai, Vokietija ir Švedija (tarp 1,2 ir 1 kW vienam gyventojui), o mažiausiai –

Slovakija, Latvija ir Čekija (tarp 0,01 ir 0,2 kW vienam gyventojui) (žr. toliau esantį paveikslą). Šiuo pjuviu taip pat pastebima Šiaurės ir Vakarų Europos šalyse tendencingai vyraujanti spartesnė plėtra negu Centrinės ir Rytų Europos šalyse.



**3 paveikslas.** Europos Sąjungos šalių faktinės atsinaujinančios energijos galios vienam gyventojui 2021 m. bei jos pokytis 2008-2021 m. laikotarpiu

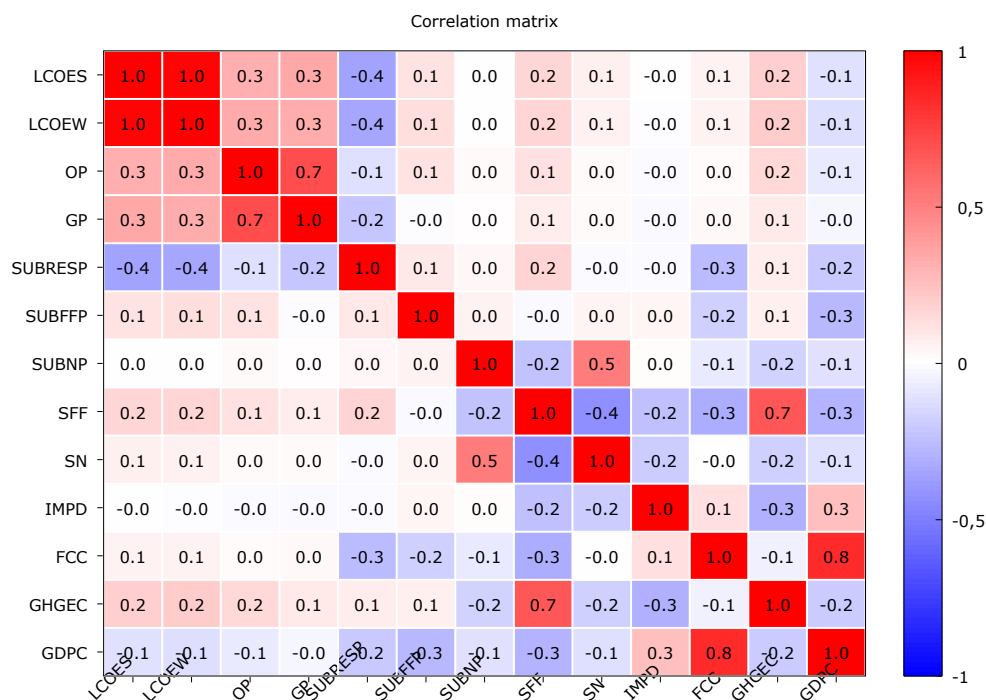
*Šaltinis: parengta autoriaus, remiantis Eurostato duomenimis*

#### 4 Regresijos modeliavimo rezultatai

Toliau darbe pateikiamas ir aprašomas abiejų regresijų modeliavimo skirtingiems priklausomiems kintamiesiems procesas – modeliavimo eiga, taikytos prielaidos bei atlikti modelio validavimo testai, bei regresijos modelių rezultatai ir jų implikacijos tyrimo klausimui.

#### 4.1 Nepriklausomų kintamųjų tarpusavio koreliacijos patikrinimas

Prieš modeliuojant tiesinę regresiją, darbe buvo atliktas duomenų multikolinearumo patikrinimas. Pasitelkus gretl koreliacijos matricos (angl. *correlation matrix*) funkciją buvo įvertintos koreliacijos tarp skirtingų nepriklausomų kintamųjų (žr. toliau esantį paveikslą). Stipria tarpusavio koreliacija koreliacijos matricose yra laikoma absoliuti koreliacijos koeficiento išraiška tarp  $\pm 0.7$  ir  $\pm 1$ , vidutine koreliacija – koeficiento išraiška tarp  $\pm 0.5$  ir  $\pm 0.7$ , o silpna koreliacija – koeficiento išraiška tarp 0 ir  $\pm 0.5$ .<sup>81</sup>



#### 4 paveikslas. Pirmojo regresijos modelio multikolinearumo matrica

Šaltinis: sudaryta autoriaus, naudojant gretl programinę įrangą

Nustatyta, kad beveik tobulą tarpusavio koreliaciją turi išlygintų saulės (LCOES) ir vėjo (LCOEW) energijos ilgalaikių išlygintų sąnaudų kintamieji ( $r = 0,983$ ). Abiejų technologijų technologinis išsivystymas nagrinėjamu laikotarpiu vyko panašiu tempu, todėl sutampa ir technologijų išlygintų sąnaudų mažėjimo kreivės, kas lemia ir didelę kintamųjų tarpusavio koreliaciją. Didelę tarpusavio koreliaciją taip pat turi kontroliniai galutinio energijos suvartojimo vienam gyventojui (FCC) ir BVP vienam gyventojui (GDPC) kintamieji ( $r = 0,83$ ), kadangi seniai žinoma, jog šalių ekonominio išsivystymo lygis yra stipriai susijęs su šalies energijos poreikiais.<sup>82</sup>

<sup>81</sup> M. M. Mukaka, „Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research.” *Malawi medical journal: the journal of Medical Association of Malawi*, Vol. 24, No. 3, 2012, p. 69-71, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3576830/#:~:text=A%20correlation%20coefficient%20of%20zero,between%20E2%88%921%20and%20B1>.

<sup>82</sup> Our World In Data, „GDP per capita vs. energy use, 2015“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://ourworldindata.org/grapher/energy-use-per-capita-vs-gdp-per-capita>.

Tarpusavyje vidutiniškai koreliuoja nepriklausomi naftos (OP) ir gamtinių dujų (GP) kainų kintamieji ( $r = 0,698$ ), kurie patvirtina tai, kad naftos ir gamtinių dujų kainos globaliose rinkose yra stipriai susietos (angl. *coupled*).<sup>83</sup> Tarpusavyje taip pat vidutiniškai koreliuoja ir elektros energijos gamybos dalies iš iškastinio kuro (SFF) bei ŠESD emisijų vienam gyventojui (GHGEC) kintamieji ( $r = 0,658$ ), kadangi abu kintamieji iš esmės parodo šalies (atvejo) elektros energijos gamybos sektoriaus sąlyginį taršumą ir neigiamą poveikį klimatui. Verta paminėti ir vidutinę tarpusavio koreliaciją tarp elektros energijos gamybos dalies iš branduolinės energijos (SN) bei subsidijų skirtų branduolinei energetikai proc. nuo BVP (SUBN) ( $r = 0,515$ ), kurią paaiškina poreikis valstybėms subsidijuoti branduolinės energijos gamybą, kai šios savikaina nukrenta žemiau rinkos kainos.<sup>84</sup>

Nepriklausomų kintamųjų multikolinearumo problema darbe sprendžiama modeliuojant tiesinę regresiją su visais turimais kintamaisiais ir gavus rezultatus pašalinant vieną iš tarpusavyje stipriai koreliuojančių ( $\pm 0.7 - \pm 1$ ) nepriklausomų kintamųjų iš parengto modelio. Pasirinkimas dėl to kurie tarpusavyje koreliuojantys bus šalinami iš modelio buvo priimtas atsižvelgiant į statistinį nepriklausomų kintamųjų reikšmingumą – iš modelio pašalinti mažiau statistiškai reikšmingi kintamieji.

Darbe atsižvelgiama ir į koreliacijos matricos trūkumus – įrankis matuoja tik dvimačius koreliacijos ryšius tarp dviejų kintamųjų, tai yra, parodo kintamųjų tarpusavio koreliaciją nepriklausomai nuo kitų kintamųjų. Atsižvelgiant į tai, parengti regresijų modeliai, priklausomai nuo pasirinkto metodo, papildomai bus įvertinami pagal jų dispersijos infliacijos faktorių (angl. *variance inflation factor*) (VIF) arba atliekant Belsley-Kuh-Welsch (BKW) testą. VIF rodiklis įvertina tai kiek konkretaus nepriklausomo kintamojo apskaičiuoto regresijos koeficiento dispersija padidėja dėl kitų koreliuojančių kintamųjų buvimo modelyje, tai yra, apskaičiuoja kintamųjų multikoreliaciją atsižvelgiant į visus modelyje esančius kintamuosius. Darbe bus laikoma, jog kintamieji tarpusavyje reikšmingai koreliuoja, jeigu VIF rodiklio reikšmė bus didesnė nei 4.<sup>85</sup> Tuo tarpu Belsley-Kuh-Welsch (BKW) testas veikia panašiu principu ir pateikia keletą diagnostinių statistikų, nurodančių kokią duomenų dispersiją paaiškina kiekviena pagrindinė komponentė. Darbe bus laikoma, kad būklės indekso (angl. *condition index*) reikšmė didesnė negu 3 reikš tobulą koreliaciją, o reikšmė tarp 1 ir 3 – vidutiniškai stiprią koreliaciją.<sup>86</sup> Rodikliai bus nustatomi pritaikant specifines gretl funkcijas.

---

<sup>83</sup> Ślosarski, 9.

<sup>84</sup> M. V. Ramana, „Economics of Nuclear Power: Subsidies and Competitiveness.” *Economic and Political Weekly*, Vol. 42, No. 2, 2007, p. 169–71, <http://www.jstor.org/stable/4419139>.

<sup>85</sup> CFI, „Variance Inflation Factor (VIF): A measure of the severity of multicollinearity in regression analysis“, Corporate Finance Institute, 2022 m. gruodžio 5 d., <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/variance-inflation-factor-vif/>.

<sup>86</sup> David A. Belsley, „A Guide to Using the Collinearity Diagnostics“, Working Paper No. 190, 1989 m. gruodis, <http://fmwww.bc.edu/EC-P/wp190.pdf>.

## 4.2 I regresijos modelis. PK: AEI energijos dalis elektros energijos suvartojime

Pirmasis tiesinės regresijos modelis buvo sumodeliuotas priklausomu kintamuoju laikant iš AEI pagamintą energijos dalį bendrame elektros energijos suvartojime (SRES). Šio kintamojo pokyčiai parodo ne tik atsinaujinančios energetikos plėtrą, tačiau ir bendrą Europos Sąjungos šalių energetikos sektorių transformaciją nagrinėjamu laikotarpiu, kadangi šio priklausomo kintamojo augimas savaime reiškia ir konvencinės iškastinio kuro arba branduolinės energetikos dalies mažėjimą bendrajame suvartojime.

Prieš modelio kūrimą atliktas duomenų tinkamumo įsivertinimas (angl. *panel estimation*), kurio metu buvo atlikti Hausman ir Breusch-Pagan testai, indikavo, jog tinkamiausias metodas atlikti regresijai su šiuo priklausomu kintamuoju (SRES) yra fiksuotų-efektų (angl. *fixed-effects*) metodas. Regresijos modeliavimas atliktas su 324 stebėjimais (n).

Kadangi modeliuojant skirtingus regresijos modelius su priklausomu kintamuoju SRES darbe buvo susiduriama su pasikartojančia autokoreliacijos problema (Durbin-Watson mažiau negu 1,5 arba daugiau negu 2,5), o šalies atsinaujinančios energetikos dalies bendrame elektros suvartojime lygis yra stipriai priklausomas nuo jo praeities lygio (šalių atsinaujinančios energijos suvartojimo kiekis keičiasi lėtai ir yra priklausomas nuo egzistuojančio infrastruktūros išsivystymo), į regresijos modelį papildomai įterptas dviem laiko periodais vėluojantis priklausomas kintamasis (angl. *lagged dependent variable*) – SRES\_2. Vėluojančio priklausomojo kintamojo įterpimas pagerina modelio autokoreliacijos situaciją bei keičia regresijos rezultatų interpretavimą iš trumpojo laikotarpio į ilgojo laikotarpio ryšį tarp kintamųjų.<sup>87</sup> Vertinama, kad tai atitinka šio darbo teorinį bei loginį tyrimo modelį, kadangi nagrinėjami nepriklausomi kintamieji poveikį priklausomam kintamajam daro ne trumpuoju, o, kaip jau minėta, ilguoju laikotarpiu.

Modeliuojant regresijos modelį buvo siekiama užtikrinti modelio tinkamumą (angl. *goodness of fit*), todėl buvo atsižvelgta į ankščiau aprašytą multikoreliacijos suvaldymo metodą ir iš modelio buvo pašalinti šie su kitais nepriklausomais kintamaisiais koreliuojantys kintamieji: išlygintos saulės energijos sąnaudos (LCOES), vidutinė naftos kaina (OP), iškastinio kuro dalis bendrame suvartojime (SFF), branduolinės energijos dalis bendrame suvartojime (SN), galutinis energijos suvartojimas vienam gyventojui (FCC). Siekiant įvertinti likusių modelyje esančių nepriklausomų kintamųjų tarpusavio koreliaciją, buvo atliktas Belsley-Kuh-Welsch (BKW) testas (žr. toliau esančią lentelę). Pagal rodiklį, visų kintamųjų būklės indeksai nesiekia 1, arba kitaip tariant, nesiekia nustatytos vidutiniškai stiprios multikoreliacijos ribos.

**1 lentelė.** I regresijos modelio BKW testo rezultatai

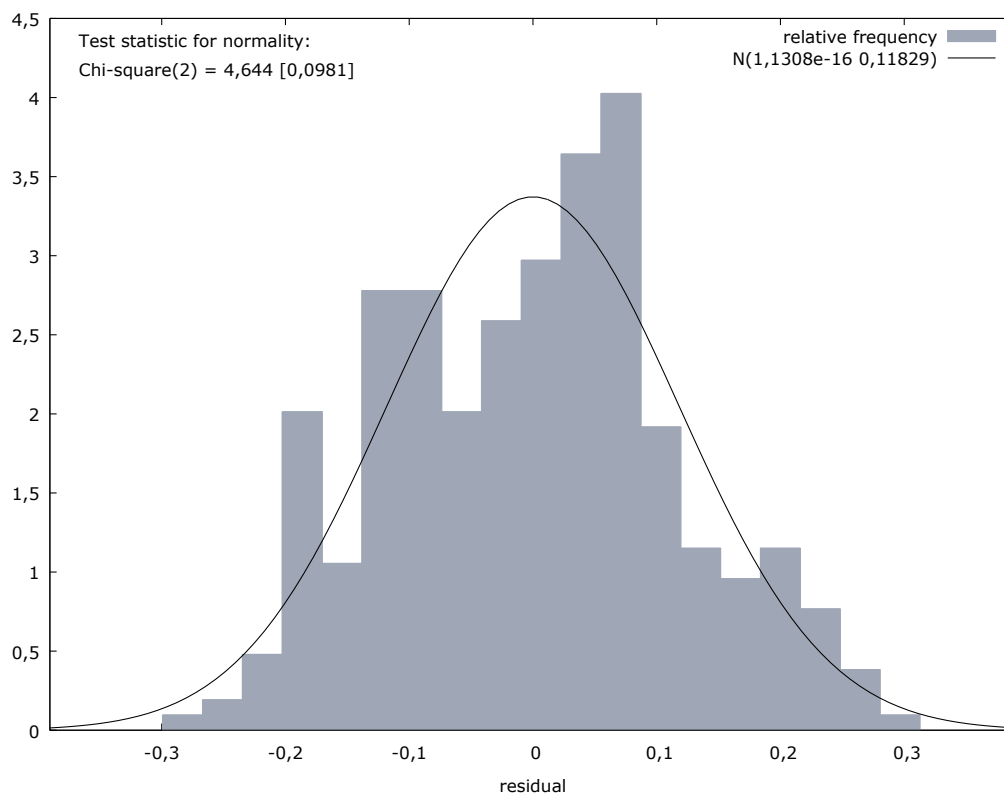
---

<sup>87</sup> Ryan Holbrook, Alexis Cook, „Time Series as Features: Predict the future from the past with a lag embedding“, Kaggle, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://www.kaggle.com/code/ryanhobrook/time-series-as-features>.

Kintamasis	BKW būklės indeksas	Kintamasis	BKW būklės indeksas
LCOEW	0,110	IMPD	0,084
GP	0,229	GDPC	0,168
SUBRESP	0,153	GHGEC	0,054
SUBNP	0,027	SUBFFP	0,064

Šaltinis: sudaryta autoriaus, naudojant gretl programinę įrangą

Modelio tinkamumas (angl. *goodness of fit*) taip pat įvertintas peržiūrint modelio paklaidų tarpusavio nepriklausomumą (autokoreliaciją) (Durbin-Watson), heteroskedastiškumą (Wald testas, taikomas fiksuotų-efektų metodo regresijoje) bei skirstinio normalumą (Shapiro-Wilk testas). Durbin-Watson indikatorius nurodo, kad modelio autokoreliacijos lygis yra priimtinas (p-value = 1,823539, priimtinas lygis – tarp 1,5 ir 2,5), tačiau svarbu pabrėžti, kad patenkinamas autokoreliacijos lygis buvo pasiektas įtraukiant papildomą vėluojantį kintamąjį SRES\_2. Atliktas Wald testas nurodė, jog modelio vienetai turi bendrą klaidų dispersiją (p-value = 0,867611), tai yra, kad modelis yra homoskedastiškas. Vertinant modelio liekanų skirstinio normalumą, iš liekanų skirstinio histogramos matoma, jog liekanos yra pasiskirsčiusios tinkamai (p-value = 0,0980793) (žr. toliau esantį paveikslą).



**5 paveikslas.** I regresijos modelio liekanų histograma

Įvertinus visas reikalingas analizės prielaidas skirtas modelio tinkamumui įvertinti, buvo parengtas toliau pateikiamas daugialypės tiesinės regresijos modelis:

---

Modelis 1: Fiksuoti-efektai (angl. *fixed-effects*), naudojant 324 stebėjimus  
 Skerspjūvio (angl. *cross-sectional*) vienetai = 27  
 Laiko serijos (angl. *time-series*) = 12  
 Priklausomas kintamasis: AEI energijos dalis bendrame elektros suvartojime (SRES)

	<i>Determinacijos koeficientas (r)</i>	<i>Standartinė paklaida</i>	<i>t-ratio</i>	<i>Statistinis reikšmingumas (p-value)</i>	
const	0,548217	0,0368535	14,88	<0,0001	***
LCOEW	-0,000458929	0,000236787	-1,938	0,0536	*
GP	0,00131682	0,00207266	0,6353	0,5257	
SUBRESP	15,7372	2,86739	5,488	<0,0001	***
SUBFFP	3,41413	2,18741	1,561	0,1197	
SUBNP	-177,419	23,7801	-7,461	<0,0001	***
IMPD	-0,341999	0,0312380	-10,95	<0,0001	***
GDPC	0,000432453	0,000411631	1,051	0,2943	
GHGEC	-0,0536622	0,00414592	-12,94	<0,0001	***
SRES_2	0,0350252	0,0413631	0,8468	0,3978	
Mean dependent var	0,270426	S.D. dependent var		0,169210	
Sum squared resid	4,393845	S.E. of regression		0,123517	
LSDV R-squared	0,524896	Within R-squared		0,511333	
LSDV F(35, 288)	9,090933	P-value(F)		9,67e-30	
Log-likelihood	236,9512	Akaike criterion		-401,9024	
Schwarz criterion	-265,7956	Hannan-Quinn		-347,5761	
rho	-0,046698	Durbin-Watson		1,823539	

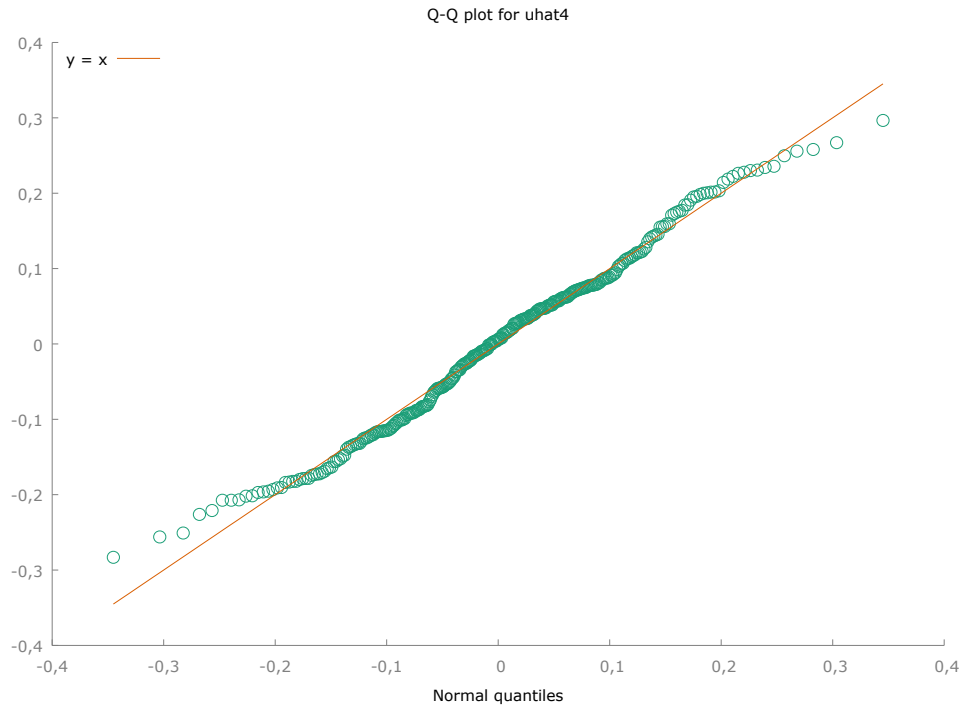
---

Modelio statistinis reikšmingumas (p-value) siekia 9,67e-30, todėl galima atmesti nulinę regresijos modelio hipotezę, jog tarp priklausomo ir nepriklausomų kintamųjų nėra statistiškai reikšmingo ryšio bei galima traktuoti modelį kaip statistiškai reikšmingą. Fiksuotų-efektų modelio determinacijos koeficientas (Within R-squared), nurodantis santykinį modelio prognozavimo pajėgumą, siekia 0,511333. Kitaip tariant, parengtas modelis gali paaiškinti ~51 proc. priklausomo kintamojo reikšmių sklaidos. Socialiniuose moksluose dažniausiai taikoma, jog determinacijos koeficientas turėtų būti didesnis negu 0,25,<sup>88</sup> tam, kad modelis būtų patikimas, todėl ir šiuo atveju daroma išvada, kad modelis yra tinkamas tolesniam vertinimui.

---

<sup>88</sup> Andrius Buteikis, „Practical Econometrics and Data Science“, Vilniaus universitetas, 2020 spalio 13 d., [http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE\\_Book/](http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/).





**6 paveikslas.** I regresijos liekanų sklaidos Q-Q grafikas

Vertinant parengto modelio rezultatus, nustatyta, jog modelyje statistiškai reikšmingi (p-value <0,0001) nepriklausomi kintamieji, statistinio reikšmingumo tvarka, yra šie: ŠESD emisijos vienam gyventojui (GHGEC), priklausomybė nuo energijos importo (IMPD), valstybių parama branduolinei energetikai (SUBNP), valstybių parama atsinaujinančiai energetikai (SUBRESP) bei išlygintos vėjo energijos technologijų sąnaudos (LCOEW) (p-value = 0,0536). Modelio rezultatus galima interpretuoti, taip, kad teigiamą statistinį poveikį atsinaujinančios energetikos dalies bendrame energetikos suvartojime dydžiui turi valstybių parama atsinaujinančiai energetikai (SUBRESP) ( $r = 15,7$ ) bei išlygintos vėjo energijos technologijų sąnaudos (LCOEW) ( $r = -0,00046$ ) (nors kintamojo koeficientas yra neigiamas ir indikuoja neigiamą ryšį su priklausomu kintamuoju, taip yra dėl to, kad kintamasis yra matuojamas kaip savikaina už sugeneruojamos energijos megavatvalandę, todėl jos mažėjimas ir turėtų indikuoti priklausomi kintamojo didėjimą). Tuo tarpu, didžiausią neigiamą poveikį atsinaujinančios energetikos dalies bendrame energetikos suvartojime dydžiui turi ŠESD emisijos vienam gyventojui (GHGEC) ( $r = -0,05$ ), priklausomybė nuo importo (IMPD) ( $r = -0,34$ ), valstybių parama branduolinei energetikai (SUBNP) ( $r = -177,42$ ).

Pabrėžtina ir tai, jog dalis nepriklausomų kintamų neturi statistiškai reikšmingo ryšio su priklausomi kintamuoju. Statistiškai reikšmingo ryšio neturi gamtinių dujų kaina (GP) (p-value = 0,5257), valstybės parama iškastiniu kuru paremtai energetikai (SUBFFP) (p-value = 0,1197), BVP vienam gyventojui (GDPC) (p-value = 0,2943).

#### 4.3 II regresijos modelis. PK: AEI energijos pajėgumai vienam gyventojui

Antrasis tiesinės regresijos modelis buvo sumodeliuotas priklausomu kintamuoju laikant instaliuotos atsinaujinančios energijos pajėgumus vienam gyventojui (RESCC). Šio kintamojo pokyčiai tiesiogiai parodo atsinaujinančios energetikos plėtrą, nepaisant to kaip keičiasi iškastiniu kuru ar branduoline energetika paremtos energetikos situacija. Kadangi faktinis instaliuotos galios rodiklis stipriai koreliuoja su valstybių dydžiu – tiek populiacijos, tiek BVP prasme, pateikiamas kintamasis yra padalintas iš gyventojų skaičiaus taip užtikrinant šių veiksnių kontrolę.

Prieš modelio kūrimą atliktas duomenų tinkamumo įsivertinimas (angl. *panel estimation*), kurio metu buvo atlikti Hausman ir Breusch-Pagan testai, indikavo, jog tinkamiausias metodas atlikti regresijai su šiuo priklausomu kintamuoju (RESCC) yra jungtinis mažiausių kvadratų (angl. *pooled OLS*) metodas. Regresija modelis parengtas pritaikant 378 stebėjimus. Regresijos modeliavimas taikant pastarąjį metodą yra atliekamas iš modelio po vieną išmetant statistiškai nereikšmingus kintamuosius bei stebint kaip tai keičia modelio rezultatus, ypač modelio statistinį reikšmingumą. Iš modelio dėl mažo statistinio reikšmingumo buvo pašalinti šie kintamieji: išlygintos saulės energijos sąnaudos (LCOES), vidutinė naftos kaina (OP), ŠESD emisijos vienam gyventojui (GHGEC), vidutinė gamtinių dujų kaina (GP).

Modeliuojant regresijos modelį buvo taip pat buvo siekiama užtikrinti modelio tinkamumą (angl. *goodness of fit*), todėl buvo atsižvelgta į anksčiau aprašytą multikoreliacijos suvaldymo metodą ir iš modelio buvo pašalintas modelyje vis dar statistiškai reikšmingas, tačiau su kitais nepriklausomai koreliuojantis galutinio energijos suvartojimo vienam gyventojui (FCC) kintamasis, kurio koreliacijos koeficientas ( $r$ ) su kintamuoju GDPC siekia 0,83. Siekiant įvertinti likusių modelyje esančių nepriklausomų kintamųjų tarpusavio koreliaciją, buvo įvertintas modelio dispersijos infliacijos faktorius (VIF) (žr. toliau esančią lentelę). Pagal rodiklį, visų statistiškai reikšmingų kintamųjų reikšmės siekia tarp 1,142 ir 1,989, arba kitaip tariant, gerokai žemiau negu nustatyta multikoreliacijos egzistavimo riba – 4.

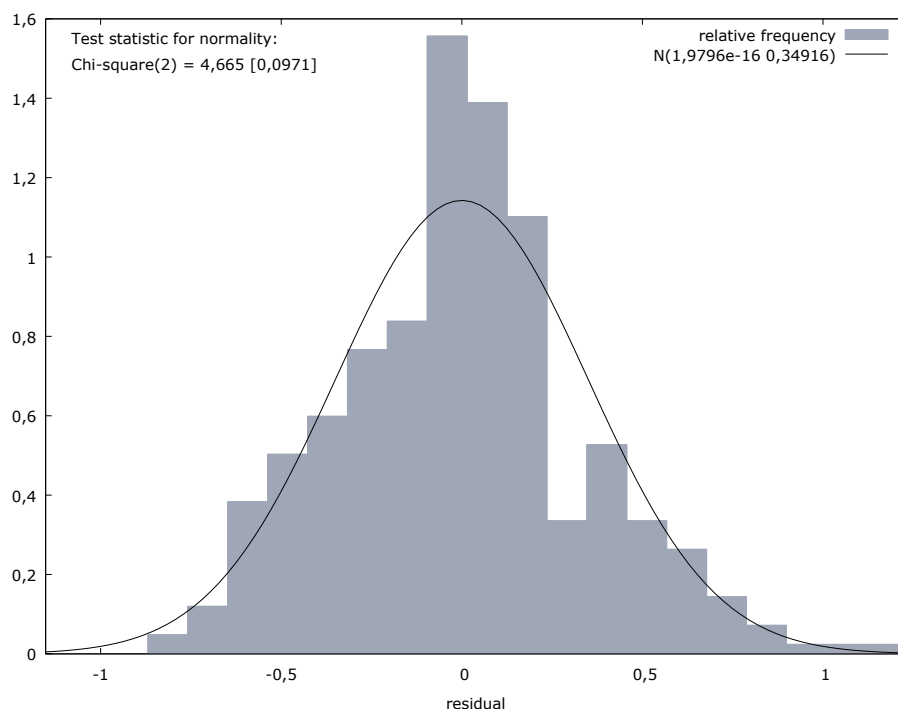
2 lentelė. II regresijos modelio VIF testo rezultatai

Kintamasis	VIF	Kintamasis	VIF
SUBRESP	1,318	SUBNP	1,400
SFF	1,843	IMPD	1,289
SN	1,989	GDPC	1,404
SUBFFP	1,142	LCOEW	1,329

Šaltinis: sudaryta autoriaus, naudojant *gretl* programinę įrangą

Modelio tinkamumas (angl. *goodness of fit*) taip pat įvertintas peržiūrint modelio paklaidų tarpusavio nepriklausomumą (autokoreliaciją) (Durbin-Watson), heteroskedastiškumą (Wald testas) bei skirstinio normalumą (Shapiro-Wilk testas). Durbin-Watson indikatorius nurodo, kad modelio autokoreliacijos lygis yra priimtinas ( $p$ -value = 1,589848, kai priimtinas lygis – tarp 1,5 ir 2,5). Tą

patį rezultatą patvirtino ir atliktas Wooldridge autokoreliacijos testas, kurio rezultatas (p-value = 0,458634) taip pat patvirtina autokoreliacijos nebuvimą. Atliktas Wald testas nurodė, jog modelio vienetai turi bendrą klaidų dispersiją (p-value = 0,982014), tai yra, kad modelis yra homoskedastiškas. Vertinant modelio liekanų skirstinio normalumą, iš liekanų skirstinio histogramos matoma, jog liekanos yra pasiskirsčiusios tinkamai (p-value = 0,0970555) (žr. toliau esantį paveikslą).



**7 paveikslas.** II regresijos modelio liekanų histograma

Įvertinus visas reikalingas analizės prielaidas skirtas modelio tinkamumui įvertinti, buvo parengtas toliau pateikiamas daugialypės tiesinės regresijos modelis:

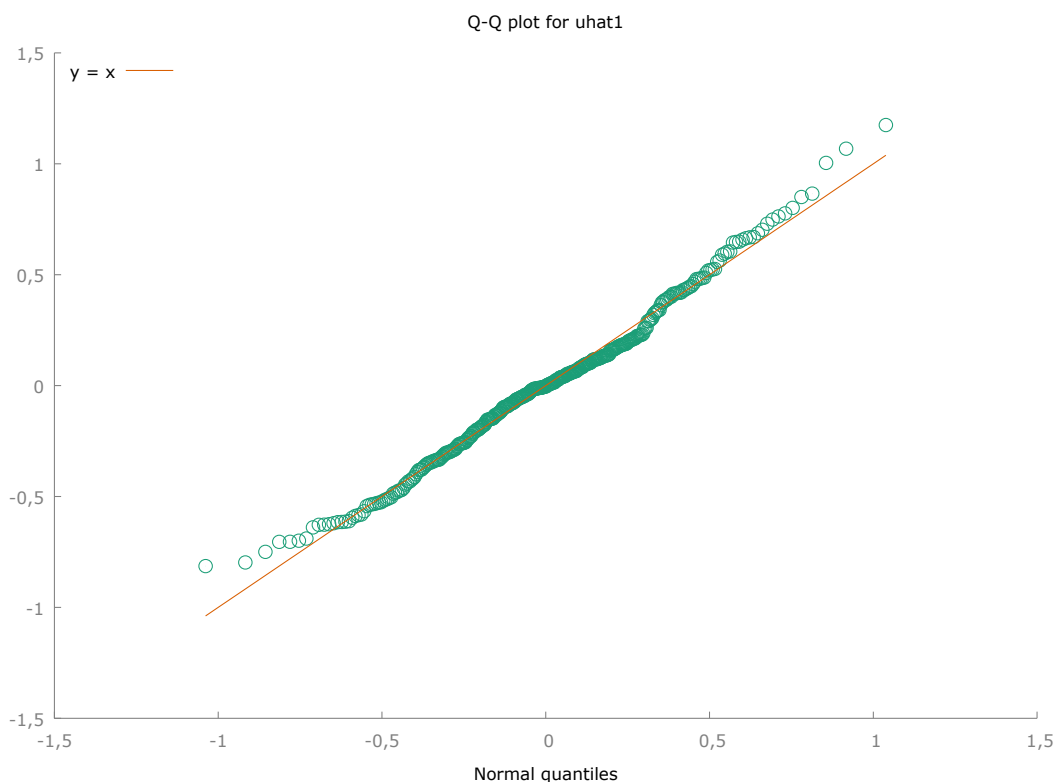
---

Modelis 2: Jungtinis mažiausių kvadratų (angl. *pooled OLS*), naudojant 378 stebėjimus  
 Skerspjūvio (angl. *cross-sectional*) vienetai = 27  
 Laiko serijos (angl. *time-series*) = 14  
 Priklausomas kintamasis: instaliuotų AEI pajėgumų kiekis vienam gyventojui (RESCC)

	<i>Determinacijos koeficientas (r)</i>	<i>Standartinė paklaida</i>	<i>t-ratio</i>	<i>Statistinis reikšmingumas (p-value)</i>	
const	1,02479	0,105952	9,672	<0,0001	***
SUBRESP	65,2206	7,39147	8,824	<0,0001	***
SFF	-1,16814	0,0893894	-13,07	<0,0001	***
SN	-0,449669	0,112801	-3,986	<0,0001	***
SUBFFP	-22,6949	5,79283	-3,918	0,0001	***
SUBNP	-333,969	74,0429	-4,510	<0,0001	***
IMPD	-0,390279	0,0820535	-4,756	<0,0001	***
GDPC	0,0187034	0,00112619	16,61	<0,0001	***
LCOEW	0,00119805	0,000604635	1,981	0,0483	**

Mean dependent var	0,784412	S.D. dependent var	0,620134
Sum squared resid	44,98566	S.E. of regression	0,349160
R-squared	0,689714	Adjusted R-squared	0,682987
F(8, 369)	102,5282	P-value(F)	6,07e-89
Log-likelihood	-134,0628	Akaike criterion	286,1255
Schwarz criterion	321,5395	Hannan-Quinn	300,1808
rho	0,028344	Durbin-Watson	1,589848

Modelio statistinis reikšmingumas (p-value) siekia  $6,07e-89$ , todėl galima atmesti nulinę regresijos modelio hipotezę, jog tarp priklausomo ir nepriklausomų kintamųjų nėra statistiškai reikšmingo ryšio bei galima traktuoti modelį kaip statistiškai reikšmingą. Modelio patikslintas determinacijos koeficientas (angl. *adjusted R-squared*), nurodantis santykinį modelio prognozavimo pajėgumą, siekia 0,682987. Kitaip tariant, parengtas modelis gali paaiškinti ~68,3 proc. priklausomo kintamojo reikšmių sklaidos. Socialiniuose moksluose dažniausiai taikoma, jog determinacijos koeficientas turėtų būti didesnis negu 0,25,<sup>89</sup> tam, kad modelis būtų patikimas, todėl ir šiuo atveju daroma išvada, kad modelis yra tinkamas tolesniam vertinimui.



**8 paveikslas.** II regresijos modelio liekanų sklaidos Q-Q grafikas

<sup>89</sup> Andrius Buteikis, „Practical Econometrics and Data Science“, Vilniaus universitetas, 2020 spalio 13 d., [http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE\\_Book/](http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/).

Vertinant parengto modelio rezultatus, nustatyta, jog modelyje statistiškai reikšmingi ( $p$ -value  $< 0,0001$ ) nepriklausomi kintamieji, statistinio reikšmingumo tvarka, yra šie: BVP vienam gyventojui (GDPC), iškastinio kuro dalis bendrame suvartojime (SFF), valstybių parama atsinaujinančiai energetikai (SUBRESP), priklausomybė nuo energijos importo (IMPD), valstybių parama branduolinei energetikai (SUBNP), branduolines energetikos dalis bendrame suvartojime (SN), valstybių parama iškastiniu kuru paremtai energetikai (SUBFFP) ( $p$ -value = 0,0001) bei išlygintos vėjo energijos technologijų sąnaudos (LCOEW) ( $p$ -value = 0,0483). Modelio rezultatus galima interpretuoti, taip, kad teigiamą statistinį poveikį atsinaujinančios energetikos dalies bendrame energetikos suvartojime dydžiui turi valstybių parama atsinaujinančiai energetikai (SUBRESP) ( $r = 65,2206$ ), BVP vienam gyventojui (GDPC) ( $r = 0,0187$ ) bei išlygintos vėjo energijos technologijų sąnaudos (LCOEW) ( $r = 0,001198$ ).

Tuo tarpu, didžiausią neigiamą poveikį atsinaujinančios energetikos dalies bendrame energetikos suvartojime dydžiui turi valstybių parama branduolinei energetikai (SUBNP) ( $r = -333,969$ ), valstybių parama iškastiniu kuru paremtai energetikai (SUBFFP) ( $r = -22,6949$ ), iškastiniu kuru paremtos energetikos dalis bendrame suvartojime (SFF) ( $r = -1,16814$ ), branduolinės energetikos dalis bendrame suvartojime (SN) ( $r = -0,449669$ ), priklausomybė nuo importo (IMPD) ( $r = -0,390079$ ).

Pabrėžtina ir tai, jog dalis nepriklausomų kintamųjų neturi statistiškai reikšmingo ryšio su priklausomi kintamuoju. Statistiškai reikšmingo ryšio neturi ir iš šio modelio pašalinti buvo išlygintos saulės energijos sąnaudos (LCOES), vidutinė naftos kaina (OP), ŠESD emisijos vienam gyventojui (GHGEC), vidutinė gamtinių dujų kaina (GP).

#### 4.4 Modeliavimo apribojimai

**Galimai ribotas modelio tinkamumas.** Modeliuojant I-ąją regresiją (priklausomas kintamasis – SRES) skirtingai būtų galima interpretuoti modelio autokoreliacijos laipsnį, kadangi nors Durbin-Watson indikatorius (1,823539) buvo tinkamas tolesniam modelio vertinimui, atliktas alternatyvus Wooldridge testas visgi užfiksavo modelyje autokoreliaciją ( $H_0$ : nėra pirmos eilės autokoreliacijos,  $p$ -value = 1,02011e-07). Darbe skirtingi skirtingų testų rezultatai priimami, kaip galimas apribojimas. Taip pat, modeliuojant I-ąją regresiją buvo atliktas Pesaran CD testas skirtas užfiksuoti modelio skerspjūvio priklausomybę (angl. *cross-sectional dependence*), kurią testas užfiksavo ( $H_0$ : nėra skerspjūvio priklausomybės,  $p$ -value = 7,70152e-81). Identifikuota skerspjūvio priklausomybė indikuoja, kad atskiri duomenų rinkinio stebėjimai, tai yra skirtingų valstybių rezultatai tam tikrais metais, nėra nepriklausomi vienas nuo kito bei yra tam tikru būdu susiję erdvėje ar laike. Atsižvelgiant į egzistuojančią akademinę diskusiją, teigiančią, kad ši priklausomybė, o ypač stebėjimų priklausomybė laike, pavyzdžiui, tos pačios valstybės rezultatai skirtingais laikotarpiais,

dažnai galioja paneliniams duomenims dėl tam tikrų nepastebėtų bendrų veiksmų,<sup>90</sup> darbe šis faktas yra užfiksuojamas kaip galimas apribojimas, tačiau nėra papildomai adresuojamas.

**Galimai neįtraukti visi reikalingi nepriklausomi kintamieji.** Svarbu paminėti ir tai, kad parengtas modelis paaiškina tik 51 proc. priklausomo kintamojo reikšmių sklaidos. Kitaip tariant, egzistuoja rizika, kad modelyje nebuvo atsižvelgta į visus reikalingus nepriklausomus kintamuosius, kurie galėtų padėti paaiškinti prognozuoti likusią pusę visų priklausomo kintamojo reikšmių (angl. *omitted variable bias*). Tyrime kaip priklausomas kintamasis buvo naudojama iš AEI pagaminamos elektros energijos dalis, tačiau elektros energija, 2020 m. duomenimis, sudarė tik ~23 proc. visos ES galutinės energijos suvartojimo, kai visa likusi suvartojamos energijos dalis yra suvartojama naftos produktų (35 proc.), gamtinių ir kitų dujų (22 proc.), šildymui skirtų atsinaujinančių išteklių (biokuro, geoterminės ir pan) (12 proc.) bei kitų (8 proc.) energetinių produktų forma.<sup>91</sup> Darbe parengtas modelis gali paaiškinti tik elektros gamybos sektoriaus pokyčius, tačiau svarbu pabrėžti, kad šiame veiksmui galimą poveikį gali daryti būtent kitų sektorių – šildymo, transporto, pramonės elektrifikacijos veiksnys, kuris nors tiesiogiai ir neskatina atsinaujinančios energetikos plėtros, skatina bendro elektros energijos poreikio augimą.

**Galimai įtraukti per platūs nepriklausomi kintamieji.** Darbe naudojamas priklausomybės nuo importo kintamasis apima ne tik priklausomybę nuo elektros ar elektrai gaminti reikalingo kuro, tačiau ir priklausomybę nuo visų energetinių produktų, o valstybių paramos atsinaujinančiai, iškastiniu kuro paremtai bei branduolinei energetikai kintamieji apima ne tik paramą elektros energijos gamybai, tačiau ir energetiniam efektyvumui, poreikio skatinimui, pramonės restruktūrizavimui. Kitaip tariant, regresijoje, dėl duomenų stokos, naudojami kintamieji apima daugiau faktorių negu tik tai kas galėtų paaiškinti priklausomą kintamąjį.

**Unikalus hidroenergijos veiksnys.** Šalys turinčios itin didelius hidroenergijos pajėgumus (Švedija, Austrija) yra unikalūs atvejai, kadangi hidroenergija, priešingai negu vėjo ar saulės energetikos pajėgumai, yra ne nauja ar inovatyvi technologija, tačiau jau aukštą technologinę brandą pasiekusi ir gerai išvystyta technologija. Hidroenergija taip pat yra stipriai nuo geografijos priklausomas veiksnys, todėl būtų tikslinga, nepaisant besitęsiančio jos vystymo ir plėtros, ją vertinti kaip atskirą veiksnį. Darbe hidroenergija atskirai išskirta nebuvo dėl to, kad naudojami nepriklausomų kintamųjų duomenys dėl valstybės paramos ir technologijų kainos yra riboti ir neužtikrina galimybės jos išskirti. Kita vertus, hidroenergijos neišskyrimas padeda išvengti praleistų

---

<sup>90</sup> Arne Henningsen, Géraldine Henningsen, „Chapter 12 - Analysis of Panel Data Using R,“ in *Panel Data Econometrics*, ed. Mike Tsionas, Academic Press, 2019, p. 345-396, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814367-4.00012-5>.

<sup>91</sup> Eurostat, „Energy statistics - an overview“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_-\\_an\\_overview#Final\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption).

kintamųjų klaidos (angl. *omitted variable bias*), kadangi šalys, turinčios didelį hidroenergijos potencialą, dažniausiai kaip prioritetą ir vystys hidroenergijos pajėgumus.<sup>92</sup>

## 5 Diskusija ir tyrimo implikacijos

Vertinant statistinių metodų pagalba atlikto empirinio tyrimo rezultatus, nustatyta, iš darbe keltų šešių hipotezių trys visiškai pasitvirtino, dvi pasitvirtino iš dalies, o viena – nepasitvirtino.

Pirmoji darbe kelta hipotezė – „H1: *Augančios iškastinio kuro kainos skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą*“ nepasitvirtino, kadangi abiejuose modeliuose tiek naftos tiek gamtinių dujų kainos kintamieji buvo nepakankamai statistiškai reikšmingi, todėl atlikto tyrimo rezultatai bent jau šiuo metu neleidžia teigti, kad besikeičianti rinkos situacija ir besikeičiančios gamtinių dujų ir naftos kainos turi bent kokį poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai. Kadangi tyrime tarp šių veiksnių nerasta jokie statistiškai reikšmingo ryšio, galima daryti prielaidą, kad iškastinio kuro kainos pokyčiai, vykę 2008-2021 m. laikotarpiu buvo nepakankami, kad sąlygotų bent kokius pokyčius energetikos sektoriuje, tiek atsisakant iškastiniu kuru paremtos energetikos, tiek skatinant substitucinės atsinaujinančios energetikos plėtrą. Toks aiškinimas yra tikėtinas atsižvelgiant į energetikos sektoriaus imlumą kapitalui, todėl pokyčiams yra reikalingi ganėtinai didelis rinkos nestabilumas. Labai tikėtina, kad pakartojus tyrimą su naujesniais, 2021-2023 m. energetikos kainų krizės duomenimis, iškastinio kuro kainų poveikis būtų statistiškai reikšmingesnis, kadangi šiuo metu keturis kartus išaugęs atsinaujinančios energetikos plėtos tempas tarp Europos Sąjungos valstybių yra didžiąją dalimi priskiriamas rekordiškai aukštoms iškastinio kuro, ir ypač gamtinių dujų, kainoms.<sup>93</sup> Kita vertus, taip pat galima svarstyti ar kainų pokyčiai nebuvo atliepiami įvairių valstybių intervencijų,<sup>94</sup> pavyzdžiui subsidijų ar tarifų, kurių pritaikymas prie pasikeitusių rinkos sąlygų galimai galėjo kuro kainą galutiniam vartotojui išlaikyti per daug nepakitusia. Taip pat, atsižvelgiant ir į tai, kad naudotas priklausomas kintamasis yra labiau susijęs su elektros gamyba, o vertinta naftos ir gamtinių dujų kaina yra labiau aktuali transporto ir pramonės sektoriams,<sup>95</sup> tikėtina, kad kintamųjų poveikis nebuvo toks stiprus, koks, kad galėjo būti kitiems sektoriams.

Antroji darbe kelta hipotezė – „H2: *Mažėjančios ilgalaikės skirtingų atsinaujinančios energijos gamybos technologijų sąnaudos skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą*“ pasitvirtino, tačiau saulės ir vėjo energetikos technologijų sąnaudų poveikis tiek faktinei, tiek santykinei

---

<sup>92</sup> Thor-Arne Englund, Anne Bolle, „Hydropower: The flexible key to a greener Europe“, Politico, 2021 m. liepos 8 d., <https://www.politico.eu/sponsored-content/hydropower-the-flexible-key-to-a-greener-europe/>.

<sup>93</sup> IEA, „Renewable power’s growth is being turbocharged as countries seek to strengthen energy security“, IEA, 2022 m. gruodžio 6 d., <https://www.iea.org/news/renewable-power-s-growth-is-being-turbocharged-as-countries-seek-to-strengthen-energy-security>.

<sup>94</sup> Kurt Van Dender et al., „Why governments should target support amidst high energy prices“, OECD, 2022 m. birželio 30 d., <https://www.oecd.org/ukraine-hub/policy-responses/why-governments-should-target-support-amidst-high-energy-prices-40f44f78/>.

<sup>95</sup> Eurostat, „Energy statistics - an overview“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_-\\_an\\_overview#Final\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption).

atsinaujinančios energetikos plėtrai yra mažiausiai statistiškai reikšmingas iš visų statistiškai reikšmingų veiksnių (I modelio p-value = 0,0536; II modelio p-value = 0,0483), o ir nepriklausomo kintamojo poveikis priklausomiems kintamiesiems yra ribinis (I modelio  $r = -0,00046$ ; II modelio  $r = 0,0012$ ). Abu hipotezei vertinti naudojami kintamieji – saulės energijos technologijų sąnaudos (LCOES) ir vėjo energijos technologijų sąnaudos (LCOEW) tarpusavyje buvo labiausiai ir beveik tobulai tarpusavyje koreliuojantys nepriklausomi kintamieji ( $r = 0,983$ ), todėl abiejuose modeliuose buvo taikytas labiau statistiškai reikšmingas vėjo energijos technologijų kintamasis (LCOEW). Darbe nėra iki galo aiškus skirtingas kintamojo ryšys I-jame (neigiamas) ir II-jame (teigiamas) modeliuose. Taikytas priežastinis mechanizmas indikuoja, kad mažėjant technologijų sąnaudoms atsinaujinančios energetikos dalis ir faktinė galia turėtų didėti, tai yra, ryšys turėtų būti neigiamas, tačiau pagal tyrimo rezultatus, II-sis modelis indikuoja, kad didesnė galia koreliuoja su aukštesnėmis technologijų kainomis. Tyrimo apimtyje išsiskiriantys modelių rezultatas nėra iki galo aiškus, tačiau labiausiai tikėtina, jog tai lėmė išsiskiriančios priklausomų kintamųjų reikšmės skirtingais laikotarpiais, pavyzdžiui, tikėtina, jog instaliuotos AEI energijos pajėgumų kiekis vienam gyventojui stipriai išaugo ankstyvuojų nagrinėjamo laikotarpiu metu, kai vėjo energijos sąnaudos buvo dar ganėtinai aukštos. Bet kuriuo atveju, kintamojo ryšio santykis su priklausomais kintamaisiais yra mažai besiskiriantis tarpusavyje, o pats kintamasis yra mažai statistiškai reikšmingas.

Trečioji darbe kelta hipotezė – „H3: *Valstybinė parama atsinaujinančiai energetikai skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą*“ taip pat pasitvirtino. Valstybių paramos kintamasis buvo itin statistiškai reikšmingas abiejuose modeliuose (p-value =  $<0,0001$ ) bei pasižymėjo stipria koreliacija su priklausomais kintamaisiais (I modelio  $r = 15,7$ ; II modelio  $r = 65,2$ ). Atsižvelgiant į koreliacijos koeficientus, galima daryti išvadą, kad valstybės parama (subsidijos, mokestinė lengvatos, pajamų / kainų parama ir pan.) itin stipriai koreliuoja su atsinaujinančios energetikos galios (RESCC) plėtra ir mažiau, tačiau vis tiek itin reikšmingai, veikia atsinaujinančios energetikos dalies bendrame sektoriaus balanse (SRES) didėjimu. Mažesnę poveikį santykinei atsinaujinančios energetikos daliai bendrame balanse galima paaiškinti tuo, jog jos didėjimui yra reikalingas ne tik atsinaujinančios energetikos plėtos ekonominio naudingumo didėjimas, tačiau ir esamos, jau išvystytos konvencinės energetikos atsiperkamumo mažėjimas, kurį labiau gali užtikrinti papildomi mokesčiai ir apribojimai, kurie šiame tyrime nebuvo įtraukti į modeliavimą.

Atlikto tyrimo rezultatas turi nemažai implikacijų ne tik akademinėi literatūrai, tačiau ir viešajai politikai, kadangi patvirtina jog šiuo metu vykstanti energetikos sektoriaus transformacija yra tikslinė, tai yra, didele dalimi varoma valstybinių intervencijų. Valstybių parama įvairiomis savo formomis – tiesioginėmis subsidijomis, mokestinėmis lengvatomis, kainų / pajamų paramos mechanizmais – buvo įvertinta kaip itin svarbus veiksnys lemiantis tiek faktinės, tiek sąlyginės atsinaujinančios energetikos plėtos rezultatus. Tai yra ypač svarbu klimato kaitos suvaldymo



kontekste, kadangi įrodo, jog valstybių vykdoma energetikos sektoriaus dekarbonizacijos politika yra veiksminga. Identifikuotas ir teigiamas technologijų brandos poveikis (H2) atsinaujinančios energetikos rezultatams taip pat patvirtina ir tai, kad valstybių pastangos ir investicijos į šių technologijų vystymą taip pat ilgainiui atsiperka siekiant atsinaujinančios energetikos plėtros tikslų.

Ketvirtoji darbe kelta hipotezė – „H4: *Konvencinės energetikos, paremtos iškastiniu kuru arba branduoline energetika, dydis ir svarba visame energetikos sektoriuje riboja atsinaujinančios energetikos plėtrą*“ iš dalies pasitvirtino. Iškastiniu kuru paremtos energetikos dalies (SFF) ir branduoliniu kuru paremtos energetikos dalies (SN) nepriklausomi kintamieji nebuvo statistiškai reikšmingi I modelyje ( $p\text{-value} > 0,05$ ), tačiau turėjo didelį statistinį reikšmingumą II-jame modelyje ( $p\text{-value} < 0,0001$ ). II-jame modelyje abu kintamieji pasižymėjo neigiama, tačiau ganėtinai silpna koreliacija su priklausomu kintamuoju (SFF  $r = -1,168$ ; SN  $r = -0,4497$ ). Taigi, galima daryti išvadą, kad konvencinės (iškastiniu kuru paremtos ir branduolinės) energetikos dydis ir svarba viena vertus, nors ir silpnai, tačiau visgi neigiamai koreliuoja su atsinaujinančios energetikos faktine plėtra, nors tuo pat metu neturi esmingesnio poveikio sąlyginei atsinaujinančios energetikos plėtrai vertinamai per bendrus energetikos sektoriaus sisteminius pokyčius.

Penktoji darbe kelta hipotezė – „H5: *Valstybinė parama konvencinei energetikai riboja atsinaujinančios energetikos plėtrą*“ taip pat iš dalies pasitvirtino. Valstybių paramos iškastiniu kuru paremtai energetikai (SUBFFP) ir branduolinei energetikai (SUBNP) kintamieji buvo statistiškai reikšmingi II-jame modelyje ( $p\text{-value} \leq 0,0001$ ), tačiau I-jame modelyje statistiškai reikšmingas buvo tik valstybės paramos branduolinei energetikai (SUBNP) kintamasis ( $p\text{-value} < 0,0001$ ). Abu kintamieji pasižymi itin stipria neigiama koreliacija II-jame modelyje (SUBFFP  $r = -22,695$ ; SUBNP  $r = -333,696$ ), o I-jame modelyje itin stipria neigiama koreliacija pasižymi valstybės paramos branduolinei energetikai (SUBNP) kintamasis ( $r = -177,42$ ). Taigi, atsižvelgus į regresijos rezultatus, galima daryti išvadą, kad valstybės parama iškastiniu kuru paremtai energetikai bei ypač branduolinei energetikai itin stipriai neigiamai koreliuoja su faktine atsinaujinančios energetikos plėtra, o parama branduolinei energetikai itin stipriai neigiamai koreliuoja ir su santykinė atsinaujinančios energetikos plėtra bendrame balanse.

Identifikuoti stiprūs ryšiai tarp konvencinės energetikos dydžio bei ypač valstybių paramos konvencinei energetikai ir mažesnės atsinaujinančios energetikos plėtros sustiprina energetikos sektoriaus protekcionistinės politikos veiksmingumo argumentą, indikuojantį, kad valstybėse veikiančių konvencinės energetikos pramonų dydžiai bei valstybių ir politikos formuotojų taikoma jos paramos politika apriboja arba lėtina atsinaujinančios energetikos plėtrą. Kitaip tariant, kuo daugiau valstybės paramos skiria konvencinei energetikai, tuo mažesnė tose valstybėse yra atsinaujinančios energetikos plėtra ir sąlyginė dalis bendrame balanse. Tai yra tam tikras pozityvus indikatorius toms šalims, kurios būtent tokio rezultato ir siekia bei įrodo, kad valstybių parama tiek

konvencinei tiek atsinaujinančiai energetikai yra lemiantis veiksnys. Šiuo atveju geriausias to pavyzdys būtų Lenkija, kuri, turėdama itin didelę ir svarbią anglių kasybos pramonę bei iškastiniu kuru paremtą energetikos sistemą, kasmet skiria daug paramos šios sistemos išlaikymui ir konkurencinio pranašumo išlaikymui.<sup>96</sup>

Identifikuotas konvencinės energetikos paramos kintamojo poveikis skatina ir dviprasmišką požiūrį į branduolinę energetiką, kuri, nors ir užtikrina stabilų klimatui neutralios energijos tiekimą, tačiau tuo pačiu metu veikia kaip stiprus konkurentas atsinaujinančiai energetikai, kadangi parama branduolinei energetikai itin stipriai neigiamai koreliuoja su atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatais. Tai galima paaiškinti per tradicinės branduolinės energetikos nelankstumą ir sukuriamus apribojimus maksimaliam į tinklą galimam priimti atsinaujinančios energetikos kiekiui.<sup>97</sup> Taigi politikos formuotojai, svarstydami klimato kaitos suvaldymo ir energetikos sektoriaus transformacijos klausimus turėtų atsižvelgti į tai, kad šios dvi energijos rūšys, bent jau kol kas, yra konkuruojančios, o ne vienas kitą papildančios.

Šeštoji darbe kelta hipotezė – „H6: *Valstybių priklausomybė nuo energijos importo skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą*“ nepasitvirtino, kadangi nustatytas ryšys tarp kintamųjų yra ne teigiamas, tačiau neigiamas. Valstybių priklausomybės nuo importo (IMPD) kintamasis buvo itin statistiškai reikšmingas abiejuose modeliuose ( $p\text{-value} < 0,0001$ ) bei pasižymėjo ganėtinai silpnu, tačiau neigiamu ryšiu su priklausomais kintamaisiais (I modelio  $r = -0,34$ ; II modelio  $r = -0,39$ ). Taigi, galima daryti išvadą, kad valstybių priklausomybė nuo importo turi neigiamą koreliaciją tiek su faktine tiek su santykinę atsinaujinančios energetikos plėtra. Kitaip tariant, labiau nuo energijos importo priklausomos šalys yra linkusios turėti mažiau atsinaujinančios energetikos pajėgumų bei mažesnes atsinaujinančios energetikos dalis bendruose balansuose. Tai savaime gali imponuoti du skirtingus dalykus. Viena vertus, galima teigti, kad pigios energijos importas iš trečiųjų šalių buvo ekonomiškai naudingesnis variantas, todėl daugiau importuojančiose šalyse buvo mažiau paskatų vystyti atsinaujinančios energetikos pajėgumus. Kita vertus, priežastinis ryšys gali būti atvirkščias, ir reikšti, kad atsinaujinančios energetikos plėtra skatina priklausomybės nuo importo mažėjimą ir energetinio saugumo augimą. Naudoti statistiniai metodai darbe neužtikrina galimybės išsiaiškinti kuria kryptimi ryšys stipriau veikia, tačiau Lietuvos pavyzdys indikuoja, kad priklausomybė nuo importo savaime atsinaujinančios energetikos plėtros tikrai neskatina – nuo 2010 m. būdama itin priklausoma nuo importo, Lietuva instaliuotos atsinaujinančios energetikos dalį padidino labai ribotai - nuo 1 GW 2010 m. iki 1,8 GW 2021 m., kas iš esmės neturėjo jokio didesnio poveikio Lietuvos

---

<sup>96</sup> Emma Gatten, Agnieszka Suszko, “Can Poland, the dirty man of Europe, end its love affair with coal?”, *The Telegraph*, 2020 m. spalio 22 d., <https://www.telegraph.co.uk/environment/2020/10/22/can-poland-dirty-man-europe-end-love-affair-coal/>.

<sup>97</sup> J. D. Jenkins et al., „The benefits of nuclear flexibility in power system operations with renewable energy“, *Applied Energy*, Vol. 222, 2018, p. 872-884, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.002>.

energijos importo rodikliams (2010 m. importuota 79 proc. energijos, o 2021 m. – 73 proc. energijos visose jos formose). Detalesnėms išvadoms atlikti šiuo klausimų būtų tikslinga atlikti atskirą tyrimą apie priklausomybės nuo importo poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai, detalizuojamą skyriaus pabaigoje.

**3 lentelė.** Tyrimo rezultatų apibendrinimas

Hipotezė	Rezultatas
<b>H1:</b> Aukančios iškastinio kuro kainos skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą	Nepasitvirtino, nėra ryšio
<b>H2:</b> Mažėjančios ilgalaikės skirtingų atsinaujinančios energijos gamybos technologijų sąnaudos skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą	Pasitvirtino, silpnas neigiamas ryšys
<b>H3:</b> Valstybinė parama atsinaujinančiai energetikai skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą	Pasitvirtino, stiprus teigiamas ryšys
<b>H4:</b> Konvencinės energetikos, paremtos iškastiniu kuru arba branduoline energetika, dydis ir svarba visame energetikos sektoriuje riboja atsinaujinančios energetikos plėtrą	Iš dalies pasitvirtino, silpnas neigiamas ryšys II-ame modelyje
<b>H5:</b> Valstybinė parama konvencinei energetikai riboja atsinaujinančios energetikos plėtrą	Pasitvirtino, stiprus vieno neigiamas kintamojo ryšys I-ame modelyje, stiprus neigiamas abiejų kintamųjų ryšys II-ame modelyje
<b>H6:</b> Valstybių priklausomybė nuo energijos importo skatina atsinaujinančios energetikos plėtrą	Nepasitvirtino, silpnas, tačiau neigiamas ryšys

Svarbu paminėti ir tai, jog sumodeliuotos regresijos patvirtina ir įsiterpiančių kintamųjų ryšį su priklausomais kintamaisiais. ŠESD emisijos vienam gyventojui (GHGEC) buvo statistiškai reikšmingiausias kintamasis I-ajame modelyje, o BVP vienam gyventojui (GDPC) – statistiškai reikšmingiausias kintamasis II-ajame modelyje. Atsižvelgiant į šių kintamųjų, įskaitant ir galutinį energijos suvartojimą vienam gyventojui (FCC), stiprią tarpusavio priklausomybę, galima daryti prielaidą, kad visi įsiterpiantys kintamieji yra smarkiai susiję tiek su faktinės, tiek su santykinės atsinaujinančios energetikos plėtos rezultatais ir, kad atsinaujinanti energetika nuosekliai užpildo augančius Europos Sąjungos šalių energijos poreikius, palaipsniui pakeisdama konvencinės energetikos vaidmenį.

Atsižvelgiant į tam tikrų nepriklausomų kintamųjų poveikio atsinaujinančios energetikos plėtrai interpretacijos problemas bei papildomus aktualius klausimus, galinčius išplėsti tyrimų lauką, darbe yra išskiriamos galimos ateities tyrimų kryptys:

1. Pagal tipą (tiesioginės subsidijos, mokestinės lengvatos, kainų / pajamų parama ir pan.) ir tikslus (vartojimo skatinimas, efektyvumo skatinimas, pramonės restruktūrizacija ir pan.) diferencijuotos valstybių paramos poveikio atsinaujinančios energetikos plėtrai vertinimas, nagrinėjant paramos priemonių efektyvumą ir poveikį.

2. Detalesnis kuro ir kitų sąnaudų dedamųjų kainų dinamikos (šokų ir kritimų) poveikio atsinaujinančios energetikos plėtrai vertinimas, nagrinėjant trumpojo ir ilgojo laikotarpio reakcijas į nestabilumus. Tyrimas būtų ypač tikslingas ir galimas po 2021-2023 m. energetikos kainų krizės, atsiradus atnaujintiems ši reiškinį leidžiantiems iširti duomenims.
3. Detalesnis energetinio nesaugumo – priklausomybių nuo importo ar nuo vienos energijos rūšies poveikio atsinaujinančios energetikos plėtrai vertinimas, paaiškinantis nustatyto ryšio kryptį ir priežastis.

## **Išvados**

Apibendrinant, šiame darbe buvo siekiama atsakyti į klausimą kodėl skirtingose Europos Sąjungos valstybėse atsinaujinanti energetika vystosi skirtingais greičiais. Atsižvelgus į egzistuojančią plačią akademinę ir praktinę diskusiją apie tai kokie veiksniai lemia atsinaujinančios energetikos plėtrą bei statistiniais metodais įvertinus pagrindinius identifikuotus politinius ir ekonominius veiksnius, nustatyta, jog valstybių vykdoma politika yra pagrindinis ir svarbiausias veiksnys, nulemiantis tiek faktinės, tiek santykinės atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatus. Valstybės politika gali tiek paskatinti atsinaujinančios energetikos plėtrą ją subsidijuojant, finansuojant technologijų vystymą ar pritaikant kitokios formos paramos priemones, arba ją stipriai apriboti pasirinkus vykdyti egzistuojančių konvencinės energetikos pramonės sektorių protekcionistinę politiką. Atsižvelgiant į tai, valstybės politika darbe yra vertinama kaip esminis galutinį ekonominį pasirinkimą nulemiantis veiksnys, o tuo tarpu rinkos sąlygos – kaip neturinčios reikšmingo poveikio. Tai yra svarbus faktorius galvojant ir apie energetinį saugumą, kadangi darbe nustatyta, jog priklausomybė nuo importo savaime neigiamai koreliuoja su atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatais, todėl būtent valstybių intervencijos gali užtikrinti ne tik neutralumo klimatui tikslą, tačiau ir energetinio saugumo tikslą pasiekimą.

Šiame darbe atliktas tyrimas apjungė skirtingus literatūroje ir atliktuose empiriniuose tyrimuose išskirtus priežastinius mechanizmus bei pritaikydamas naujausius turimus duomenis įvertino ir palygino šių kintamųjų poveikį atsinaujinančios energetikos plėtros rezultatams, taip siekdamas išskirti svarbiausius kintamuosius. Tyrimo pagrindinė implikacija būtų tai, kad Europos Sąjungos valstybės 2008-2021 m. laikotarpiu turėjo esminį vaidmenį užtikrinant savo energetikos sektorių transformacijas. Pagrindinis darbo apribojimas ir rekomendacija ateities tyrimams būtų detaliau išnagrinėti 2021-2023 m. energetinių kainų ir tiekimo krizės poveikį atsinaujinančios energetikos plėtrai, ko dėl duomenų stokos nepavyko atlikti darbo autoriui. Tokio pobūdžio tyrimas galėtų detaliau įvertinti rinkos sąlygų vaidmenį atsinaujinančios energetikos plėtrai ir identifikuoti kokią rolę jai turi kainų ir tiekimo šokai.

## Literatūros sąrašas

1. Abnett, Kate, „Fossil fuel subsidies to face tighter EU scrutiny“, Reuters, 2022 m. sausio 31 d. <https://www.reuters.com/business/energy/fossil-fuel-subsidies-face-tighter-eu-scrutiny-2022-01-31/>.
2. Alagappan, Lakshmi et al., „What drives renewable energy development?“, Energy Policy, 2011, Vol. 39, (9), p. 5099-5104, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.003>.
3. Balcilar, Mehmet, David Roubaud, Muhammad Shahbaz, „The Impact of Energy Market Uncertainty Shocks on Energy Transition in Europe“, The Energy Journal, Vol. 40, 2019, p. 55, <https://doi.org/10.5547/01956574.40.SI1.mbal>.
4. Belsley, David A., „A Guide to Using the Collinearity Diagnostics“, Working Paper No. 190, 1989 m. gruodis, <http://fmwww.bc.edu/EC-P/wp190.pdf>.
5. Borozan, Dj, „Detecting a structure in the European energy transition policy instrument mix: What mix successfully drives the energy transition?“, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 165, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112621>.
6. BP, „Statistical Review of World Energy“, 2022 m., 71 ed., p. 24-33, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>.
7. Buteikis, Andrius, „Practical Econometrics and Data Science“, Vilniaus universitetas, 2020 spalio 13 d., [http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE\\_Book/](http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/).
8. Cardoso, António Marques, José Alberto Fuinhas, „Are public policies towards renewables successful? Evidence from European countries“ Renewable Energy, Vol. 44, 2012, p. 109-118, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.007>.
9. Cardoso, António Marques, José Alberto Fuinhas, „Drivers promoting renewable energy: A dynamic panel approach“, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 15(3). 2011, p. 1601-1608, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.048>.
10. Carfora, Alfonso, Rosaria Vega Pansini, Giuseppe Scandurra, „Energy dependence, renewable energy generation and import demand: Are EU countries resilient?“, Renewable Energy, Vol. 195, 2022, p. 1262-1274, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.098>.
11. CFI, „Variance Inflation Factor (VIF): A measure of the severity of multicollinearity in regression analysis“, Corporate Finance Institute, 2022 m. gruodžio 5 d., <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/variance-inflation-factor-vif/>.
12. Dender, Kurt Van et al., „Why governments should target support amidst high energy prices“, OECD, 2022 m. birželio 30 d., <https://www.oecd.org/ukraine-hub/policy-responses/why-governments-should-target-support-amidst-high-energy-prices-40f44f78/>.
13. Eyre, Nick et al., „Reaching a 1.5°C target: socio-technical challenges for a rapid transition to low-carbon electricity systems.“ Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 2018, 376(2119), p. 1-15, <https://www.jstor.org/stable/26600968>.

14. Europos Komisija, „2050 long-term strategy“, žiūrėta 2023 m. vasario 16 d., [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en).
15. Europos Komisija, „Renewable energy targets“, žiūrėta 2023 m. vasario 16 d., [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets\\_en#:~:text=EU%20wants%20to%20accelerate%20the,at%20least%2055%25%20by%202030](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en#:~:text=EU%20wants%20to%20accelerate%20the,at%20least%2055%25%20by%202030).
16. Europos Komisija, Koen Rademaekers, Matthew Smith, Dedecca Gorenstein et al., „Energy costs, taxes and the impact of government interventions on investments: Final report“ Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/827631>.
17. Europos Komisija, Thierry Badouard, Joseph Bon Mardion, Pascal Bovy et al, „Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union: Final report“, 2022 ed., Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/304199>.
18. Eurostat, „Electricity production capacities for renewables and wastes“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_INF\\_EPCRW\\_\\_custom\\_187723/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_INF_EPCRW__custom_187723/default/table?lang=en).
19. Eurostat, „Energy from renewable sources: the Shares tool“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>.
20. Eurostat, „Energy imports dependency“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_ID\\_\\_custom\\_4915163/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_ID__custom_4915163/default/table?lang=en).
21. Eurostat, „Energy statistics - an overview“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_-\\_an\\_overview#Final\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption).
22. Eurostat, „From where do we import energy?“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d. <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>.
23. Eurostat, „Gross and net production of electricity and derived heat by type of plant and operator“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_PEH\\_\\_custom\\_4914945/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_PEH__custom_4914945/default/table?lang=en).
24. Eurostat, „SHARES Tool Manual“, 2021 m., žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956088/SHARES+tool+manual-2021.pdf/11701ebe-1dae-3b00-4da4-229d86d68744?t=1664793455773>
25. Eurostat, „Where does our energy come from?“, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>.
26. Gatten, Emma, Agnieszka Suszko, “Can Poland, the dirty man of Europe, end its love affair with coal?”, The Telegraph, 2020 m. spalio 22 d.,

<https://www.telegraph.co.uk/environment/2020/10/22/can-poland-dirty-man-europe-end-love-affair-coal/>.

27. Gavkalova, Nataliia et al. „Innovative development of renewable energy during the crisis period and its impact on the environment“, *Virtual Economics*, 2022 Vol. 5, No 1, p. 65-77, [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.01\(4\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.01(4)).
28. Gökgöz, Fazıl, Mustafa Taylan Güvercin, „Energy security and renewable energy efficiency in EU“, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 96, 2018, p. 226-239, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.046>.
29. Harper, Jo, „Poland defers U-turn on coal“, *DW*, 2020 m. liepos 29 d., <https://www.dw.com/en/poland-shelves-major-coal-sector-restructuring-plans/a-54363275>.
30. Henningsen, Arne, Géraldine Henningsen, „Chapter 12 - Analysis of Panel Data Using R,“ in *Panel Data Econometrics*, ed. Mike Tsionas, Academic Press, 2019, p. 345-396, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814367-4.00012-5>.
31. IEA, „Renewable power’s growth is being turbocharged as countries seek to strengthen energy security“, IEA, 2022 m. gruodžio 6 d., <https://www.iea.org/news/renewable-power-s-growth-is-being-turbocharged-as-countries-seek-to-strengthen-energy-security>.
32. Iowa State University, „Income and Substitution Effects – A Summary“, žiūrėta 2023 vasario 12 d., [http://www2.econ.iastate.edu/classes/econ101/hallam/Income\\_Substitution.pdf](http://www2.econ.iastate.edu/classes/econ101/hallam/Income_Substitution.pdf).
33. Jenkins, J. D. et al., „The benefits of nuclear flexibility in power system operations with renewable energy“, *Applied Energy*, Vol. 222, 2018, p. 872-884, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.002>.
34. Joseph, Lawrence, „Bayesian statistics“, McGill University, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/joseph/courses/EPIB-621/fit.pdf>.
35. Kern, Florian, Jochen Markard, „Analysing Energy Transitions: Combining Insights from Transition Studies and International Political Economy.“ In: *The Palgrave Handbook of the International Political Economy of Energy*. sud. Van de Graaf, T., Sovacool, B., Ghosh, A., Kern, F., Klare, M. (eds), Palgrave Macmillan, London, 2016, p. 291. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-55631-8\\_12](https://doi.org/10.1057/978-1-137-55631-8_12).
36. Lazard, „Lazard’s levelized cost of energy analysis – version 15.0“, Lazard, žiūrėta 2023 m. kovo 22 d., <https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>.
37. Malato, Gianluca, „Which models require normalized data?“, *Medium*, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://towardsdatascience.com/which-models-require-normalized-data-d85ca3c85388>.
38. Myszczyzyn, Janusz, Błażej Suproń, „Relationship among Economic Growth (GDP), Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission: Evidence from V4 Countries“ *Energies*, Vol. 14, No. 22, p. 7734. <https://doi.org/10.3390/en14227734>.

39. Mukaka, M. M., „Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research.” *Malawi medical journal: the journal of Medical Association of Malawi*, Vol. 24, No. 3, 2012, p. 69-71, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3576830/#:~:text=A%20correlation%20coefficient%20of%20zero,between%20%E2%88%921%20and%20%2B1>.
40. Murshed, Muntasir, Muntaha Masud Tanha, „Oil price shocks and renewable energy transition: Empirical evidence from net oil-importing South Asian economies“, *Energy, Ecology and Environment*, Vol. 6, 2021, p. 188, <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00168-0>.
41. Our World In Data, „GDP per capita vs. energy use, 2015“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://ourworldindata.org/grapher/energy-use-per-capita-vs-gdp-per-capita>.
42. Pasaulio bankas, „Commodity Markets: Annual prices“, 2023 m. kovas, <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.
43. Pegels, Anna, et al., „Politics of Green Energy Policy.” *The Journal of Environment & Development*, Vol. 27, No. 1, 2018, p. 27, <https://www.jstor.org/stable/26392665>.
44. Ramana, M. V., „Economics of Nuclear Power: Subsidies and Competitiveness.” *Economic and Political Weekly*, Vol. 42, No. 2, 2007, p. 169–71, <http://www.jstor.org/stable/4419139>.
45. Ryan Holbrook, Alexis Cook, „Time Series as Features: Predict the future from the past with a lag embedding“, Kaggle, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://www.kaggle.com/code/ryanhobrook/time-series-as-features>.
46. Ritchie, Hannah, Max Roser, Pablo Rosado, "CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions", *OurWorldInData.org*, 2020, <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>.
47. Robinson, David, „Current Energy Crises, the Energy Transition and the Design of Electricity Markets“, *The Oxford Institute for Energy Studies*, 2022, <https://www.oxfordenergy.org/publications/current-energy-crises-the-energy-transition-and-the-design-of-electricity-markets/>.
48. Roger Fouquet, „Historical energy transitions: Speed, prices and system transformation“, *Energy Research & Social Science*, Vol. 22, 2016, p. 7, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.014>.
49. Rotmans, Jan, Rene Kemp, Marjolein van Asselt, „More evolution than revolution: transition management in public policy", *Foresight*, 2001, Vol. 3, No. 1, p. 16. <https://doi.org/10.1108/14636680110803003>.
50. Sattich, Thomas, Rasa Morgan, Espen Moe, „Searching for energy independence, finding renewables? Energy security perceptions and renewable energy policy in Lithuania“, *Political Geography*, Vol. 96, 2022, 102656, <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102656>.
51. Shove, Elizabeth, Gordon Walker, „Caution! Transitions Ahead: Politics, Practice, and Sustainable Transition Management.“ *Environment and Planning A: Economy and Space*. 2007, 39(4), p. 1. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/a39310>.



52. Ślosarski, Radoslaw, „Clean energy in the European Union: transition or evolution?“, Energy & Environment, 2022 m. gegužės 24 d., p. 21-22. <https://doi.org/10.1177/0958305X22110053>.
53. Sokołowski, Maciej M., Raphael J. Heffron, „Defining and conceptualising energy policy failure: The when, where, why, and how“, Energy Policy, Volume 161, 2022, p. 2, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112745>.
54. Stuart Braun, „Will war fast-track the energy transition?“, DW, 2022 m. balandžio 3 d., <https://www.dw.com/en/will-war-fast-track-the-energy-transition/a-61021440>.
55. Švedas, Romas, „ES energetinės salos požymiai, grėsmės ir šios problemos sprendimo būdai: Lietuvos atvejo analizė“, Lietuvos metinė strateginė apžvalga 15 (2017), No. 1, p. 183-212, <https://doi.org/10.47459/lmsa.2017.15.9>.
56. Tarptautinė atsinaujinančios energetikos agentūra (IRENA), „Energy Transition“, IRENA, žiūrėta 2023 m. vasario 12 d. <https://www.irena.org/energytransition>.
57. Thomas Kattinig, „The energy crisis as a catalyst for the energy transition“, Open Access Government, <https://www.openaccessgovernment.org/the-energy-crisis-as-a-catalyst-for-the-energy-transition/136767/>.
58. Thor-Arne Englund, Anne Bolle, „Hydropower: The flexible key to a greener Europe“, Politico, 2021 m. liepos 8 d., <https://www.politico.eu/sponsored-content/hydropower-the-flexible-key-to-a-greener-europe/>.
59. TimeSeriesReasoning, „The Pooled OLS Regression Model For Panel Data Sets“, žiūrėta 2023 m. balandžio 29 d., <https://timeseriesreasoning.com/contents/pooled-ols-regression-models-for-panel-data-sets/>.
60. Treki, Adam, Boris Urban, „Drivers of Effective Renewable Energy Policies“, Engineering Economics, 2015, 26(3), p. 306-314, <https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.3.4884>.
61. Treki, Urban, 312-313.
62. Vilmantas Gėgžna, „Biostatistinės analizės pagrindai: 21. Tiesinė regresija“, mokymai.github.io, 2022 m., žiūrėta 2023 m. vasario 12 d., <https://mokymai.github.io/biostatistika/tiesine-regresija.html>.
63. Wooldridge, Jeffrey M., Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, Cambridge, MA: MIT Press, 2001 m., p. 251-254. <https://ipcig.org/evaluation/apoio/Wooldridge%20-%20Cross-section%20and%20Panel%20Data.pdf>.

## Priedai

### 1 priedas. Regresijų modeliavimui naudotas duomenų rinkinys

Country	Year	SRES	RESCC	LCOES	LCOEW	OP	GP	SUBRESP	SFF	SN	SUBFFP	SUBNP	IMPD	FCC	GDPC	GHGEC
Austria	2008	0,66	1,62	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,34	-	0,00	0,00	0,69	3,05	35,30	1,28
Austria	2009	0,69	1,64	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,33	-	0,00	0,00	0,65	2,96	34,53	1,15
Austria	2010	0,66	1,67	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,37	-	0,00	0,00	0,63	3,11	35,39	1,32
Austria	2011	0,67	1,72	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,35	-	0,00	0,00	0,70	2,99	36,97	1,27
Austria	2012	0,67	1,78	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,29	-	0,00	0,00	0,64	2,99	37,82	1,09
Austria	2013	0,69	1,85	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,25	-	0,00	0,00	0,61	3,04	38,21	0,99
Austria	2014	0,71	1,92	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,21	-	0,00	0,00	0,66	2,90	38,99	0,80
Austria	2015	0,71	1,98	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,25	-	0,00	0,00	0,60	2,95	39,89	0,91
Austria	2016	0,73	2,05	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,25	-	0,00	0,00	0,62	2,99	40,92	0,87
Austria	2017	0,72	2,08	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,27	-	0,00	0,00	0,64	3,01	42,00	0,95
Austria	2018	0,74	2,16	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,26	-	0,00	0,00	0,64	2,95	43,59	0,84
Austria	2019	0,75	2,20	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,27	-	0,00	0,00	0,72	2,95	44,74	0,84
Austria	2020	0,78	2,23	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,25	-	0,00	0,00	0,58	2,79	42,73	0,69
Austria	2021	0,76	2,34	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,24	-	0,00	-	0,52	2,95	45,37	0,68
Belgium	2008	0,05	0,17	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,38	0,48	0,01	-	0,81	3,16	32,85	1,94
Belgium	2009	0,06	0,22	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,46	0,53	0,01	-	0,76	3,05	32,09	1,96
Belgium	2010	0,07	0,31	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,45	0,51	0,01	0,00	0,79	3,25	33,33	2,00
Belgium	2011	0,09	0,41	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,40	0,52	0,01	0,00	0,76	2,97	34,20	1,71
Belgium	2012	0,11	0,49	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,39	0,43	0,01	0,00	0,77	2,99	34,89	1,65
Belgium	2013	0,13	0,55	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,35	0,46	0,01	0,00	0,78	3,07	35,31	1,53
Belgium	2014	0,13	0,57	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,33	0,38	0,01	0,00	0,80	2,83	36,05	1,40
Belgium	2015	0,16	0,60	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,37	0,29	0,01	0,00	0,84	2,95	37,08	1,47
Belgium	2016	0,16	0,63	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,35	0,48	0,01	0,00	0,76	2,96	38,08	1,35
Belgium	2017	0,17	0,69	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,35	0,46	0,01	0,00	0,75	2,91	39,21	1,35
Belgium	2018	0,19	0,76	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,36	0,31	0,01	0,00	0,83	2,91	40,34	1,36

Belgium	2019	0,21	0,86	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,38	0,48	0,01	0,00	0,78	2,84	41,76	1,37
Belgium	2020	0,25	1,01	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,40	0,39	0,01	0,00	0,78	2,69	39,96	1,26
Belgium	2021	0,26	1,07	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,33	0,55	0,00	0,00	0,71	2,87	43,48	1,21
Bulgaria	2008	0,10	0,41	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,65	0,40	0,01	-	0,52	1,28	4,97	4,29
Bulgaria	2009	0,11	0,45	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,62	0,40	0,01	-	0,45	1,14	5,03	3,92
Bulgaria	2010	0,12	0,48	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,65	0,40	0,01	-	0,40	1,18	5,18	4,23
Bulgaria	2011	0,13	0,52	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,74	0,41	0,01	-	0,37	1,24	5,64	4,93
Bulgaria	2012	0,16	0,65	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,65	0,41	0,00	-	0,37	1,25	5,78	4,30
Bulgaria	2013	0,19	0,68	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,59	0,38	0,01	-	0,38	1,19	5,79	3,73
Bulgaria	2014	0,19	0,68	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,63	0,42	0,00	-	0,35	1,23	5,96	4,00
Bulgaria	2015	0,19	0,69	64,00	55,00	52,37	6,82	0,01	0,64	0,40	0,01	-	0,36	1,31	6,38	4,17
Bulgaria	2016	0,19	0,69	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,57	0,41	0,01	-	0,38	1,34	6,84	3,72
Bulgaria	2017	0,19	0,72	50,00	45,00	54,39	5,72	0,01	0,59	0,39	0,01	-	0,39	1,38	7,42	3,92
Bulgaria	2018	0,22	0,73	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,58	0,41	0,01	-	0,36	1,39	8,00	3,40
Bulgaria	2019	0,24	0,73	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,56	0,43	0,01	-	0,38	1,39	8,82	3,25
Bulgaria	2020	0,24	0,75	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,48	0,45	0,01	-	0,38	1,37	8,89	2,65
Bulgaria	2021	0,19	0,78	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,60	0,43	0,00	-	0,36	1,47	10,33	3,24
Cyprus	2008	0,00	0,00	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,37	-	0,00	-	0,97	9,29	24,17	5,11
Cyprus	2009	0,01	0,01	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,32	-	0,00	-	0,96	8,79	23,11	4,97
Cyprus	2010	0,01	0,11	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,29	-	0,00	-	1,01	8,60	23,46	4,70
Cyprus	2011	0,03	0,17	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,32	-	0,00	-	0,92	8,08	23,34	4,39
Cyprus	2012	0,05	0,19	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,30	-	0,00	-	0,97	7,59	22,57	4,14
Cyprus	2013	0,07	0,21	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,27	-	0,01	-	0,96	7,50	20,93	3,31
Cyprus	2014	0,07	0,25	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,21	-	0,00	-	0,93	7,19	20,51	3,48
Cyprus	2015	0,08	0,28	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,22	-	0,00	-	0,97	7,65	21,17	3,60
Cyprus	2016	0,09	0,28	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,26	-	0,00	-	0,96	7,67	22,33	3,91
Cyprus	2017	0,09	0,31	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,27	-	0,01	-	0,96	7,90	23,63	3,86
Cyprus	2018	0,09	0,32	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,23	-	0,01	-	0,92	7,68	24,91	3,87
Cyprus	2019	0,10	0,35	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,28	-	0,01	-	0,93	7,63	26,28	3,75
Cyprus	2020	0,12	0,43	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,32	-	0,01	-	0,93	7,21	24,55	3,40
Cyprus	2021	0,15	0,52	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,30	-	0,01	-	0,90	7,65	26,69	3,38

Croatia	2008	0,34	0,48	359,00	135,00	97,64	13,41	-	1,00	-	0,00	-	0,55	0,39	11,25	1,47
Croatia	2009	0,36	0,50	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	1,00	-	0,00	-	0,46	0,39	10,59	1,26
Croatia	2010	0,38	0,51	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,99	-	0,00	-	0,47	0,38	10,65	1,17
Croatia	2011	0,38	0,53	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,97	-	0,00	-	0,50	0,38	10,64	1,20
Croatia	2012	0,39	0,54	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,96	-	0,00	-	0,50	0,35	10,46	1,07
Croatia	2013	0,42	0,58	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,94	-	0,00	-	0,47	0,32	10,44	1,02
Croatia	2014	0,45	0,60	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,94	-	0,00	-	0,44	0,32	10,38	0,89
Croatia	2015	0,45	0,63	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,92	-	0,00	-	0,49	0,34	10,77	0,90
Croatia	2016	0,47	0,65	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,92	-	0,00	-	0,48	0,36	11,34	0,98
Croatia	2017	0,46	0,69	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,92	-	0,00	-	0,53	0,38	12,12	0,89
Croatia	2018	0,48	0,70	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,92	-	0,00	-	0,53	0,39	12,90	0,76
Croatia	2019	0,50	0,72	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,91	-	0,00	-	0,56	0,40	13,69	0,84
Croatia	2020	0,54	0,77	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,89	-	0,00	-	0,54	0,38	12,46	0,84
Croatia	2021	0,53	0,86	36,00	38,00	70,44	16,12	0,01	0,86	-	0,00	-	0,55	0,41	15,02	0,88
Czech Republic	2008	0,05	0,23	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,75	0,37	0,00	0,00	0,28	2,36	15,54	5,52
Czech Republic	2009	0,06	0,27	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,75	0,40	0,00	0,00	0,27	2,27	14,26	5,19
Czech Republic	2010	0,08	0,39	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,75	0,40	0,00	0,00	0,25	2,29	15,02	5,57
Czech Republic	2011	0,11	0,41	159,00	71,00	110,94	10,52	0,01	0,77	0,40	0,00	0,00	0,29	2,22	15,74	5,47
Czech Republic	2012	0,12	0,43	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,73	0,43	0,00	0,00	0,25	2,22	15,47	5,18
Czech Republic	2013	0,13	0,44	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,71	0,44	0,00	0,00	0,28	2,20	15,17	4,88
Czech Republic	2014	0,14	0,44	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,72	0,43	0,00	0,00	0,30	2,13	15,00	4,77
Czech Republic	2015	0,14	0,44	64,00	55,00	52,37	6,82	0,01	0,72	0,38	0,00	0,00	0,32	2,19	16,08	4,65
Czech Republic	2016	0,14	0,44	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,74	0,33	0,00	0,00	0,33	2,24	16,79	4,79
Czech Republic	2017	0,14	0,44	50,00	45,00	54,39	5,72	0,01	0,71	0,38	0,00	-	0,37	2,31	18,33	4,69
Czech Republic	2018	0,14	0,44	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,71	0,40	0,00	-	0,37	2,28	19,85	4,69

Czech Republic	2019	0,14	0,44	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,68	0,41	0,00	0,00	0,41	2,27	21,15	4,30
Czech Republic	2020	0,15	0,45	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,63	0,42	0,00	0,00	0,39	2,22	20,17	3,67
Czech Republic	2021	0,15	0,46	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,65	0,42	0,00	0,00	0,40	2,42	22,69	3,78
Denmark	2008	0,26	0,58	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,78	-	0,00	-	- 0,21	2,69	44,02	3,92
Denmark	2009	0,28	0,63	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,81	-	0,00	-	- 0,19	2,56	41,90	3,89
Denmark	2010	0,33	0,69	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,82	-	0,00	0,00	- 0,16	2,68	43,86	3,90
Denmark	2011	0,36	0,71	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,70	-	0,01	0,00	- 0,06	2,54	44,53	3,34
Denmark	2012	0,39	0,82	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,57	-	0,00	0,00	- 0,03	2,44	45,57	2,68
Denmark	2013	0,43	0,96	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,64	-	0,00	0,00	0,12	2,40	46,13	3,18
Denmark	2014	0,48	0,98	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,53	-	0,00	0,00	0,12	2,29	47,12	2,34
Denmark	2015	0,51	1,03	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,41	-	0,00	0,00	0,13	2,37	48,08	1,83
Denmark	2016	0,54	1,07	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,48	-	0,00	0,00	0,14	2,40	49,46	2,05
Denmark	2017	0,60	1,11	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,43	-	0,00	0,00	0,11	2,40	51,18	1,71
Denmark	2018	0,62	1,23	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,44	-	0,00	-	0,23	2,38	52,22	1,55
Denmark	2019	0,65	1,24	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,35	-	0,00	-	0,39	2,33	53,23	1,00
Denmark	2020	0,65	1,30	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,31	-	0,00	-	0,45	2,24	53,52	0,84
Denmark	2021	0,63	1,49	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,41	-	0,00	-	0,33	2,35	57,56	0,94
Estonia	2008	0,02	0,06	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	1,08	-	0,01	-	-	2,24	12,43	9,03
Estonia	2009	0,06	0,08	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,97	-	0,01	-	0,27	2,04	10,59	7,40
Estonia	2010	0,10	0,09	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	1,30	-	0,01	-	0,15	2,16	11,07	10,90
Estonia	2011	0,12	0,14	159,00	71,00	110,94	10,52	0,01	1,34	-	0,01	-	0,14	2,10	12,56	10,57
Estonia	2012	0,16	0,21	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	1,18	-	0,01	0,00	0,21	2,14	13,55	9,68
Estonia	2013	0,13	0,19	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	1,31	-	0,00	0,00	0,15	2,16	14,35	10,99
Estonia	2014	0,14	0,21	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	1,22	-	0,00	0,00	0,12	2,11	15,25	10,19
Estonia	2015	0,16	0,23	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	1,02	-	0,00	0,00	0,11	2,09	15,69	7,89
Estonia	2016	0,16	0,25	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	1,14	-	0,00	0,00	0,08	2,12	16,53	9,90
Estonia	2017	0,18	0,25	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	1,19	-	0,00	0,00	0,05	2,13	18,09	10,60
Estonia	2018	0,20	0,26	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	1,12	-	0,00	-	0,01	2,18	19,62	9,73
Estonia	2019	0,22	0,33	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,70	-	0,00	0,00	0,05	2,13	20,93	5,33
Estonia	2020	0,28	0,40	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,51	-	0,00	0,00	0,11	2,05	20,66	3,61

Estonia	2021	0,29	0,54	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,62	-	0,00	-	0,01	2,10	23,63	4,37
Finland	2008	0,27	0,59	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,41	0,26	0,01	0,00	0,54	4,58	36,56	4,03
Finland	2009	0,27	0,60	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,42	0,28	0,01	0,00	0,55	4,27	34,04	4,23
Finland	2010	0,27	0,60	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,49	0,25	0,01	0,00	0,49	4,67	35,08	5,23
Finland	2011	0,29	0,61	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,43	0,27	0,01	0,00	0,54	4,40	36,75	4,07
Finland	2012	0,29	0,62	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,34	0,26	0,01	0,00	0,47	4,42	37,13	3,34
Finland	2013	0,31	0,66	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,39	0,27	0,01	0,00	0,50	4,33	37,57	3,57
Finland	2014	0,31	0,69	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,35	0,27	0,01	0,00	0,50	4,29	37,88	3,34
Finland	2015	0,32	0,76	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,31	0,27	0,01	0,00	0,48	4,21	38,58	2,79
Finland	2016	0,33	0,86	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,30	0,27	0,01	0,00	0,46	4,37	39,58	3,15
Finland	2017	0,35	0,96	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,29	0,26	0,01	0,00	0,44	4,48	41,08	2,82
Finland	2018	0,37	0,97	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,31	0,25	0,01	-	0,45	4,54	42,33	3,04
Finland	2019	0,38	1,03	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,29	0,27	0,01	0,00	0,43	4,50	43,44	2,59
Finland	2020	0,40	1,10	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,25	0,28	0,00	0,00	0,43	4,20	43,05	2,04
Finland	2021	0,40	1,24	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,26	0,26	0,00	-	0,38	4,48	45,23	2,00
France	2008	0,14	0,45	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,11	0,84	0,00	0,00	0,51	2,29	31,07	0,64
France	2009	0,15	0,47	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,11	0,80	0,00	0,00	0,51	2,21	30,04	0,62
France	2010	0,15	0,50	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,12	0,80	0,00	0,00	0,49	2,26	30,80	0,65
France	2011	0,16	0,54	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,12	0,86	0,00	0,00	0,49	2,16	31,62	0,56
France	2012	0,17	0,58	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,12	0,81	0,00	0,00	0,48	2,23	31,94	0,63
France	2013	0,17	0,59	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,11	0,80	0,00	0,00	0,48	2,26	32,21	0,60
France	2014	0,18	0,62	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,08	0,87	0,00	0,00	0,46	2,07	32,44	0,39
France	2015	0,19	0,65	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,10	0,85	0,00	0,00	0,46	2,11	33,05	0,43
France	2016	0,19	0,67	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,12	0,77	0,00	0,00	0,47	2,15	33,50	0,49
France	2017	0,20	0,71	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,14	0,77	0,00	0,00	0,49	2,12	34,35	0,55
France	2018	0,21	0,75	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,11	0,80	0,00	0,00	0,47	2,09	35,21	0,42
France	2019	0,22	0,79	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,12	0,78	0,00	0,00	0,48	2,06	36,19	0,39
France	2020	0,25	0,82	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,12	0,73	0,00	0,00	0,44	1,89	34,21	0,35
France	2021	0,25	0,88	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,11	0,74	0,00	0,00	0,44	2,06	36,93	0,38
Germany	2008	0,15	0,48	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,68	0,24	0,01	0,00	0,61	2,54	31,01	4,06
Germany	2009	0,18	0,58	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,67	0,23	0,01	0,00	0,61	2,40	29,86	3,80
Germany	2010	0,18	0,69	248,00	124,00	79,64	8,29	0,01	0,67	0,23	0,01	0,00	0,60	2,57	31,36	3,93

Germany	2011	0,21	0,82	159,00	71,00	110,94	10,52	0,01	0,68	0,18	0,00	0,00	0,62	2,48	33,55	3,98
Germany	2012	0,24	0,95	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,69	0,16	0,00	0,00	0,61	2,52	34,13	4,18
Germany	2013	0,25	1,01	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,71	0,16	0,00	0,00	0,62	2,58	34,86	4,21
Germany	2014	0,28	1,08	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,69	0,16	0,00	0,00	0,62	2,44	36,15	3,97
Germany	2015	0,31	1,16	64,00	55,00	52,37	6,82	0,01	0,69	0,15	0,00	0,00	0,62	2,45	37,05	3,79
Germany	2016	0,32	1,23	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,70	0,14	0,00	0,00	0,64	2,47	38,07	3,71
Germany	2017	0,35	1,32	50,00	45,00	54,39	5,72	0,01	0,67	0,13	0,00	0,00	0,64	2,47	39,53	3,44
Germany	2018	0,38	1,38	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,65	0,13	0,00	0,00	0,63	2,42	40,59	3,27
Germany	2019	0,41	1,45	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,58	0,13	0,00	0,00	0,67	2,42	41,80	2,68
Germany	2020	0,44	1,52	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,55	0,12	0,00	0,00	0,64	2,34	40,95	2,26
Germany	2021	0,44	1,61	36,00	38,00	70,44	16,12	0,01	0,58	0,12	0,00	0,00	0,63	2,40	43,29	2,54
Greece	2008	0,10	0,38	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,83	-	0,01	-	0,73	1,84	21,84	4,91
Greece	2009	0,11	0,40	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,81	-	0,01	-	0,67	1,78	21,39	4,61
Greece	2010	0,12	0,42	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,75	-	0,01	-	0,69	1,65	20,15	4,39
Greece	2011	0,14	0,49	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,82	-	0,01	-	0,65	1,64	18,31	4,60
Greece	2012	0,16	0,59	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,81	-	0,01	-	0,66	1,49	17,06	4,66
Greece	2013	0,21	0,70	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,73	-	0,01	-	0,62	1,34	16,41	4,08
Greece	2014	0,22	0,73	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,65	-	0,01	-	0,65	1,36	16,27	3,76
Greece	2015	0,22	0,75	64,00	55,00	52,37	6,82	0,01	0,61	-	0,01	-	0,71	1,45	16,30	3,33
Greece	2016	0,23	0,78	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,63	-	0,01	-	0,73	1,47	16,19	2,95
Greece	2017	0,24	0,80	50,00	45,00	54,39	5,72	0,01	0,68	-	0,01	-	0,71	1,46	16,45	3,29
Greece	2018	0,26	0,83	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,63	-	0,01	-	0,71	1,41	16,73	3,14
Greece	2019	0,31	0,92	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,56	-	0,01	-	0,74	1,44	17,10	2,59
Greece	2020	0,36	1,01	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,54	-	0,01	-	0,81	1,35	15,46	1,90
Greece	2021	0,36	1,16	36,00	38,00	70,44	16,12	0,01	0,57	-	0,01	-	0,74	1,40	17,05	2,00
Hungary	2008	0,05	0,02	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,56	0,34	0,01	0,00	0,63	1,68	10,79	2,05
Hungary	2009	0,07	0,03	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,48	0,37	0,01	0,00	0,58	1,65	9,44	1,73
Hungary	2010	0,07	0,03	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,49	0,37	0,01	0,00	0,57	1,69	9,98	1,80
Hungary	2011	0,06	0,04	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,46	0,37	0,01	0,00	0,50	1,70	10,26	1,72
Hungary	2012	0,06	0,04	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,42	0,37	0,01	0,00	0,50	1,61	10,11	1,67
Hungary	2013	0,07	0,04	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,33	0,36	0,01	0,00	0,50	1,64	10,33	1,41
Hungary	2014	0,07	0,05	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,30	0,37	0,00	0,00	0,60	1,60	10,77	1,33

Hungary	2015	0,07	0,06	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,30	0,36	0,00	0,00	0,54	1,71	11,46	1,37
Hungary	2016	0,07	0,06	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,33	0,36	0,00	0,00	0,56	1,76	11,85	1,36
Hungary	2017	0,08	0,07	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,34	0,35	0,00	0,00	0,63	1,83	12,98	1,38
Hungary	2018	0,08	0,11	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,32	0,34	0,00	0,00	0,58	1,83	13,92	1,30
Hungary	2019	0,10	0,18	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,33	0,35	0,00	0,00	0,70	1,84	15,00	1,25
Hungary	2020	0,12	0,26	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,33	0,35	0,00	0,00	0,57	1,81	14,14	1,23
Hungary	2021	0,14	0,35	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,31	0,33	0,00	0,00	0,54	1,94	15,84	1,15
Ireland	2008	0,11	0,33	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,86	-	0,01	0,00	0,90	2,74	41,76	3,25
Ireland	2009	0,14	0,39	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,83	-	0,01	0,00	0,88	2,48	37,39	2,80
Ireland	2010	0,16	0,36	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,86	-	0,01	-	0,87	2,46	36,75	2,85
Ireland	2011	0,18	0,40	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,80	-	0,01	0,00	0,90	2,26	37,53	2,54
Ireland	2012	0,20	0,49	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,80	-	0,01	0,00	0,84	2,21	38,23	2,69
Ireland	2013	0,21	0,53	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,73	-	0,01	0,00	0,92	2,22	38,89	2,37
Ireland	2014	0,23	0,61	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,71	-	0,01	-	0,86	2,19	41,99	2,32
Ireland	2015	0,26	0,64	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,71	-	0,01	-	0,89	2,24	56,10	2,41
Ireland	2016	0,27	0,70	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,78	-	0,01	-	0,69	2,30	57,01	2,55
Ireland	2017	0,30	0,81	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,75	-	0,01	-	0,67	2,27	62,13	2,32
Ireland	2018	0,33	0,87	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,69	-	0,01	-	0,68	2,33	67,25	1,98
Ireland	2019	0,36	0,96	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,63	-	0,00	-	0,69	2,30	72,48	1,71
Ireland	2020	0,39	0,99	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,61	-	0,00	-	0,71	2,18	74,91	1,56
Ireland	2021	0,36	1,00	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,63	-	0,00	-	0,77	2,20	85,06	1,82
Italy	2008	0,17	0,43	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,74	-	0,01	0,00	0,83	2,18	27,66	2,34
Italy	2009	0,19	0,46	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,68	-	0,00	0,00	0,81	2,05	26,48	1,98
Italy	2010	0,20	0,52	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,68	-	0,00	0,00	0,83	2,06	26,94	2,02
Italy	2011	0,24	0,70	159,00	71,00	110,94	10,52	0,01	0,67	-	0,00	0,00	0,81	1,96	27,47	1,97
Italy	2012	0,27	0,78	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,65	-	0,00	0,00	0,79	1,94	26,99	1,91
Italy	2013	0,31	0,81	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,59	-	0,00	0,00	0,77	1,89	26,74	1,65
Italy	2014	0,33	0,82	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,55	-	0,00	0,00	0,76	1,80	26,98	1,52
Italy	2015	0,33	0,83	64,00	55,00	52,37	6,82	0,01	0,59	-	0,00	0,00	0,77	1,86	27,48	1,59
Italy	2016	0,34	0,85	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,62	-	0,00	0,00	0,78	1,86	28,21	1,58
Italy	2017	0,34	0,86	50,00	45,00	54,39	5,72	0,01	0,64	-	0,00	0,00	0,77	1,89	28,94	1,60
Italy	2018	0,34	0,88	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,59	-	0,00	0,00	0,76	1,91	29,58	1,45



Italy	2019	0,35	0,91	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,60	-	0,00	0,00	0,77	1,89	30,08	1,39
Italy	2020	0,38	0,93	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,59	-	0,00	0,00	0,73	1,73	27,95	1,25
Italy	2021	0,36	0,96	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,58	-	0,00	-	0,74	1,92	30,24	1,32
Latvia	2008	0,39	0,72	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,27	-	0,00	-	0,59	1,86	11,27	0,94
Latvia	2009	0,42	0,73	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,29	-	0,01	-	0,60	1,84	8,84	0,93
Latvia	2010	0,42	0,77	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,41	-	0,01	-	0,46	1,91	8,55	1,13
Latvia	2011	0,45	0,78	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,43	-	0,01	-	0,60	1,82	9,55	1,05
Latvia	2012	0,45	0,80	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,30	-	0,01	-	0,56	1,92	10,86	0,97
Latvia	2013	0,49	0,82	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,42	-	0,01	-	0,56	1,85	11,32	1,03
Latvia	2014	0,51	0,83	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,40	-	0,01	-	0,41	1,89	11,85	0,92
Latvia	2015	0,52	0,84	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,48	-	0,01	-	0,51	1,86	12,43	0,96
Latvia	2016	0,51	0,83	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,51	-	0,01	-	0,47	1,89	12,95	1,02
Latvia	2017	0,54	0,85	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,40	-	0,02	-	0,44	2,00	13,89	0,89
Latvia	2018	0,53	0,85	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,55	-	0,00	-	0,44	2,09	15,13	1,06
Latvia	2019	0,53	0,87	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,55	-	0,00	-	0,44	2,05	16,03	1,02
Latvia	2020	0,53	0,88	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,40	-	0,00	-	0,45	2,00	15,94	0,79
Latvia	2021	0,51	0,89	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,39	-	0,00	-	0,38	2,11	17,82	0,83
Lithuania	2008	0,05	0,29	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,21	0,78	0,01	-	0,56	1,58	10,21	1,00
Lithuania	2009	0,06	0,31	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,24	0,89	0,01	-	0,49	1,46	8,50	1,05
Lithuania	2010	0,07	0,33	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,35	-	0,01	-	0,79	1,54	9,05	1,29
Lithuania	2011	0,09	0,36	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,27	-	0,01	-	0,79	1,56	10,34	1,02
Lithuania	2012	0,11	0,39	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,29	-	0,02	-	0,78	1,62	11,18	1,08
Lithuania	2013	0,13	0,41	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,24	-	0,01	-	0,76	1,59	11,85	0,89
Lithuania	2014	0,14	0,42	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,20	-	0,02	-	0,75	1,64	12,48	0,75
Lithuania	2015	0,16	0,48	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,23	-	0,01	-	0,75	1,65	12,86	0,73
Lithuania	2016	0,17	0,51	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,14	-	0,01	-	0,75	1,74	13,56	0,65
Lithuania	2017	0,18	0,52	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,10	-	0,01	-	0,72	1,85	14,95	0,55
Lithuania	2018	0,18	0,53	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,08	-	0,00	-	0,74	1,95	16,25	0,54
Lithuania	2019	0,19	0,54	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,09	-	0,00	0,00	0,75	1,95	17,50	0,47
Lithuania	2020	0,20	0,57	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,19	-	0,00	0,00	0,75	1,89	17,81	0,59
Lithuania	2021	0,21	0,65	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,16	-	0,00	0,00	0,73	2,03	20,10	0,62
Luxembourg	2008	0,04	2,46	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,32	-	0,00	-	0,97	8,07	81,88	2,44

Luxembourg	2009	0,04	2,42	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,41	-	0,00	-	0,98	7,35	78,45	2,69
Luxembourg	2010	0,04	2,38	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,35	-	0,00	-	0,97	7,68	83,64	2,73
Luxembourg	2011	0,04	2,35	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,30	-	0,00	-	0,97	7,50	85,51	2,27
Luxembourg	2012	0,05	2,39	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,32	-	0,00	-	0,98	7,16	87,63	2,25
Luxembourg	2013	0,05	2,37	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,20	-	0,00	-	0,97	6,91	90,35	1,51
Luxembourg	2014	0,06	2,69	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,21	-	0,00	-	0,97	6,47	93,10	1,40
Luxembourg	2015	0,06	2,65	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,12	-	0,00	-	0,96	6,21	95,05	0,96
Luxembourg	2016	0,07	2,69	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,06	-	0,00	-	0,96	6,06	96,34	0,57
Luxembourg	2017	0,08	2,65	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,06	-	0,00	-	0,96	6,05	97,54	0,55
Luxembourg	2018	0,09	2,61	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,06	-	0,00	-	0,95	6,15	98,89	0,50
Luxembourg	2019	0,11	2,62	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,07	-	0,00	-	0,95	6,12	100,60	0,49
Luxembourg	2020	0,14	2,65	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,08	-	0,00	-	0,92	5,19	102,76	0,47
Luxembourg	2021	0,14	2,72	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,08	-	0,00	-	0,92	5,38	112,95	0,49
Malta	2008	-	-	359,00	135,00	97,64	13,41	-	1,00	-	0,00	-	1,00	0,99	15,16	4,88
Malta	2009	-	-	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	1,00	-	0,00	-	1,00	0,88	15,18	4,55
Malta	2010	0,00	0,00	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	1,00	-	0,00	-	0,99	0,97	16,44	4,52
Malta	2011	0,00	0,01	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	1,00	-	0,00	-	1,01	0,93	16,64	4,62
Malta	2012	0,01	0,04	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,99	-	0,00	-	1,01	0,97	17,53	4,83
Malta	2013	0,02	0,07	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,99	-	0,00	-	1,04	0,99	18,65	3,88
Malta	2014	0,03	0,13	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,97	-	0,00	-	0,98	1,00	20,14	3,70
Malta	2015	0,04	0,17	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,51	-	0,00	-	0,97	1,04	22,46	1,92
Malta	2016	0,06	0,21	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,31	-	0,00	-	1,01	1,01	23,15	1,23
Malta	2017	0,07	0,24	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,59	-	0,00	-	1,03	1,05	25,51	1,54
Malta	2018	0,08	0,27	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,69	-	0,00	-	0,98	1,06	26,73	1,45
Malta	2019	0,07	0,31	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,69	-	0,00	-	0,97	1,08	28,14	1,47
Malta	2020	0,09	0,36	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,74	-	0,00	-	0,98	0,97	25,56	1,58
Malta	2021	0,10	0,40	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,72	-	0,00	-	0,97	1,03	29,03	1,53
Netherlands	2008	0,07	0,14	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,80	0,03	0,00	0,00	0,34	2,97	39,35	3,04
Netherlands	2009	0,09	0,14	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,88	0,04	0,00	0,00	0,34	2,85	37,80	3,02
Netherlands	2010	0,10	0,14	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,91	0,03	0,00	0,00	0,28	3,06	38,47	3,13
Netherlands	2011	0,10	0,15	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,85	0,03	0,00	0,00	0,29	2,81	38,96	2,87
Netherlands	2012	0,10	0,16	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,78	0,03	0,00	0,00	0,31	2,81	38,97	2,68

Netherlands	2013	0,10	0,20	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,77	0,02	0,00	0,00	0,24	2,79	39,30	2,68
Netherlands	2014	0,10	0,23	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,78	0,03	0,00	0,00	0,31	2,51	39,82	2,88
Netherlands	2015	0,11	0,29	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,82	0,03	0,00	0,00	0,49	2,56	40,73	3,14
Netherlands	2016	0,13	0,38	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,84	0,03	0,00	0,00	0,46	2,60	41,59	3,06
Netherlands	2017	0,14	0,42	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,83	0,03	0,00	0,00	0,52	2,60	43,09	2,82
Netherlands	2018	0,15	0,52	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,79	0,03	0,00	0,00	0,59	2,61	44,92	2,59
Netherlands	2019	0,18	0,68	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,82	0,03	0,00	0,00	0,64	2,54	46,88	2,40
Netherlands	2020	0,26	1,02	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,79	0,03	0,00	0,00	0,68	2,39	45,67	1,88
Netherlands	2021	0,30	1,30	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,72	0,03	0,00	-	0,58	2,47	48,84	1,87
Poland	2008	0,04	0,08	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,98	-	0,00	0,00	0,31	1,60	9,60	4,29
Poland	2009	0,06	0,08	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,99	-	0,00	0,00	0,32	1,59	8,31	4,11
Poland	2010	0,07	0,09	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,98	-	0,00	0,00	0,32	1,69	9,32	4,21
Poland	2011	0,08	0,11	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	1,00	-	0,00	0,00	0,34	1,65	9,79	4,24
Poland	2012	0,11	0,13	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,97	-	0,00	0,00	0,32	1,64	10,00	4,08
Poland	2013	0,11	0,15	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,97	-	0,00	0,00	0,26	1,61	10,09	4,13
Poland	2014	0,12	0,16	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,92	-	0,00	0,00	0,29	1,56	10,56	3,91
Poland	2015	0,13	0,19	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,92	-	0,00	0,00	0,30	1,58	11,18	3,96
Poland	2016	0,13	0,22	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,90	-	0,00	0,00	0,31	1,70	11,05	3,96
Poland	2017	0,13	0,22	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,88	-	0,01	0,00	0,38	1,80	12,12	4,00
Poland	2018	0,13	0,23	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,88	-	0,00	-	0,44	1,90	12,99	3,94
Poland	2019	0,14	0,25	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,83	-	0,00	0,00	0,45	1,87	13,87	3,59
Poland	2020	0,16	0,33	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,80	-	0,00	0,00	0,43	1,83	13,72	3,33
Poland	2021	0,17	0,44	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,87	-	0,00	0,00	0,40	1,94	15,06	3,70
Portugal	2008	0,34	0,76	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,59	-	0,00	0,00	0,84	1,66	16,96	1,58
Portugal	2009	0,38	0,81	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,61	-	0,00	0,00	0,81	1,65	16,60	1,62
Portugal	2010	0,41	0,85	248,00	124,00	79,64	8,29	0,01	0,49	-	0,00	0,00	0,75	1,63	16,99	1,14
Portugal	2011	0,46	0,94	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,56	-	0,00	-	0,78	1,56	16,68	1,34
Portugal	2012	0,48	0,99	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,54	-	0,00	-	0,79	1,44	16,01	1,44
Portugal	2013	0,49	1,01	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,44	-	0,00	0,00	0,73	1,43	16,30	1,19
Portugal	2014	0,52	1,06	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,44	-	0,00	-	0,70	1,48	16,64	1,17
Portugal	2015	0,53	1,12	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,55	-	0,00	-	0,76	1,50	17,35	1,52
Portugal	2016	0,54	1,22	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,54	-	0,00	-	0,72	1,51	18,06	1,42

Portugal	2017	0,54	1,26	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,68	-	0,00	-	0,78	1,54	19,02	1,80
Portugal	2018	0,52	1,27	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,57	-	0,00	-	0,76	1,57	19,95	1,50
Portugal	2019	0,54	1,30	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,49	-	0,00	0,00	0,74	1,59	20,84	1,03
Portugal	2020	0,58	1,31	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,46	-	0,00	0,00	0,65	1,47	19,47	0,77
Portugal	2021	0,58	1,39	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,39	-	0,00	-	0,67	1,53	20,85	0,62
Romania	2008	0,28	0,31	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,60	0,18	0,01	-	0,28	1,17	7,14	2,18
Romania	2009	0,31	0,32	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,55	0,21	0,01	0,00	0,20	1,07	6,15	1,84
Romania	2010	0,30	0,34	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,49	0,20	0,01	0,00	0,21	1,09	6,34	1,68
Romania	2011	0,31	0,37	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,57	0,19	0,01	0,00	0,21	1,12	6,88	1,95
Romania	2012	0,34	0,42	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,55	0,19	0,01	-	0,22	1,13	6,95	1,81
Romania	2013	0,38	0,51	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,48	0,20	0,01	-	0,18	1,08	7,15	1,49
Romania	2014	0,42	0,56	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,46	0,20	0,01	-	0,17	1,08	7,56	1,47
Romania	2015	0,43	0,56	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,48	0,20	0,00	-	0,17	1,09	8,09	1,49
Romania	2016	0,43	0,56	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,45	0,19	0,01	-	0,22	1,11	8,50	1,37
Romania	2017	0,42	0,57	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,47	0,19	0,00	-	0,23	1,17	9,51	1,42
Romania	2018	0,42	0,57	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,44	0,18	0,00	-	0,24	1,20	10,58	1,35
Romania	2019	0,43	0,57	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,39	0,18	0,00	-	0,30	1,22	11,57	1,17
Romania	2020	0,43	0,57	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,34	0,20	0,00	-	0,28	1,22	11,44	1,00
Romania	2021	0,42	0,58	36,00	38,00	70,44	16,12	-	0,36	0,18	0,00	-	0,32	1,32	12,62	1,07
Slovakia	2008	0,17	0,47	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,27	0,57	0,00	0,00	0,66	1,95	12,22	1,46
Slovakia	2009	0,18	0,46	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,27	0,51	0,00	0,00	0,68	1,78	11,83	1,31
Slovakia	2010	0,18	0,47	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,26	0,51	0,00	0,00	0,64	1,91	12,66	1,28
Slovakia	2011	0,19	0,56	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,29	0,53	0,00	0,00	0,66	1,80	13,30	1,31
Slovakia	2012	0,20	0,56	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,28	0,53	0,00	0,00	0,62	1,70	13,62	1,21
Slovakia	2013	0,21	0,57	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,25	0,54	0,00	0,00	0,61	1,74	13,76	1,14
Slovakia	2014	0,23	0,56	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,24	0,55	0,00	0,00	0,62	1,61	14,09	1,00
Slovakia	2015	0,23	0,56	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,24	0,52	0,00	0,00	0,60	1,65	14,77	1,05
Slovakia	2016	0,23	0,56	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,24	0,50	0,00	0,00	0,61	1,70	14,96	1,04
Slovakia	2017	0,21	0,56	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,24	0,49	0,00	0,00	0,65	1,82	15,57	1,04
Slovakia	2018	0,21	0,55	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,25	0,49	0,01	0,00	0,64	1,82	16,50	1,02
Slovakia	2019	0,22	0,57	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,26	0,51	0,01	0,00	0,70	1,88	17,31	0,96
Slovakia	2020	0,23	0,56	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,27	0,53	0,01	0,00	0,56	1,76	17,11	0,88

Slovakia	2021	0,22	0,56	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,29	0,51	0,00	0,00	0,53	1,93	18,10	0,88
Slovenia	2008	0,30	0,51	359,00	135,00	97,64	13,41	-	0,41	0,42	0,00	0,00	0,54	2,71	18,75	3,30
Slovenia	2009	0,34	0,53	359,00	135,00	61,86	8,71	-	0,45	0,43	0,00	0,00	0,49	2,37	17,75	3,12
Slovenia	2010	0,32	0,62	248,00	124,00	79,64	8,29	-	0,42	0,40	0,00	0,00	0,49	2,46	17,74	3,18
Slovenia	2011	0,31	0,64	159,00	71,00	110,94	10,52	-	0,41	0,42	0,00	0,00	0,48	2,45	18,06	3,19
Slovenia	2012	0,32	0,68	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,41	0,38	0,00	0,00	0,52	2,39	17,63	3,03
Slovenia	2013	0,33	0,72	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,38	0,36	0,00	0,00	0,47	2,33	17,70	2,88
Slovenia	2014	0,34	0,74	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,30	0,43	0,00	0,00	0,45	2,24	18,25	2,21
Slovenia	2015	0,33	0,74	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,34	0,38	0,00	0,00	0,49	2,29	18,83	2,27
Slovenia	2016	0,32	0,74	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,37	0,37	0,00	0,00	0,49	2,37	19,59	2,46
Slovenia	2017	0,32	0,77	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,35	0,40	0,00	0,00	0,51	2,40	20,82	2,45
Slovenia	2018	0,32	0,77	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,34	0,37	0,00	0,00	0,51	2,39	22,16	2,39
Slovenia	2019	0,33	0,78	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,33	0,37	0,00	0,00	0,52	2,33	23,23	2,26
Slovenia	2020	0,35	0,82	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,34	0,42	0,00	0,00	0,46	2,12	22,39	2,21
Slovenia	2021	0,35	0,86	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,30	0,37	0,00	0,00	0,49	2,26	24,78	2,03
Spain	2008	0,24	0,84	359,00	135,00	97,64	13,41	0,01	0,64	0,20	0,00	0,00	0,82	1,97	24,13	2,03
Spain	2009	0,28	0,89	359,00	135,00	61,86	8,71	0,01	0,59	0,18	0,01	0,00	0,80	1,82	23,06	1,67
Spain	2010	0,30	0,94	248,00	124,00	79,64	8,29	0,01	0,49	0,21	0,01	-	0,77	1,84	23,04	1,30
Spain	2011	0,32	0,97	159,00	71,00	110,94	10,52	0,01	0,52	0,20	0,01	0,00	0,76	1,76	22,76	1,59
Spain	2012	0,33	1,02	125,00	72,00	111,97	11,47	0,01	0,53	0,21	0,01	0,00	0,73	1,69	22,05	1,69
Spain	2013	0,36	1,05	104,00	70,00	108,86	11,79	0,01	0,43	0,20	0,01	0,00	0,70	1,63	21,91	1,27
Spain	2014	0,37	1,06	79,00	59,00	98,94	10,05	0,01	0,41	0,21	0,00	0,00	0,73	1,62	22,23	1,36
Spain	2015	0,37	1,08	64,00	55,00	52,37	6,82	0,01	0,46	0,20	0,00	0,00	0,73	1,64	23,23	1,59
Spain	2016	0,37	1,08	55,00	47,00	44,05	4,56	0,01	0,40	0,21	0,00	0,00	0,71	1,67	23,99	1,26
Spain	2017	0,36	1,08	50,00	45,00	54,39	5,72	0,01	0,47	0,20	0,00	0,00	0,74	1,71	24,98	1,47
Spain	2018	0,35	1,08	43,00	42,00	71,07	7,68	0,01	0,41	0,20	0,00	-	0,74	1,75	25,76	1,27
Spain	2019	0,37	1,21	40,00	41,00	64,03	4,80	0,01	0,42	0,21	0,00	0,00	0,75	1,73	26,44	0,92
Spain	2020	0,43	1,25	37,00	40,00	42,30	3,24	0,01	0,35	0,22	0,00	0,00	0,68	1,53	23,61	0,67
Spain	2021	0,46	1,35	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,35	0,21	0,00	-	0,69	1,66	25,50	0,68
Sweden	2008	0,54	1,90	359,00	135,00	97,64	13,41	0,00	0,10	0,43	0,01	0,00	0,38	3,37	38,49	0,86
Sweden	2009	0,58	1,95	359,00	135,00	61,86	8,71	0,00	0,11	0,37	0,01	0,00	0,38	3,25	33,84	0,88
Sweden	2010	0,56	2,00	248,00	124,00	79,64	8,29	0,00	0,14	0,38	0,00	0,00	0,38	3,46	39,95	1,15

Sweden	2011	0,60	2,05	159,00	71,00	110,94	10,52	0,00	0,12	0,42	0,00	0,00	0,36	3,39	43,69	0,90
Sweden	2012	0,60	2,11	125,00	72,00	111,97	11,47	0,00	0,11	0,44	0,00	0,00	0,30	3,39	45,17	0,83
Sweden	2013	0,62	2,16	104,00	70,00	108,86	11,79	0,00	0,11	0,46	0,00	0,00	0,33	3,30	46,02	0,80
Sweden	2014	0,63	2,18	79,00	59,00	98,94	10,05	0,00	0,10	0,47	0,00	0,00	0,32	3,19	45,26	0,69
Sweden	2015	0,66	2,27	64,00	55,00	52,37	6,82	0,00	0,10	0,40	0,00	0,00	0,30	3,22	46,48	0,69
Sweden	2016	0,65	2,32	55,00	47,00	44,05	4,56	0,00	0,11	0,44	0,00	0,00	0,33	3,23	46,99	0,70
Sweden	2017	0,66	2,32	50,00	45,00	54,39	5,72	0,00	0,11	0,45	0,00	0,00	0,27	3,17	47,73	0,67
Sweden	2018	0,66	2,37	43,00	42,00	71,07	7,68	0,00	0,11	0,47	0,00	0,00	0,29	3,12	46,26	0,68
Sweden	2019	0,71	2,52	40,00	41,00	64,03	4,80	0,00	0,12	0,46	0,00	0,00	0,30	3,05	46,39	0,56
Sweden	2020	0,74	2,66	37,00	40,00	42,30	3,24	0,00	0,10	0,35	0,00	0,00	0,32	3,00	46,42	0,51
Sweden	2021	0,76	2,89	36,00	38,00	70,44	16,12	0,00	0,11	0,36	0,00	0,00	0,21	3,09	51,68	0,54

## Summary

### **Renewable Energy Development in the European Union: The Impact of Public Interventions, Market Conditions and Energy Dependency**

This thesis explores the reasons behind different outcomes of renewable energy development in the European Union from 2008 to 2021. Even though EU countries share common climate and renewable energy objectives, regulation, support mechanisms and a common energy market, renewable energy development outcomes between some of these countries varied more than threefold during this period. Therefore, the aim of this paper was to assess the impact of economic and political factors on the actual and relative development of renewable energy in the European Union from 2008 to 2021.

The main renewable energy development causal mechanisms and drivers were identified and conceptualized based on existing literature. First major explanation is a substitution effect mechanism, which explains the renewable energy development as a result of technological progress and evolving market conditions, whereby renewable energy over time becomes more cost-effective and replaces conventional energy as a more economically attractive option. Based on this explanation increasing fossil fuel prices (H1) and declining long-term costs of different renewable energy generation technologies (H2) are driving the development of renewable energy. Second explanation is based on the arguments that the development of renewable energy is the primary result of purposeful public policies and state support aimed at tackling climate change or, as some cases, at increasing the country's energy security. According to this explanation, governmental support for renewable energy (H3) drives renewable energy development. Third, but similar explanation is also addressed, where renewable energy development is hampered by a protectionist policies towards conventional energy sector in the form of direct state support, which is often pursued by some countries where the sector is exceptionally important. Based on this explanation, the size and importance of conventional fossil or nuclear energy in the overall energy sector (H4) as well as state support for conventional energy (H5) hampers the development of renewable energy. Fourth causal mechanism of energy insecurity impact on renewable energy development is also addressed, where the import dependency of a country increases the development of renewable energy. According to this explanation, national dependence on energy imports (H6) drives renewable energy development.

In this paper two dependent variables were used to measure the development of renewable energy: 1) the relative development of renewable energy, measured by the share of electricity generated from renewable energy sources in total electricity consumption, and 2) the actual development of renewable energy, measured by the installed renewable energy capacity per capita.

While the second dependent variable shows factual increases in the installed capacity of renewable energy, the first dependent variable reflects not only that, but also the overall transformation of the energy sectors in the European Union. Additionally, thirteen independent variables were used in the empirical assessment, including oil and natural gas annual prices, levelized costs of wind and solar energy, shares of fossil fuel and nuclear energy in the final energy consumption, state support to renewable, fossil fuel and nuclear energy, state dependency for energy imports, final energy consumption, GDP and greenhouse gas emissions per capita.

The empirical assessment was carried out by compiling the latest data dataset from different sources and quantitatively modelling a fixed-effects linear regression model, as well as a pooled OLS linear regressions model, which assessed the relationships between the independent variables and the actual and relative development results of renewable energy. According to the results of the model, H1 and H6 were rejected, while H2, H3 and H5 were confirmed and H4 confirmed in part.

The regression modelling showed that the national policies of the EU Member States are the most important factors determining both the actual and the relative performance of renewable energy development. Public policies and state support can either encourage the development of renewable energy through subsidies, research and development funding or by other forms of support, or severely constrain it by adopting protectionist policies towards existing conventional energy industries. In this context, market conditions, at least during the period from 2008 to 2021, are seen as having negligible impact. This is also an important factor when thinking about energy security, as the paper discovers that import dependence is negatively correlated with the performance of renewable energy development, and it is therefore state interventions that can ensure that not only climate neutrality objectives are met, but also energy security objectives.