



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Atsinaujinančių energijos išteklių įtaka ES ekonomikos augimui

Baigiamasis magistro projektas

Mantvydas Kupratas

Projekto autorius

Prof. Gražina Startienė

Vadovė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Atsinaujinančių energijos išteklių įtaka ES ekonomikos augimui

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Mantvydas Kupratas

Projekto autorius

Prof. Gražina Startienė

Vadovė

Doc. Audrius Jonaitis

Recenzentas

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Mantvydas Kupratas

Atsinaujinančių energijos išteklių įtaka ES ekonomikos augimui

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Mantvydas Kupratas

Kupratas, Mantvydas. Atsinaujinančių energijos išteklių įtaka ES ekonomikos augimui. Magistro baigiamasis projektas / vadovė prof. dr. Gražina Startienė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): energijos inžinerija, inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: atsinaujinantys energijos ištekliai, BVP, energijos produktyvumas, energijos intensyvumas.

Kaunas, 2022. 84 p.

Santrauka

Darbe nagrinėjamas ekonomikos augimo ryšys su atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimu Europos Sąjungos šalyse 2009 – 2019 metų laikotarpyje. Sparčiai vystantis šalių ekonomikai, vis daugiau šalių pereina prie efektyvesnių energijos priemonių, kurie taip pat spręstų klimato kaitos problemas – atsinaujinantys energijos ištekliai. Tačiau, neaišku, kokį poveikį šie ištekliai daro ekonomikos augimui, todėl šiame darbe bus analizuojamas jų poveikis svarbiausiam ekonomikos rodikliu BVP.

Darbe atliekama statistinė analizė, bei sudaromi ekonometriniai modeliai, kurie leidžia įvertinti egzistuojanti ryšį tarp pasirinktų rodiklių. Atsinaujinantys energijos ištekliai netiesiogiai daro įtaką BVP augimui, todėl pirmiausia analizuojamas energetikos rodiklių, kurių pasikeitimus lemia atsinaujinantys energijos ištekliai, ryšys su BVP bei dinamiką pasirinktame laikotarpyje. Tuomet, detaliau analizuojamas ir rengiamas ekonometrinis ADL modelis, kuris leis įvertinti ryšį tarp didžiausią ir mažiausią BVP turinčių šalių su atsinaujinančių energijos išteklių apimčių, bei tam tikrą AEI populiarėjimą.

Kupratas, Mantvydas. The Impact of Renewable Energy Sources on EU Economic Growth. Master's Final Degree Project / supervisor prof. dr. Gražina Startienė; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): power engineering, engineering sciences.

Keywords: renewable energy sources; GDP; energy intensity, energy productivity.

Kaunas, 2022. 84 pages.

Summary

The paper examines the relationship between economic growth and the use of renewable energy sources in the European Union in the period 2009-2019. With the rapid development of their economies, more and more countries are moving towards more efficient energy measures that also address the challenges of climate change - renewable energy sources. However, it is not clear what impact these resources have on economic growth, so this paper will analyze their impact on the key economic indicator of GDP.

The paper performs statistical analysis and econometric models, which allow to evaluate the existing relationship between the selected indicators. Renewable energy sources have an indirect impact on GDP growth, so the relationship between the energy indicators, the changes of which are determined by renewable energy sources, and GDP and the dynamics of the selected period is analyzed first. Then, an econometric model of ADL is analyzed and developed in detail, which will allow to estimate the relationship between the countries with the highest and lowest GDP and the volume of renewable energy sources, as well as the popularity of certain RES.

Turinys

Lentelių sąrašas	7
Paveikslų sąrašas	8
Santrumpų ir terminų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. Atsinaujinančios energetikos įtaka ekonomikai teoriniu aspektu	11
1.1. Atsinaujinančių energijos šaltinių samprata, rūšys ir panaudojimas.....	11
1.2. Energetikos ir ekonomikos tarpusavio ryšys.....	18
1.3. Atsinaujinantys energijos ištekliai energetikos sektoriuje	22
1.4. Svarbiausi energetikos sektoriaus našumo rodikliai parodantys projektų konkurencingumą..	27
1.5. Svarbiausi šalies ekonominiai rodikliai.....	30
1.6. AEI ir ekonomikos bendri rodikliai.....	34
2. Tyrimo metodika	41
2.1. Programinė įranga	44
2.2. Modeliavimas taikant SPSS programa	44
3. Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo įtakos Europos Sąjungos šalių ekonomikos augimui tyrimo rezultatai.....	47
3.1. Tiriamų rodiklių palyginimas tarp ES šalių.....	47
3.2. Ryšio tarp BVP, energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo rodiklių nustatymas	48
3.3. Atsinaujinančios energijos išteklių įtaka energijos intensyvumo ir produktyvumo rodiklių kitimui.....	53
Išvados	62
Literatūros sąrašas	63
Priedai.....	70
1 priedas. 2009-2019 28 ES šalių BVP, energijos intensyvumas ir energijos produktyvumas...	70
2 priedas. Logaritmuoti 2009-2019 28 ES šalių BVP, energijos intensyvumas ir energijos produktyvumas	76
3 AEI dalis bendrame energijos suvartojime I-II grupių.....	83
4 I grupės AEI generuojama energija KTOE	83
5 II grupės generuojama energija KTOE.....	83

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Lietuvos Nacionalinė s energetinės nepriklausomybės tikslai Šaltinis: sudaryta darbo autoriais remiantis „Lietuvos energetikos agentūra“	11
2 lentelė. Atsinaujinančių energijos išteklių dalis suvartojime 2015 m. – 2019 m., proc. (Oficialios statistikos portalas 2020)	12
3 lentelė. Ekonomikos augimo bei energetikos ryšio hipotezių analizė (sudaryta autoriaus)	20
4 lentelė. Naujo energijos modelio poreikis (pagal Jefferson M., 2000)	23
5 lentelė. Priemonės skirtos įgyvendinti svarbiausiu tikslus, strategijas ir politiką (sudaryta pagal Jefferson M., 2000).....	24
6 lentelė duomenų galimos reikšmės	45
7 lentelė. Analizuojamų rodiklių aprašomoji statistika (sudaryta autoriaus remiantis Eurostat).....	47
8 lentelė. Grupės pagal AEI panaudojimo efektyvumą	48
9 lentelė. „Heatmap“ spalvos atitinkančios tam tikras BVP 1 gyv. rodiklio reikšmes	48
10 lentelė. Log BVP 1 gyv. rodiklio kitimas skirtingose šalyse laikotarpiu 2009 m. – 2019 m.	49
11 lentelė. „Heatmap“ spalvos atitinkančios energijos intensyvumo rodiklio reikšmes	50
12 lentelė. Log energijos intensyvumo rodiklio kitimas skirtingose šalyse laikotarpiu 2009-2019 metais.....	50
13 lentelė. „Heatmap“ spalvos atitinkančios energijos produktyvumo rodiklio reikšmes.....	50
14 lentelė. Log energijos produktyvumo rodiklio kitimas skirtingose šalyse laikotarpiu 2009 m. – 2019 m	51
15 lentelė. Koreliacija tarp BVP 1 gyventojui ir analizuojamų rodiklių.....	51
16 lentelė. Koreliacija tarp BVP 1 gyventojui ir energijos efektyvumo bei produktyvumo.....	53
17 lentelė. II grupės šalių koreliacija tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių55	
18 lentelė. I grupės šalių koreliacija tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių	56
19 lentelė. I grupės šalių koreliacija tarp BVP ir atsinaujinančių energijos išteklių (Spearman koreliacija).....	56
20 lentelė. II grupės šalių koreliacija tarp BVP ir atsinaujinančių energijos išteklių (Spearman koreliacija).....	56
21 lentelė. I šalių grupės tiesinės regresijos rezultatai	57
22 lentelė. ADL regresijos rezultatai esant 1 metų vėlavimui	58
23 lentelė. II šalių grupės tiesinės regresijos rezultatai.....	60

Paveikslų sąrašas

1 pav. Lietuvos saulės spinduliuotės potencialas (1994-2018).....	15
2 pav. Atskirų atsinaujinančios energijos rūšių bendrasis sunaudojimas, 2015–2019 m., TJ (Oficialios statistikos portalas 2020)	16
3 pav. Ekonomikos augimo ir energijos sunaudojimo hipotezės.....	19
4 pav. Pagrindinės tvarios energetikos plėtros kryptys (Gunnarsdottir I., Davidsdottir B., Worrell E., ir kt. 2021)	27
5 pav. BVP tenkantis vienam gyventojui ES ir Lietuvoje 2000-2020 metais, EUR. Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Eurostat duomenimis.....	32
6 pav. Lietuvos infliacijos lygis 2021 metais, proc. Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Oficialios Statistikos portalu	33
7 pav. Nedarbo lygis Lietuvoje ir ES 2009-2020 metais, proc. Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Eurostat duomenimis	34
8 pav. Energijos suvartojimo vidurkis vienam gyventojui pasaulyje, kWh. (1965 – 2019 m.) Šaltinis : Ourworldindata duomenų bazė.....	36
9 pav. Energijos vartojimo intensyvumas Europos Sąjungoje 1990-2015 metais, kWh/USD Šaltinis : Ourworldindata duomenų bazė	36
10 pav. ES ir Lietuvos AEI dalis bendrame galutiniame energijos suvartojime 2004-2019 metais Šaltinis: Eurostat duomenų bazė	37
11 pav. metinės CO2 emisijos pasaulyje bei ES 1960-2020 m. milijardai t. Šaltinis: Ourworldindata duomenų bazė.....	38
12 pav. energijos produktyvumas pasirinktose šalyse 2009-2019 m. Šaltinis: Eurostat duomenų bazė	39
13 pav. Tyrimo etapai (sudaryta autoriaus)	41
14 pav. logaritmuoto BVP 1 gyv. ir logaritmuoto energijos intensyvumo koreliacijos grafikas.....	52
15 pav. Logaritmuoto BVP 1 gyv. ir logaritmuoto energijos produktyvumo koreliacijos grafikas .	52
16 pav. AEI dalis bendroje energijos gamyboje pagal šalis, %. Šaltinis: Eurostat.....	54
17 pav. II grupės šalių atsinaujinančių energijos išteklių dalis nuo bendros AEI sumos pagal rūši 2009-2019 metais, % Šaltinis: Eurostat.....	54
18 pav. I grupės šalių atsinaujinančių energijos išteklių dalis nuo bendros AEI sumos pagal rūši 2009-2019 metais, % Šaltinis: Eurostat	55
19 pav. Standartizuota tiesinės regresijos histograma.....	58
20 pav. ADL standartizuota tiesinės regresijos histograma	59
21 pav. ADL modelio standartizuotų paklaidų grafikas	59
22 pav. Standartizuota tiesinės regresijos histograma.....	60
23 pav. Tiesinio regresinio modelio standartizuotų paklaidų grafikas	61

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

ES – Europos Sąjunga

BVP (angl. GDP) – bendras vidaus produktas

AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai

ŠESD – šiltnamio efektą sukeliančios dujos

ARDL (angl. autoregressive distributed lag) – autoregresinis dinaminis modelis

CO₂ – anglies dioksidas

OECD – ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija

BRICS – vienu didžiausių pasaulio šalių valstybių grupė (Brazilija, Rusija, Indija, Kinija, Pietų Afrikos Respublika)

Įvadas

Temos aktualumas. Pasaulis greitai tobulėja ir dėl to kasdien visame pasaulyje reikia vis daugiau energijos. Didėjantis energijos kiekis yra susijęs su žmogaus poreikiais - noru gerinti žmogaus socialinę ir ekonominę raidą, sveikatos gerėjimu, kasdienėmis paslaugomis. Todėl, energija yra svarbi žmogaus gyvenimo dalis, kuri užtikrina darnų visuomenės vystymą, technologinę plėtrą bei ekonominį stabilumą. Šiuo metu pasaulyje yra sprendžiama daug problemų susijusių su neatsinaujinančiais energijos šaltiniais. Visų pirma šie šaltiniai yra riboti ir laikui bėgant jie išseks, todėl jie bus prieinami ne visoms valstybėms. Taip pat, šie išteklių brangsta, kadangi pasaulyje bandoma išspręsti svarbią klimato šiltėjimo problemą, kurios vienas pagrindinių sukėlėjų yra energetikos sektorius ir dėl to yra apmokestinamos išmetamos dujos. Visa tai lėmė atsinaujinančių energijos išteklių plėtrą pasaulyje, naujų politinių tikslų iškėlimą valstybėms ateityje.

Pasaulyje atsinaujinantys energijos šaltiniai pradėjo populiarėti nuo XX a. pabaigos, kai buvo pastebėta, kad neatsinaujinantys išteklių pradėjo mažėti ir tapo nesaugūs dėl kenksmingų medžiagų išmetimo į aplinką. Nepaisant to, ekonomika sparčiai auga, kas lemia energijos suvartojimo masto didėjimą pasaulyje. Tikėtina, kad ir toliau augs energijos suvartojimas ateityje, todėl valstybės, kurios neturi neatsinaujinančių energijos resursų susidurs su ekonomine problema – taps ekonomiškai priklausomos nuo valstybių iš kurių importuoja energetinius išteklius. Tai taip pat suteiks toms valstybėms ekonominį pranašumą, kadangi jos galės manipuluoti šių išteklių kainomis. Todėl, norint išvengti šių galimų problemų ateityje yra skatinamas atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas, kuris taip pat išspręstų svarbią šių dienų užterštumo problemą.

Tyrimo objektas – atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas Europos energetikos sektoriuose, jų plėtra bei įtaka ES ekonomikai.

Problema. Šiais laikais pasaulyje labiausiai paplitę energijos šaltiniai yra tradiciniai energijos šaltiniai tokie kaip: iškastinis kuras, gamtinės dujos. Visi šie šaltiniai prisideda prie labai didelės aplinkos taršos, visi šie išteklių keičiami atsinaujinančiais. Todėl svarbu išsiaiškinti, ar atsinaujinančių energijos išteklių, kuriais keičiami tradiciniai išteklių, naudojimas, skatina ekonomikos augimą ir jei skatina, tai koku mastu.

Darbo tikslas – išanalizuoti atsinaujinančių energijos išteklių įtakos ekonomikai kryptis, nustatyti šių išteklių naudojimo poveikį ES šalių ekonomikos augimui.

Uždaviniai:

- Apžvelgti atsinaujinančių energijos šaltinių rūšis bei tendencijas ES;
- Išanalizavus mokslinius tyrimus apie ekonomikos ir energetikos ryšį, nustatyti atsinaujinančių išteklių rodiklius, susijusius su ekonomikos augimu;
- Naudojant ekonometrinius modelius įvertinti, kurie rodikliai daro didžiausią įtaką ES šalių ekonomikos augimui;
- Įvertinti koks ryšys egzistuoja tarp atsinaujinančių energijos išteklių rodiklių ir BVP vienam gyventojui.

1. Atsinaujinančios energetikos įtaka ekonomikai teoriniu aspektu

Trys pagrindiniai aspektai yra labai svarbūs kuriant tvarią energiją visame pasaulyje: energijos prieinamumas, energijos vartojimo efektyvumas ir iškastinio kuro pakeitimas atsinaujinančia energija. Pastarieji du aspektai Lietuvai vienodai svarbūs. Todėl atsinaujinančios energijos (AEI) naudojimas yra vienas pagrindinių tvarios energetikos plėtros aspektų.

1.1. Atsinaujinančių energijos šaltinių samprata, rūšys ir panaudojimas

Atsinaujinantys energijos šaltiniai ir jų poveikis ekonomikai buvo pradėtas aptarinėti dar 1970-aisiais po didelės energijos krizės visame pasaulyje. Taip pat, tolimesnis energijos kainos, bei energijos poreikio didėjimas, visuotinis globalus atšilimas ir suvokimas, kad neatsinaujinantys energijos ištekliai laikui bėgant išseks, privedė prie atsinaujinančių energijos išteklių populiarėjimo (Maamar Sebri, 2014).

Atsinaujinančių energijos išteklių direktyvoje AEI yra apibrėžiami kaip energija, kuri yra išgaunama iš natūralių išteklių. AEI rūšys yra įvardijamos šios: vėjo ir saulės, aeroterminiai, geoterminiai, hidroterminiai, taip pat ir vandenynų energijos ištekliai, hidroenergijos, biomasės, biodujos. (Renewable Energy Directive, 2021). Šie ištekliai praktiškai yra neišsenkantys. Ritos Bužinskienės (2015) teigimu, atsinaujinantys energijos šaltiniai apibūdinami, kaip ištekliai, kurių atsiradimą ir atsinaujinimą lemia gamtos procesai. Dar svarbiau yra tai, kad šių išteklių panaudojimas tampa svarbia paskata sprendžiant klimato kaitos mažinimo problemas.

Atsinaujinančių išteklių naudojimas šiuo metu yra skatinimas visame pasaulyje, tam kad būtų galima išspręsti susidariusias aplinkosauginės problemas, tuo pačiu prisidedant prie ekonomikos plėtros. Europos Sąjungoje 2018 metais buvo priimta Europos Parlamento ir Tarybos direktyva, kurioje numatytas tikslas, kad ES šalyse iki 2030 metų pagaminamos elektros energijos dalis iš atsinaujinančių energijos šaltinių sudarytų bent 27%. Eurostat (2019) duomenimis nuo 2004 metų iki 2019 metų AEI dalis bendrame energijos balanse daugiau nei padvigubėjo (2004 m. sudarė 8,6 proc. 2019 m. sudarė 18,9 proc.). Siekiant įgyvendinti ES numatytus tikslus, šalys taip pat išsikėlė individualius siekius per ateinančius laikotarpius. Tarp jų ir Lietuva išsikėlė tikslus, kurie yra skirti 2020 metams, 2030 metams bei 2050 metams. Numatytus tikslus bei siekiamas jų reikšmes galima pamatyti žemiau pavaizduotoje lentelėje 1.

1 lentelė. Lietuvos Nacionalinė s energetinės nepriklausomybės tikslai
Šaltinis: sudaryta darbo autoriais remiantis „Lietuvos energetikos agentūra“

Tikslai	2020 m.	2030 m.	2050 m.
AEI dalis galutiniame energijos suvartojimo balanse, proc.	30	45	80
AEI ir vietinių išteklių dalis centralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje, proc.	70	90	100
AEI dali transporto sektoriuje, proc.	10	15	50
AEI dalis elektros suvartojimo balanse, proc.	30	45	100
Elektros energijos gamyba Lietuvoje, proc.	35	70	100

2 lentelė. Atsinaujinančių energijos išteklių dalis suvartojime 2015 m. – 2019 m., proc. (Oficialios statistikos portalas 2020)

	2015	2016	2017	2018	2019
Bendrame galutiniame energijos suvartojime	25,8%	25,6%	26%	25,3%	25,5%
Galutiniame energijos suvartojime šildymui ir aušinimui	46,1%	46,6%	46,5%	45,6%	47,4%
Bendrame elektros energijos suvartojime	15,6%	16,9%	18,3%	18,4%	18,8%
Galutiniame energijos suvartojime transporto sektoriuje	4,6%	3,6%	4,3%	4,3%	4%

Palyginus lentelėje 1 pateiktus Lietuvos tikslus su lentelėje 2 esama situacija, galima matyti, kad iki tikslų, iškeltų Lietuvos Nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos pasiekimo Lietuva dar atsilieka, ypač transporto sektoriuje. Tačiau, jeigu lygintume su Europos Sąjungos tikslais, tai Lietuva tikslą, kad AEI dalis galutiniame energijos suvartojimo balanse pasiektų 23%, įgyvendino jau 2014 metais.

Nacionaliniame energetikos ir klimato veiksmų plane (2019) yra rašoma, kad pagal 2015 m. Paryžiaus susitarimą pasaulio valstybės sutarė dėti visas reikalingas pastangas sustabdyti klimato kaitos pokyčius globaliam atšilimui neperžengus pavojingos 2 laipsnių ribos. Europos Sąjungos (ES) poveikis klimato kaitai yra trečias pagal dydį pasaulyje, todėl perėjimas prie nulinės emisijos ekonomikos iki amžiaus vidurio yra vienas svarbiausių ilgalaikių ES tikslų. Tai apima tris užduotis, kurias ES šalys narės turės atlikti iki 2030 m. (Nacionalinis energetikos ir klimato veiksmų planas, 2019):

- Sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijas 40 proc. (lyginant su 1990 m.)
- Pagerinti energijos vartojimo efektyvumą bent 32,5 proc.
- Padidinti atsinaujinančių energijos išteklių dalį visoje energetikoje iki 32 proc.

Nors atsinaujinančios energijos technologiniai ir ekonominiai pranašumai nuolatos didėjo, tačiau jų tolimesnis panaudojimas ir plėtra dar vis nėra ekonomiškai ir techniškai priimtina. Todėl, toliau yra svarbu skatinti atsinaujinančių energijos išteklių plėtrą ir diegimą siekiant aktyvaus energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių dalyvavimo rinkos sąlygomis. (Lietuvos energetikos agentūra).

Atsinaujinančių energijos išteklių plėtra Lietuvoje vykdoma vadovaujantis šiais principais (Lietuvos energetikos agentūra):

- palapsninio atsinaujinančių energijos išteklių integravimo į rinką – turi būti plėtojamos ekonomiškai efektyviausios technologijos, atsižvelgiama į technologijų brandumą, įvertinant ir jų netolimos ateities pažangos tendencijas;
- į perkamumo ir skaidrumo – atsinaujinančių energijos išteklių skatinimo schemas modelis turi būti pagrįstas rinkos principu, kuo mažiau ją iškraipyti ir užtikrinti mažiausią finansinę naštą energijos vartotojams, aiškumą ir nediskriminacinę konkurencinę aplinką;
- aktyvaus energijos vartotojų dalyvavimo – didėjant atsinaujinančių energijos išteklių daliai, palyginti su visu energijos išteklių balansu, turi būti skatinama decentralizuota elektros energijos gamyba, vartotojams suteikiama galimybė iš atsinaujinančių energijos išteklių pasigamintą energiją vartoti savo reikmėms, o už perteklinę energiją, patiektą į tinklą, gauti

rinkos sąlygas atitinkantį atlygį: taip pat turi būti įdiegti vartotojų elgsenos ir energijos paklausos ir pasiūlos valdymo sprendimai

Skatinant atsinaujinančių energijos išteklių plėtrą galima susidurti su techniniais, finansiniais ir socialiniais atsinaujinančių išteklių integravimo iššūkiais (Ellabban O., Abu-Rub H. Ir Blaabjerg F. 2014):

- Techninius iššūkius sudaro :
 - Energijos kaupimas
 - Pakartojamumas ir saugumas
 - Energijos gamybos prognozė
 - Elektros sistemos planavimas ir rizikos valdymas
- Finansinius iššūkius sudaro :
 - Energijos konversijos sąnaudos
 - Išlaidų paskirstymas
 - Pinigu srautai
- Socialinius iššūkius sudaro :
 - Vartotojų dalyvavimas
 - Paklausos valdymas

Atsinaujinantys energijos šaltiniai skirstomi į šias pagrindines rūšis: hidroenergija, vėjo, saulės, biomasės ir geoterminė energija (M. Marčiukaitis, E. F. Dzenajavičienė, V. Kveselis ir kt., 2016). Kiekviena iš šių energijų turi tam tikrus ateities plėtros tikslus ir perspektyvas. Greičiausia plėtra vyksta vėjo ir saulės elektrinėse, hidroelektrinių plėtra yra sulėtėjusi, nes Lietuvoje yra mažai sraunių upių, kurias būtų galima apstatyti elektrinėmis, taip pat joms įrengiant reikalingas didelis plotas, kas labai kenkia aplinkai.

Remiantis Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymu (2011) **vėjo energija** yra apibrėžiama kaip oro judėjimo energija, naudojama energijai gaminti. Vėjo jėgainių potencialas Europoje, bei Lietuvoje didėja, vien dėl mažos užimamos vietos bei sugeneruojamos energijos. Jos dažniausiai yra statomos kalnuotose vietovėse, pajūryje (V. Katinas, A. Markevičius, A. Burlakovas, 2006). Taip yra dėl to, nes šiose vietovėse yra didžiausias vidutinis vėjo greitis. Taipogi sugeneruojama galia priklauso ir nuo jėgainės aukščio, oro tankio, propelerio pločio bei ilgio. Vėjo jėgainė turi daugiau privalumų nei trūkumų. Privalumais laikoma tai, kad vėjo energija yra neišsenkanti, o trūkumais laikoma tai, kad energija yra nepastovi, kelia didelį triukšmą (V. Katinas, M. Marčiukaitis, M. Tamaušauskienė, 2014).

Remiantis autorių Ellabban O., Abu-Rub H. Ir Blaabjerg F. (2014) nuomone išskiriami šie vėjo energijos privalumai:

- Nemokamas energijos šaltinis
- Nesukelia nei vandens, nei oro taršos
- Vėjo jėgainės yra nebrangu pastatyti
- Žemė aplink vėjo jėgaines gali būti naudojama kitais tikslais

Trūkumai:

- Reikia pastovaus ir didelio vėjo kiekio
- Vėjo jėgainėms reikia daug žemės
- Gali turėti didelį vizualinį poveikį kraštovaizdžiui

Vėjo jėgainės nuo pat 1990 metų tobulėjo, augo vėjo malūnų aukštis, propelerio dydis, generatoriaus galia ir jos toliau nenustoja tobulėti. Pradžioje vėjo jėgainių galia siekė vos 50 kW,

aukštis siekė ne daugiau kaip 20 metrų ir rotoriaus diametras maksimaliai siekė apie 12 metrų, na o tuo tarpu šiomis dienomis jėgainių instaliuota galia gali siekti daugiau nei 5 MW, aukštis gali būti didesnis negu 120 metrų ir rotoriaus diametras gali siekti 120 metrų. Tai parodo, kaip vėjo jėgainių technologijos patobulėjo (R. Mesquita Brandão ir kt. 2009).

2020 m. Lietuvoje veikiančios vėjo elektrinės pagamino 1,54 TWh (1544 GWh) elektros energijos – 6,2 % daugiau nei 2019 m., kai buvo pagaminta 1,45 TWh (1453 GWh). Tai yra 14 % galutinio Lietuvos elektros energijos suvartojimo. „Litgrid“ duomenimis, Lietuvoje iš viso instaliuota 540 MW galios vėjo elektrinių. Tai yra beveik 60 % visos atsinaujinančių energijos išteklių instaliuotos galios. Tuo tarpu ES 2020 m. vėjo elektrinėse buvo pagaminta 16 % ES reikalingos elektros energijos. Didžiausia dalis reikalingos elektros energijos iš vėjo buvo pagaminta Danijoje (48 %), Airijoje (38 %), Vokietijoje (27 %), Jungtinėje Karalystėje (27 %) ir Portugalijoje (25 %). Per paskutinius metus Europoje buvo instaliuota 14,7 GW galios naujų vėjo elektrinių: 11,8 GW sausumoje ir 2,9 GW jūroje. Bendrai Europoje veikia 220 GW galios vėjo jėgainių.

Saulės energija literatūroje yra apibrėžiama, kaip švari ir neišsenkanti energija, kuri pasiekia mus dabar ir pasieks ateityje (E. Perednis, A. Kavaliauskas, 2005), arba kaip saulės šiluminė energija, kuri yra paverčiama į šilumos energiją saulės kolektoriuose, arba kaip saulės šviesos energija, kuri yra gaunama tiesiogiai iš saulės spindulių (M. Marčiukaitis, E. F. Dzenajavičienė ir kt., 2016). Saulės energija gali būti geriausiu pasirinkimu ateityje lyginant su kitais atsinaujinančiais išteklių kadangi ji yra gausiausia, taip pat šis šaltinis yra efektyviausias lyginant su kitais šaltiniais (N. Kannan, D. Vakeesan, 2016). Be to saulės energija yra laikoma švariausia energija, kadangi ši energija nesukelia jokios taršos ar įtakos aplinkai (R. Nowzari, 2020). Saulės elektrinių panaudojimas yra labai platus, jos gali būti įrengiamos ant pastatų, stogų, žemės – svarbiausia yra tai, kad jos būtų nukreiptos į pietus, kad būtų sugaunami stipriausi spinduliai. Požiūris į saulės elektrines kiekvienais metais gerėja, tačiau jos plėtrą stabdo ilgas atsipirkimo laikas, bei didelė jų kaina (M. Marčiukaitis, E. F. Dzenajavičienė, V. Kveselis ir kt., 2016). Remiantis autorių Ellabban O., Abu-Rub H. Ir Blaabjerg F. (2014) nuomone, išskiriami šie saulės energijos privalumai:

- Potencialiai nesibaigiantis energijos šaltinis
- Nesukelia nei oro, nei vandens taršos

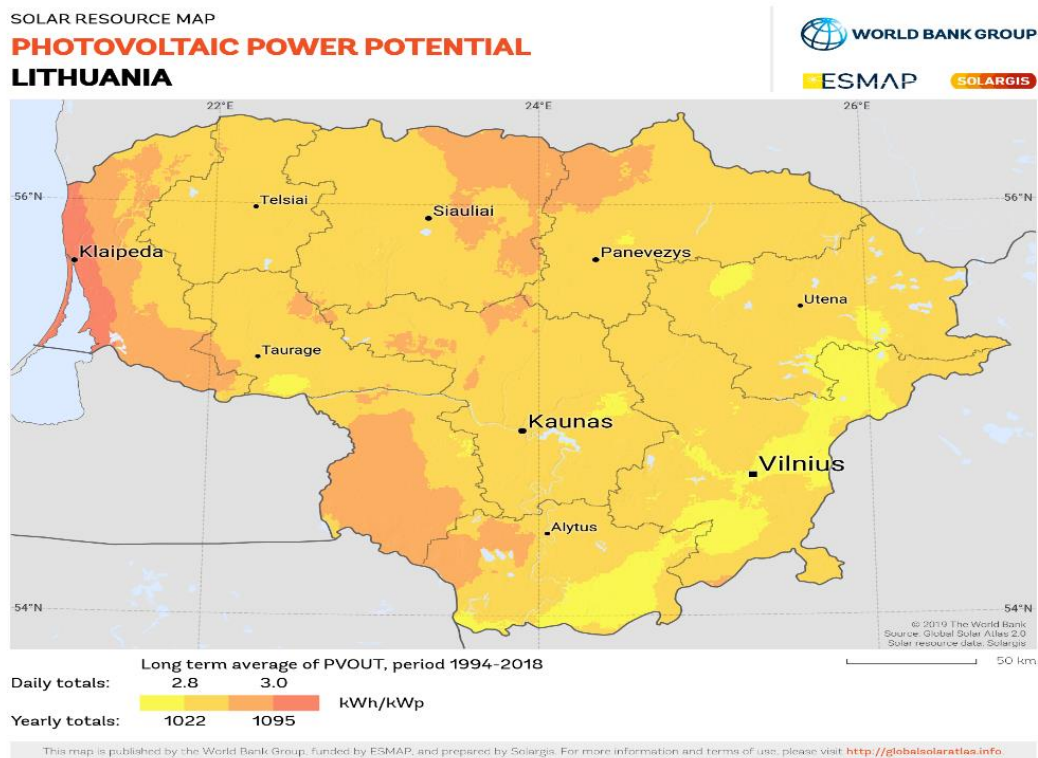
Trūkumai:

- Gali būti ekonomiškai neefektyvus
- Būtina saugoti ir turėti atsarginius saulės modulius
- Patikimumas priklauso nuo saulės spindulių prieinamumo

Nuo 2015 m. Lietuvoje šios srities elektros energijos gamybos plėtra praktiškai sustojusi, nors galimybių jai yra, pakanka ir technologinių sprendimų rinkoje. Nuo 2016 m. lapkričio 1 d. priimtas naujas aktas, kad visi naujai statomi pastatai atitiktų A energinio naudingumo klasę. Tai suteiks papildomą paskatą naudoti mažos galios saulės elektrines urbanizuotoje aplinkoje. Šiuo metu Vyriausybės nustatyta tvarka ir sąlygomis ne didesnės nei 10 kW įrengtosios galios elektrinėse pagaminta perteklinė elektros energija superkama už nustatytą fiksuotą tarifą (M. Marčiukaitis, E. F. Dzenajavičienė, V. Kveselis ir kt., 2016).

Lietuvoje atsinaujinančią elektros energiją generuojančios saulės elektrinės 2019 m. pagamino 91,1 mln. kilovatvalandžių (kWh) elektros energijos, arba 5,2 proc. daugiau nei 2018 m. Tai gana svarbu, nes taip skatinama vietinė elektros energijos gamyba ir prisidedama prie tarptautinių klimato

kaitos stabdymo tikslų įgyvendinimo. Saulės energijos sąnaudos palyginus su kitomis atsinaujinančios energijos rūšimis yra pačios mažiausios. Žemiau paveikslėlyje 1 yra pateikiamas Lietuvos saulės spinduliuotės potencialas. Iš paveikslėlio galima matyti, kad vakarų Lietuvoje spinduliuotė yra intensyviausia ir tai reiškia, kad šioje Lietuvos dalyje iš saulės elektrinių sugeneruojama daugiausiai elektros.



1 pav. Lietuvos saulės spinduliuotės potencialas (1994-2018)

Hidroenergija yra įvardijama kaip labai svarbus energijos šaltinis, kuris yra išgaunamas vandeniui pereinant iš aukštesnio rezervuaro į žemesnį sukant turbinas, kurios gamina elektrą. Hidroelektrinių projektai dažniausiai apima: užtvankas su rezervuarais, upių nuotėkio ir srauto projektus, taip pat pačio projekto diapazoną. Hidroenergijos technologijos yra labai techniškai išvystytos (P. Asantewaa Owusu, S. Asumadu-Sarkodie, 2016). Hidroenergija yra labai švari energija ir yra laikoma žaliaja energija, nes gamyba neišskiria šiltnamio efektą sukeliančių dujų. Šio energijos išteklių privalumai yra: elektros energijos gamyba yra nepertraukiama, didelis patikimumas, nebrangi gamyba, vandens išteklių neišsenkantys. Nors šis išteklius yra labai paplitęs pasaulyje, jis turi taip pat ir neigiamų darinių: nulemia šalia esančios aplinkos ekosistemos pasikeitimus, vandens gyvūnų gyvenimo sąlygų pasikeitimus, vandens cheminės sudėties pasikeitimus (S. Nash, A. Phoenix, 2017). Remiantis autorių Ellabban O., Abu-Rub H. ir Blaabjerg F. (2014) nuomone išskiriami šie hidroenergijos privalumai:

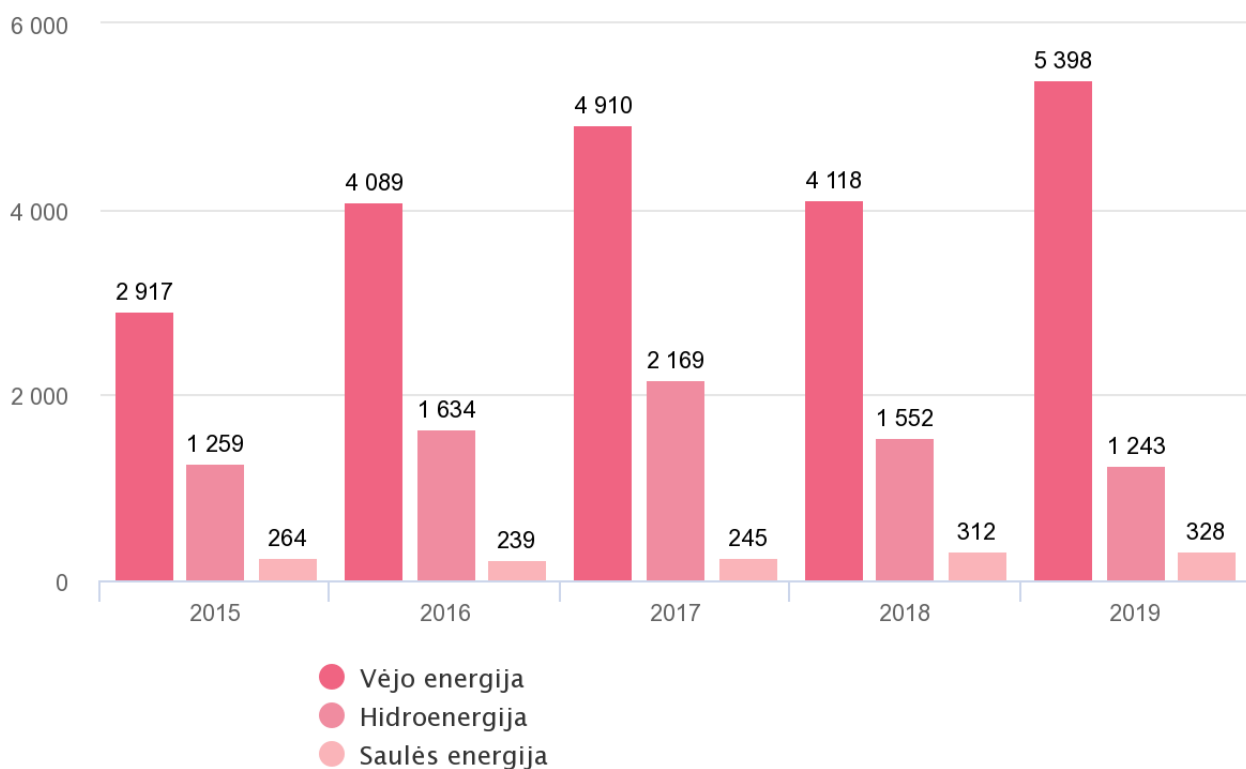
- Gausi, švari ir saugi energija
- Lengvai saugojama rezervuaruose
- Palyginti nebrangus būdas gaminti elektrą
- Siūlo rekreacinę naudą, pavyzdžiui, plaukiojimą valtimis, žvejybą ir kt.

Trūkumai:

- Gali sukelti aplinkinių bendruomenių ir kraštovaizdžių užtvindymą

- Užtvankos turi didelį ekologinį poveikį vietinei hidrologijai. Gali turėti didelį poveikį aplinkai
- Gali būti naudojamas tik ten, kur yra vandens telkiniai
- Geriausios vietos statyti užtvankas jau įrengtos

Vėjo energijos, saulės energijos ir hidroenergijos bendrojo energijos sunaudojimo Lietuvoje palyginimą nuo 2014 metų iki 2019 metų galima pamatyti paveikslėlyje 2. Per penkerių metų laikotarpį hidroenergijos sunaudojimas nepasikeitė, tuo tarpu vėjo elektrinių energijos sunaudojimas labai sparčiai išaugo, nuo 2917 teradžaulių iki 5398 teradžaulių. Pagrindinė priežastis yra spartus šio atsinaujinančio išteklių vystymas. Saulės energijos panaudojimas taip pat šiek tiek išaugo, tačiau nežymiai.



2 pav. Atskirų atsinaujinančios energijos rūšių bendrasis sunaudojimas, 2015–2019 m., TJ (Oficialios statistikos portalas 2020)

Geoterminė energija yra išgaunama natūraliai iš žemės gelmių ir ji yra laikoma šilumos šaltiniu (P. Asantewaa Owusu, S. Asumadu-Sarkodie, 2016). Šio šaltinio pritaikymas yra platus, todėl mokslininkai bei technologai siekia tobulinti šios technologijos panaudojimą. Šis šaltinis yra skirstomas pagal klases. Klasė priklauso nuo temperatūros ir gylio santykio (geoterminio gradiento), rezervuaro uolienos pralaidumo ir poringumo, bei prisotinto skysčio kiekio (J. Tester, 2007). Remiantis autorių Ellabban O., Abu-Rub H. ir Blaabjerg F. (2014) nuomone išskiriami šie geoterminės energijos privalumai:

- Užtikrina neribotą energijos tiekimą
- Nesukelia oro ar vandens taršos

Trūkumai:

- Veiklos pradžios ir (arba) plėtros etape išlaidos gali būti didelės

- Priežiūros išlaidos dėl korozijos gali būti didelė problema

Remiantis Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme (2011) **biomasė** yra laikoma įvairios biologinės kilmės atliekos, kurios yra išgaunamos iš žemdirbystės, gyvulininkystės ar žuvininkystės. Remiantis mokslininkų nuomone, - biomasė apima daugelį skirtingos kilmės resursų: iš miško – mediena ir jos likučiai; iš žemdirbystės – cukranendrių atliekos, grūdai, iš gyvulininkystės – gyvūninės kilmės atliekos (P. Asantewaa Owusu, S. Asumadu-Sarkodie, 2016). Lietuvoje pagrindiniai biokuro išteklių yra išskiriami šie:

Miškininkystės ūkio produktai ir atliekos:

- malkinė mediena;
- greitos rotacijos želdiniai;
- medienos atliekos;
- kirtimų atliekos

Žemės ūkio produktai ir atliekos:

- grūdinės atliekos;
- energetiniai augalai;
- augalininkystės atliekos (šiaudai, grūdai);
- gyvulininkystės atliekos (gyvulių ekskrementai).

Kitos atliekos:

- komunalinės atliekos
- gamybinės atliekos
- nuotekų dumblas.

Bioenergija yra viena iš labiausiai paplitusių šaltinių Europoje, kuri mažina šiltnamio efektą ir taip pat pakeičia tradicinius išteklius tokius kaip nafta ar anglis (A. P. C. Faaij, 2006). Biomasė yra gerokai pigesnė už iškastinį kurą, taip pat ji yra pastovi ir atsinaujinanti. Vienintelis biomasių trūkumas yra tai, kad tinkamas medžiagos apdorojimas ir paruošimas užtrunka ganėtinai ilgai ir naudoja daug energijos (Neitzel, 2017). Na o tuo tarpu autoriai Ellabban O., Abu-Rub H. ir Blaabjerg F. (2014) išskiria šiuos bioenergijos privalumus:

- Gausi ir atsinaujinanti energija
- Gali būti naudojama atliekoms deginti

Trūkumus:

- Biomasės deginimas gali sukelti oro taršą
- Gali būti ekonomiškai neefektyvus

Taigi, galima teigti, kad augantis atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas valstybėse gerina socialinę, ekologinę bei ekonominę gerovę. Pirmiausia atsinaujinantys energijos išteklių neišmeta kenksmingų medžiagų į aplinką, kurios sukeltų šiltnamio efektą. Taip pat steigiamos naujos darbo vietos, mažinamas priklausymas nuo importinės energijos iš kitų valstybių. Ilgalaikėje perspektyvoje atsinaujinantys energijos išteklių atrodo geriau nei tradiciniai, vien dėl atsinaujinančios energijos. Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo augimas taip pat parodo, kad valstybės siekia numatytų tikslų.

1.2. Energetikos ir ekonomikos tarpusavio ryšys

Energija vaidina svarbų vaidmenį ekonomikoje, todėl ryšys tarp ekonomikos ir energetikos yra plačiai nagrinėjamas mokslinėje literatūroje ir moksliniuose tyrimuose. Dauguma literatūros šaltinių kelia klausimą, ar ekonomikos augimas veda prie didesnio energijos suvartojimo, ar energijos vartojimas yra pagrindinis ekonomikos variklis (Q. Hou, 2009). Todėl, mokslinėje literatūroje yra kalbama apie ryšį tarp energijos suvartojimo, ekonominio augimo, vertinant pagal bendrąjį vidaus produktą (BVP), ar CO2 emisijų, tiek tebesivystančiose, tiek jau išsivysčiusiose valstybėse, (J. Kraft, A. Kraft, 1978).

Gamybos procesuose ir daugelyje vartojimo veiklų yra reikalinga elektros energija, todėl jos vartojimo didėjimas įtakoja tam tikrus pokyčius ekonomikoje. Pirmiausia, pasaulyje tobulėja technologiniai procesai, kuriems yra reikalinga vis daugiau energijos. Antra, pasaulyje vyksta sparti urbanizacija net ir neišsivysčiusiose valstybėse, kuriose energijos išteklių yra sunkiau prieinami (M. Saatci, Y. Dumrul, 2013). Vystantis ekonomikai šalyse, kinta ir energijos vartojimo poreikiai, todėl yra pereinama prie energijos technologijų efektyvinimo. Šiuo metu, atsinaujinančių išteklių sritis yra patraukliausia investuotojų akims, kadangi visas pasaulis pereina prie darniosios ekonomikos vystymo (A. G. Awan, 2013).

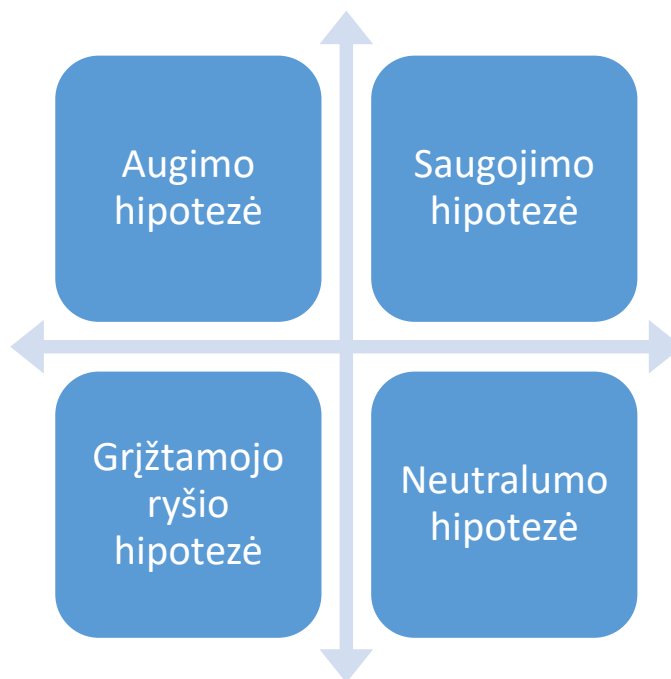
Teisingas supratimas apie ekonomikos ir energijos priežastingumo ryšį ir kryptį leidžia besivystančioms šalims įvertinti energijos vaidmenį ekonomikoje. Wang (2008) teigia, jog darnus energetikos vystymas valstybėje išlaiko pagrįstą ekonomikos augimo tempą, optimizuoja išteklius ir užtikrina efektyvų energijos panaudojimą. Menegaki (2017) išskyrė esminius veiksnius, darančius poveikį energijos vartojimui ir paklausai:

- Demografijos įtaka. Įtakoja energijos suvartojimą, taip pat nuolatinis gyventojų prieaugis lemia didesnius energijos suvartojimui skirtus energijos kiekius.
- Pajamų įtaka. Sparčiai augančiai ekonomikai, būdingas užimtumo bei pajamų didėjimas, dėl šių priežasčių didėja įvairių prekių pasiūla bei paklausa. Todėl, naujų prekių poreikio padidėjimas lemia energijos paklausos didėjimą.
- Kainų įtaka. Išorinės priežastys: karai, produktų, žaliavų stygius taipogi gali paveikti ekonominį vystymąsi.
- Technologinė įtaka. Senos energijos technologijos pakeitimas nauja - didiną užimtumą. Poveikis priklauso nuo tai, kaip yra išsivysčiusi valstybė.

Energijos suvartojimas, ypač atsinaujinančios energijos naudojimas, turi įtakos šalies nedarbo lygiui, vienam svarbiausių ekonomikos augimo rodiklių. Atsinaujinančios energijos ir nedarbo ryšys grindžiamas dviem mechanizmais. Pirma, didelės investicijos yra tiesiogiai susijusios su užimtumu ir turi teigiamą poveikį susijusioms pramonės šakoms. Antra, importuotų produktų, kuriuos pakeitė atsinaujinantys energijos šaltiniai, poveikis (Apergis, 2016). Kitas mechanizmas, galintis paaiškinti ryšį tarp atsinaujinančios energijos ir nedarbo, yra galimas atsinaujinančios energijos gamybos sąnaudų poveikis užimtumo lygiui. Taigi, galima teigti, kad didėjantis atsinaujinančios energijos panaudojimas sumažins nedarbą šalyje.

Atlikti moksliniai tyrimai apima skirtingas šalis, skirtingus laiko periodus, kintamuosius ir ekonometrinius modelius. Atlikti empiriniai tyrimai taip pat parodo, kad priežastinis ryšys tarp

ekonominio augimo ir energijos sunaudojimo dažnai skiriasi ir nėra priimta viena bendra išvada. Viena iš pagrindinių priežasčių kodėl šiuo metu yra domimasi atsinaujinančiais ištekliais ir atliekami tyrimai, tai praecityje įvykusios naftos krizės ir energijos suvartojimo išaugimas šalyse. Taip pat yra svarbu tai, kad atsiranda energijos trūkumas, kurią būtų galima panaudoti produkcijos metu ar kas dienišėje veikloje. Remiantis autorių straipsniais ryšį tarp energijos vartojimo ir ekonominio augimo galima skirstyti į keturias hipotezes (E. A. Alp, 2016) žr. paveikslėlis 3.



3 pav. Ekonomikos augimo ir energijos sunaudojimo hipotezės

Šaltinis: sudaryta remiantis: E. A. Alp, 2016

Pirmoji hipotezė būtų **augimo hipotezė**, kuri teigia, kad energijos suvartojimas yra labai svarbus ekonomikos augimo etape. Teigiama, kad ekonomikoje, kurioje yra stipri energetinė priklausomybė, padidėjus energijos vartojimui didėja realusis BVP. Tai reiškia, kad jeigu mažėtų energijos suvartojimas šalyse, lėtėtų ar net sustotų jų ekonominis augimas (S. Z. Chiou-Wei, C.-F. Chen., Z. Zhu., 2008).

Antroji hipotezė būtų **saugojimo hipotezė**, kuri teigia, kad ekonominis augimas nulemia energijos suvartojimą, o ne atvirkščiai. Tai reiškia, kad realaus BVP padidėjimas įtakoja energijos suvartojimo padidėjimą. Kitaip sakant, ši hipotezė yra konkrečiai susijusi su energijos taupymo politika, kuria siekiama sumažinti energijos suvartojimą ir atliekas, nurodant, kad ši politinė priemonė neturės neigiamo poveikio realiajam BVP. Todėl ši politika galėtų būti įgyvendinama nedarant neigiamo poveikio ekonomikai ir jos augimui. Šia hipoteze norima pabrėžti, kad tarp ekonomikos augimo ir energijos suvartojimo yra vienakryptis ryšys (J. B. Ang, 2008).

Trečioji hipotezė yra **grįžtamojo ryšio hipotezė**, kuri teigia, kad energijos suvartojimas ir realusis BVP yra tarpusavy priklausomi ir tarp jų egzistuoja dvikryptis priežastinis ryšys. Tai reiškia, kad bet kuri iš kintamųjų pasikeitimas įtakos kito kintamojo pasikeitimą. Ši hipotezė taip pat siūlo, kad energetikos politika būtų orientuota į energijos vartojimo efektyvumo didinimą (G. Erdal, H. Edral, K, Esengün, 2008).

Paskutinioji hipotezė yra **neutralumo hipotezė**, kuri teigia, kad tarp kintamųjų nėra priežastinio ryšio. Kitaip sakant, energijos suvartojimas nekoreliuoja su BVP. Tai reiškia, kad energijos taupymo

ar plėtros politikos neturi įtakos ekonomikos augimui, taip pat ekonomika neturi įtakos energijos suvartojimui (I. Ozturk, 2010).

Ekonomistai, remdamiesi šiomis keturiomis hipotezėmis ir bandydami pagrįsti atsinaujinančios energijos ir ekonominio augimo priklausomybę, ištyrė skirtingas valstybių grupes, remdamiesi skirtingais metodais ir modeliais. 3 lentelėje pateiktos tyrimų apžvalgos apie atsinaujinančios energijos vartojimą ir ekonomikos augimą.

3 lentelė. Ekonomikos augimo bei energetikos ryšio hipotezių analizė (sudaryta autoriaus)

Šaltinis	Metai	Valstybė	Hipotezė
Ang J. (2008)	1971-1999	Malaizija	Saugojimo
Apergis ir Payne (2012)	1990-2007	80 šalių	Grįžtamasis ryšys
Bhattacharya ir kt. (2016)	1991-2012	38 šalys	Augimo
Chiou-Wei, Chen ir Zhu (2008)	1971-2001	JAV, Tailandas, Pietų Korėja ir kt Azijos šalys.	Augimo
Erdal ir Esengün (2008)	1970-2006	Turkija	Grįžtamasis ryšys
Gozgor (2018)	1965-2016	JAV	Augimo
Gozgor ir kt. (2018)	1990-2013	29 OECD šalys	Augimo
Lin ir Moubarak (2014)	1977-2011	Kinija	Grįžtamasis ryšys
Menegaki (2011)	1997-2007	27 Europos šalys	Neutralumo
Rafindadi ir Ozturk (2017)	1971-2015	Malaizija	Neutralumo
Sadorsky (2009)	1994-2003	Ekonomiškai besivystančios	Grįžtamasis ryšys
Shahbaz ir kt.(2016)	1992-2012	BRICS	Grįžtamasis ryšys
Zafar ir kt. (2019)	1995-2015	16 – Azijos ir Ramiojo vandenyno šalių priklausančių ekonominei bendradarbiavimo korporacijai	Augimo

Tyrimai, kuriais buvo patikrintos šios hipotezės, parodė skirtingus rezultatus (A. O. Adwuyi, O. B. Awodumi, 2017). Viena iš pagrindinių priežasčių dėl ko skyrėsi išvados iš atliktų empirinių tyrimų buvo, tai, kad pritaikyti skirtingi ekonometriniai modeliai. M. W. Zafar, M. Shahbaz, F. Hou ir A. Sinha (2019) savo tyrime panaudojo (FMOLS) metodą, kurio dėka išsiaiškino, kad tiek atsinaujinančios, tiek ir neatsinaujinančios energijos suvartojimas skatina ekonominį augimą. Gozgor (2018) nagrinėjo atsinaujinančios energijos vartojimo poveikį ekonomikos augimui JAV nuo 1965 iki 2016 metų, naudojant autoregresijos paskirstyto vėlavimo (ARDL) modelį. Atsižvelgiant į ekonominio sudėtingumo, kaip didelės pridėtinės vertės produktų eksporto pajėgumų ir našumo pakaitalo, poveikį, tyrime teigiama, kad atsinaujinančiosios energijos suvartojimas yra susijęs su didesniu ekonomikos augimu. G. Gozgor, C. K. M. Lau, Z. Lu (2018) taip pat taiko tą patį metodą, papildytą ekspertų grupės kiekybiniu požiūriu, kad ištirtų atsinaujinančiosios ir neatsinaujinančios energijos suvartojimo poveikį 29-nių Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (EBPO) šalių ekonomikos augimui 1990–2013 m. laikotarpiu. Jų rezultatai patvirtina, kad kai kurie energijos šaltiniai skatina ekonomikos augimą. Tuo tarpu, Rafindadi ir Ozturk (2017), naudodami 1971 Q1–2013QIV ketvirčių duomenis, nagrinėja atsinaujinančių išteklių naudojimo poveikį Vokietijos ekonomikos augimui. Įvairių modeliavimo metodų rezultatai rodo, kad atsinaujinančiosios energijos suvartojimas skatina ekonomikos augimą Vokietijoje. Priežastinio ryšio analizė taip pat rodo grįžtamąjį poveikį tarp gamybos apimties augimo ir atsinaujinančiosios energijos naudojimo. Susijusiame tyrime A. Alper ir O. Oguz (2016) 1990–2009 m. naujų Europos Sąjungos valstybių narių imties metodui taikomas ARDL metodas ir asimetrinis priežastinio ryšio tyrimas. Jie parodė,

kad atsinaujinančiosios energijos suvartojimas daro teigiamą įtaką ekonomikos augimui visose imtyse.

Tačiau keletas kitų energijos vartojimo ir ekonomikos augimo ryšio tyrimų taip pat randa įrodymų, pagrindžiančių grįžtamojo ryšio hipotezę. Pavyzdžiui, N. Apergis ir J.E. Payne (2011) tiria atsinaujinančiosios energijos suvartojimo poveikį realiojo BVP augimui 1980–2006 m. šešiose Centrinės Amerikos šalyse. Naudodamiesi heterogeninės grupės bendros integracijos testu, tyrėjai randa dvikryptį priežastinį ryšį tarp atsinaujinančiosios energijos suvartojimo ir gamybos augimo. Panašiai N. Apergis ir J.E. Payne (2012) nagrinėja ryšį tarp atsinaujinančiosios energijos suvartojimo ir ekonomikos augimo 80-tyje šalių 1990–2007 m., taikydami daugialypę regresiją. Tyrėjų rezultatai, gauti atlikus heterogeninės grupės kointegracijos bandymą, rodo ilgalaikį pusiausvyros ryšį tarp atsinaujinančiosios ir neatsinaujinančiosios energijos naudojimo ir ekonomikos augimo. Be to, jų gauti rezultatai naudojant klaidų taisymo modelį parodė trumpalaikį ir ilgalaikį grįžtamosios informacijos apie atsinaujinančiosios ir neatsinaujinančiosios energijos suvartojimą poveikį ekonomikos augimui. Lin ir Moubarak (2014) nagrinėja ryšį tarp atsinaujinančių išteklių energijos suvartojimo ir augimo Kinijoje 1977–2011 m. laikotarpiu ir randa įrodymų, pagrindžiančių grįžtamojo ryšio hipotezę. Panašią išvadą padarė Shahbaz M. Rasool G. Ahmed K. ir kt. (2016) dėl biomasės energijos ir BRIKS šalių realiojo BVP santykio 1991–2015 m. Kai kuriuose tyrimuose pateikiami įvairūs skirtingų šalių rezultatai. Pavyzdžiui, Al-Mulali U., Fereidouni G. H., Lee Y. J. ir kt. (2013) 1980–2009 m. nustatė skirtingus mažesnes nei vidutines pajamas gaunančių, didesnes nei vidutines pajamas gaunančių ir dideles pajamas gaunančių šalių imties rezultatus. Jie randa įrodymų, pagrindžiančių grįžtamojo ryšio hipotezę ir neutralumo hipotezę atitinkamai 79 % ir 19 % atrinktų šalių. Likusieji 2 procentai priskiriami išsaugojimo hipotezei.

Sadorsky (2009) naudoja bendros integracijos bandymus, kad išnagrinėtų ryšį tarp atsinaujinančiosios energijos suvartojimo ir ekonomikos augimo, naudodamas 1994–2003 m. duomenis, ir patvirtina išsaugojimo hipotezę, kai vienkryptis priežastinis ryšys apima nuo gamybos augimo iki atsinaujinančiosios energijos suvartojimo. Kiti tyrimai palaiko neutralumo hipotezę. Pavyzdžiui, Menegaki (2011 m.) naudoja dinamišką klaidų taisymą, kad išnagrinėtų atsinaujinančiosios energijos ekonomikos augimo 1997–2007 m. Europos šalyse koeficientą. Rezultatai nerodo jokio ryšio tarp atsinaujinančiosios energijos ir ekonomikos augimo, o tai patvirtina neutralumo hipotezę. Taikant nevieną priežastinio ryšio testą, Bhattacharya et al. (2016) patvirtina neutralumo hipotezę dėl atsinaujinančių išteklių energijos ir ekonomikos augimo ryšio 38-nių geriausių atsinaujinančių išteklių energiją gaminančių ekonomikų atžvilgiu. Tačiau tyrėjai mano, kad neatsinaujinančiosios energijos vartojimas sukelia ekonomikos augimą ir palaiko augimo hipotezę.

Atsižvelgiant į praeityje atliktus tyrimus, siekiant įvertinti ryšį tarp ekonomikos augimo ir atsinaujinančių energijos šaltinių augimo, buvo nustatyta, kad besivystančiose valstybėse egzistuoja vienkryptis priežastinis ryšys tarp ekonomikos augimo ir AEI, o ekonomiškai stipriose valstybėse egzistuoja dvikryptis priežastinis ryšys tarp ekonomikos augimo ir AEI. Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad dažniausiai priežastinis ryšys yra grindžiamas augimo ir grįžtamojo ryšio hipotezėmis.

1.3. Atsinaujinantys energijos ištekliai energetikos sektoriuje

Tendencijos, susijusios su globalizacija, skaitmeninimu ir padidėjusia konkurencija, daro neginčijamą poveikį visuomenei, ypač taikomųjų mokslų srityje. Kadangi mokslas ir technologijos tampa vis svarbesni ekonominei veiklai, šalys yra pasidalijusios įvairiomis mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros finansavimo programomis, kurios yra vadinamos R&D programomis (Choi Y. J., Sohn Y. S., Lee Ha J., 2009). Be to, energetikos sektoriuje yra daug technologinių naujovių ir jų įgyvendinimu siekiamų tikslų. Paryžiaus susitarime (Jungtinės Tautos, 2015 m.) ypač pabrėžiama tokio pobūdžio vystymosi svarba, nes jame pripažįstamas neatidėliotinas finansų, technologijų ir gebėjimų stiprinimo poreikis siekiant skatinti pasaulinio ir tvaraus energetikos tinklo plėtrą (Foley A., Smyth M. B., Pukšec T. ir kt., 2017).

Be to, vienas Europos Sąjungos tikslas apima mokslo ir technologijų pažangos skatinimą visose jos narėse. ES turi išsiskyrusi šias 10 "mokslo prioritetinių sričių" arba temas, kurios naudojamos mokslo ir politikos formavime: žemės ūkis ir aprūpinimas maistu; ekonominė ir pinigų sąjunga; energetika ir transportas; aplinka ir klimato kaita; sveikatos ir vartotojų apsauga; informacinė visuomenė; inovacijos ir augimas; branduolinė sauga ir saugumas; sauga ir saugumas; standartų nustatymas (ES mokslo centras, 2019a). Trečdalis ES mokslo sričių yra tiesiogiai susijusios su energetikos sektoriumi, iš dalies dėl to, kad iškastinio kuro vartojimas turi būti smarkiai sumažintas siekiant sušvelninti blogiausius galimus klimato kaitos padarinius (ES mokslo centras, 2019b).

Siekdamos ES tikslo skatinti mokslo ir technologijų pažangą, šalys ir regionai turėtų teikti pirmenybę pažangiosioms specializacijoms ar specializacijoms technologijų sektoriuose, kurie turi didžiausią ekonomikos augimo ir konkurencingumo potencialą, ir turėtų skatinti universitetų, mokslinių tyrimų institucijų, įmonių ir viešojo administravimo institucijų partnerystę, kuriant konkurencingus produktus ir paslaugas (Europos Komisija, 2014 m.). Ilgalakis, protingai specializuotas vystymas ES energetikos sektoriuje sudarytų sąlygas tvariam novatoriškų ir konkurencingų Europos įmonių vystymuisi, sąlygotų pirmavimą technologijų srityje ir ES piliečių gerovę. Daugelyje mokslinių straipsnių daugiausia dėmesio skiriama energetikos sektoriaus vaidmeniui siekiant darnaus jos vystymosi.

Energijos gamyba ir vartojimas glaudžiai siejasi su visais globaliais ekonominiais, socialiniais, ekologiniais ir instituciniais vystymosi klausimais. Siekiant, kad energetika palaikytų ir savo ruožtu užtikrintų darnų visuomenės vystymąsi, privalo būti užtikrintas darnus pačios energetikos vystymasis Štreimikienė D., Čiegis R., Jankauskas R., (2007) išskyrė tokius keturis pagrindinius nedarnių energetikos sistemų vystymosi bruožus:

1. Socialinį nedarnaus ekonomikos vystymosi aspektą atspindi situacija, kai naujos kuro rūšys bei elektros tiekimas nėra pasiekiami visiems pasaulio žmonėms, o tai savo ruožtu apima įvairius glaudžiai susijusius moralinius, politinius ir praktinius aspektus.

2. Ekonominį nedarnaus energetikos vystymosi aspektą apibūdina faktas, jog dabartinė energetikos sistema nėra pakankamai patikima, kad užtikrintų ekonomikos augimą.

3. Ekologiniai nedarnaus vystymosi požymiai – tai energijos gamybos ir vartojimo neigiamas poveikis vietiniu, regioniniu ir globaliu mastu, keliantis grėsmę žmonių sveikatai ir gyvybei.

4. Institucinį nedarnaus energetikos vystymosi aspektą apibūdina ekonominių interesų primetimas neekonominėmis priemonėmis, energetinės sistemos valdymo monopolizacijos ir globalinių (virš nacionalinių) struktūrų įsivyravimas, keliantis grėsmę, kad elektros ir energijos tiekimo kainų augimas padarys jį neprieinamą (nepakankamai prieinamą) skurdžiau gyvenantiems žmonėms bei eliminuos juos nuo sprendimų energijos tiekimo klausimais priėmimo.

Keičiantis situacijai atsirado poreikis keisti ir tradicinį energijos modelį, kuriame į energiją žiūrima visų pirma kaip į sektoriaus klausimą, o naujajame modelyje skiriamas didesnis dėmesys energijos naudojimo sukeltam poveikiui socialiniu, ekonominiu ir aplinkos aspektais – naujojo modelio idėjos jau daug artimesnės darnaus vystymosi ideologijai.

4 lentelė. Naujo energijos modelio poreikis (pagal Jefferson M., 2000)

Tradicinis modelis	Naujas modelis
Energija visų pirma yra sektoriaus reikalas	Didesnis dėmesys energijos naudojimo sukeltam poveikiui socialiniu, ekonominiu ir aplinkos aspektais
Iškastinio kuro ribojimas	Tausojama žemės ir atmosferos savybė įsisavinti išmetamas toksines medžiagas
Dėmesys didesniai iškastinio kuro kiekiui	Dėmesys įvairiems energijos gavimo šaltiniams ir švaresnėms energijos technologijoms
Ignoruojamos socialinės ir aplinkosaugos srities išlaidos, atsiradusios dėl energijos naudojimo	Ieškoma būdų, kaip spręsti problemas, susijusias su energijos naudojimu
Ekonomikos augimas atitinka aukščiausius prioritetus (net ir klestinti ekonomikai)	Suvokiamas ryšys tarp ekonomikos ir ekologijos bei efektyviai naudojamos išlaidos aplinkosaugai
Tendencija telkti dėmesį į vietinį užterštumą	Pripažįstamas poreikis kreipti dėmesį į įvairaus pobūdžio ir masto (vietinio ir pasaulinio) poveikį aplinkai
Dėmesys vis didesniai energijos kiekiui	Dėmesys platesniam ir veiksmingesniam energijos naudojimui
Rūpinimasis savimi ir savais poreikiais	Rūpinimasis bendra ateitimi ir būsimų kartų gerove

Pagal M. Jefferson (2000) pasiūlytą naują energijos poreikio modelį matyti, kad tradiciniame modelyje ribojamas iškastinis kuras ir skiriamas dėmesys iškastinio kuro kiekiui, naujajame modelyje siūlomos jau kitos politikos gairės, kai tausojama žemės ir atmosferos savybė įsisavinti išmetamas toksines medžiagas ir skiriamas dėmesys įvairiems energijos gavimo šaltiniams ir švaresnėms energijos technologijoms bei platesniam ir veiksmingesniam energijos naudojimui. Labai svarbu tai, kad kinta tradicinio modelio suvokimas: nuostata, jog ekonomikos augimas atitinka aukščiausius prioritetus (net ir klestinti ekonomikai) keičiamas darnaus vystymosi politikos ideologiją atitinkančiu požiūriu: suvokiamas ryšys tarp ekonomikos ir ekologijos bei efektyviai naudojamos išlaidos aplinkosaugai. Tradiciniame energijos modelyje yra tendencija telkti dėmesį į vietinį užterštumą, rūpintis savo ir savais poreikiais. Tačiau kintančios aplinkos sąlygos verčia keisti požiūrį bei skirti dėmesį platesniam ir veiksmingesniam energijos naudojimui, rūpintis bendra ateitimi ir būsimų kartų gerove. Tačiau norint pasiekti reikiamą efektą būtini sistemingi ir nuoseklūs veiksmai, siekiama pereiti nuo tradicinio modelio prie naujomis, darnesnėmis nuostatomis pagrįsto energijos modelio (žr. lentelė 5).

5 lentelė. Priemonės skirtos įgyvendinti svarbiausiu tikslus, strategijas ir politiką (sudaryta pagal Jefferson M., 2000)

Terminas	Apibrėžtis	Pavyzdžiai
Tikslas	Svarbiausias tikslas ar koncepcija	Darnus vystymasis
Strategijos	Įvairūs būdai tikslui siekti	Aprūpinimas energija ir darnaus vystymosi skatinimas
Politika	Veiksmų eiga strategijoms įgyvendinti	Skatinti rinką dirbti efektyviau šiomis priemonėmis: <ul style="list-style-type: none"> • keičiant energijos sektoriaus struktūrą, • pritraukiant privatų kapitalą, • palaipsniui mažinant subsidijas įprastiniam energijos tiekimui ir naudojimui, • internalizuojant išorės efektus, • griežtinant taisykles, • remiant energijos sektoriaus naujoves, • greitinant tausios energijos technologijų diegimą, • skatinant efektyvų energijos naudojimą, • kuriant institucinius ir žmogiškuosius išteklius tausios energijos sektoriuje, • gerinant tarptautinį bendradarbiavimą ir sąsają tarp prekybos ir aplinkos apsaugos.
Politikos įgyvendinimo priemonės	Konkrečios priemonės	<ul style="list-style-type: none"> • Efektyvumo standartai • Viešųjų pirkimų politika • Savanoriški susitarimai • Įrangos ženklavimas • Išoriniai mokesčiai ir skatinamosios išmokos, pavyzdžiui, anglies dvideginio mokestis ir skatinamosios išmokos seniems, mažiau veiksmingiems, labiau teršiantiems įrenginiams • Įvairaus kuro naudojimas • Įsipareigojimas pirkti energiją iš atsinaujinančių išteklių • Įsipareigojimas tiekti energiją iš atsinaujinančių šaltinių • Naudos mokestis (pašalpų fondas) • Parama tyrimų ir vystymosi projektams • Naujų technologijų kainų mažinimas spartesniam jų diegimui

Kituose šaltiniuose autoriai teigia, kad siekiant tvaraus vystymosi reikėtų skatinti esamų technologijų energijos vartojimo efektyvumą ir gaminti bei plėsti naujas atsinaujinančiosios energijos technologijas (Lund H., 2007). Kalbant apie energetikos politiką, atsinaujinančiosios energijos plėtrai reikia, kad politikos formuotojai investuotų į inovacijas ir atitinkamai skatinti su energija susijusius R&D projektus. Kai kurie autoriai teigė, kad šios pastangos būtų veiksmingiausios, jei daugiausia dėmesio būtų skiriama esamų technologijų įrengimui, kad jos taptų tvaresnės (Lund H., 2007). Kiti autoriai teigė, kad naujų technologijų diegimas gaminant ir perduodant elektros energiją gali padėti tvariam vystymuisi, sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir oro taršą (Kabashi S., Bekteshi S., Ahmetaj S ir kt. 2011), teigiamai prisidėti prie energetinio saugumo arba priklausomybės nuo grynojo energijos importo mažinimo (Gomez A., Zubizarreta J., Dopazo C., Fueyo N., 2011).

Kitoje mokslinių tyrimų kryptyje analizuojamas investicijų poveikis moksliniams tyrimams ir inovacijoms, siekiant pateikti įžvalgų apie tai, kaip inovacijų strategijos veikia energetikos sektoriaus dalyvių veiklos rezultatus (Ezzi F. ir Jarboui A., 2016) ir apie teigiamus visos visuomenės išorės poveikius (Bianchini S. Llerena P., Martino R., 2019). Moksliniai tyrimai, tiriantys technologinių inovacijų poveikį energijos vartojimo efektyvumui, atskleidė, kad kuo didesnė naujų ekologiškų

produktų plėtros išlaidų vertė ir investicijos į aplinkos taršos apdorojimą, tuo didesnis technologinis efektyvumas (Miao C., Fang D., Sun L. ir kt. 2018).

Labai svarbu pasinaudoti ilgalaikio mokslinių tyrimų finansavimo, didelės mokslinių tyrimų infrastruktūros ir stiprių tinklų teikiama privalumais, kad būtų galima valdyti galimus trūkumus, pvz., neefektyvią technologinę plėtrą (Soderholm P., Hellsmark H., Frishammar J., ir kt. 2019), pramoninių absorptyvių pajėgumų trūkumą ir silpną politikos formuotojų veiklos koordinavimą (Hellsmark H., Mossberg J., Soderholm P., Frishammar J., 2016). Be to, tai palengvina priimti tinkamus politinius sprendimus dėl būsimų vystymosi krypčių, kurie turėtų apibrėžti ekonominį konkurencingumą, atgaivinti regionines pramonės šakas ir skatinti pasaulinį aplinkos tvarumą.

Kita mokslinių tyrimų kryptis skirta atsinaujinantiems energijos šaltiniams (AEI). Tokie tyrimai rodo, kad politikos formuotojai turėtų sutelkti dėmesį į vietos su AEI susijusių žinių kūrimą, kad vėliau būtų atskleistas didelis AEI plėtros potencialas kaip tarpininkai vietos inovacijų tinklams remti (Frank G. A., Gerstlberger W., Paslauski A. C., ir kt. 2018). Viena vertus, neatsitiktinai ES nustatė mokslo prioritetines sritis, kurios yra išsamiau aprašytos kiekvienoje šalyje ir vadinamos pažangiosios specializacijos prioritetinėmis sritimis. Kita vertus, kiti mokslininkai pastebėjo, kad trūksta pakankamai empirinių įrodymų dėl konkrečių politikos krypčių indėlio į inovacijų sistemų vystymą (Frank G. A., Gerstlberger W., Paslauski A. C., ir kt. 2018).

Vieni mokslininkai įrodė, kad AEI žinios yra susijusios su atsinaujinančių technologijų plitimu ir naudojimu, nes kai kurios šalys gali tik pagerinti savo tvarumą, ypač aplinkos aspektu, tiesiogiai diegdamos technologijas (Song Ma-Lin, Cao Shao-Peng, Wang Shu-Hong, 2019). Svarbiausi tokio darnaus vystymosi rodikliai apima visuomenės priklausomybės nuo importuojamos energijos mažinimą, šalių atsinaujinančios energijos dalies didinimą ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo bei oro taršos mažinimą. Tačiau galimybių naudotis šiuolaikinėmis energetikos paslaugomis trūkumas labai riboja socialinį ir ekonominį vystymąsi, kuris yra neatskiriama darnaus vystymosi dalis (Vera I. ir Langlois L., 2007). Be to, paskirstytos energijos gamybos ir darnaus vystymosi moksliniai tyrimai (Alanne K. ir Saari A., 2006) įrodė, kad paskirstyta gamyba, kurioje paprastai dalyvauja daug smulkių gamintojų, yra tinkama galimybė, palyginti su darniu vystymusi. Todėl neverta išskirti energetikos sektoriuje veikiančių įmonių skaičiaus kaip įtakingo veiksnio.

Politinės vystymo priemonės gali remti darnų vystymąsi:

- Užtikrinti tinkamą ir įperkamą energijos tiekimą, įskaitant skystąjį ir dujinį kurą maisto ruošimui ir elektros energiją buitiniam ir komerciniam naudojimui, į nekonservuotas sritis.
- Energijos vartojimo efektyvumo skatinimas.
- Spartesnis naujų atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas.
- Kitų pažangių energetikos technologijų sklaidos ir naudojimo didinimas.

Bendrai turėdami tinkamą politiką, kainas ir reglamentus, rinkos gali pasiekti užsibrėžtus tikslus pritaikant pasirinktas priemones. Tačiau ten, kur rinkos neveikia arba kai jos nesugeba apsaugoti svarbios naudos visuomenei, tikslinės vyriausybės politikos kryptys, programos ir reglamentai yra pateisinami, kai jais galima pasiekti politikos tikslus.

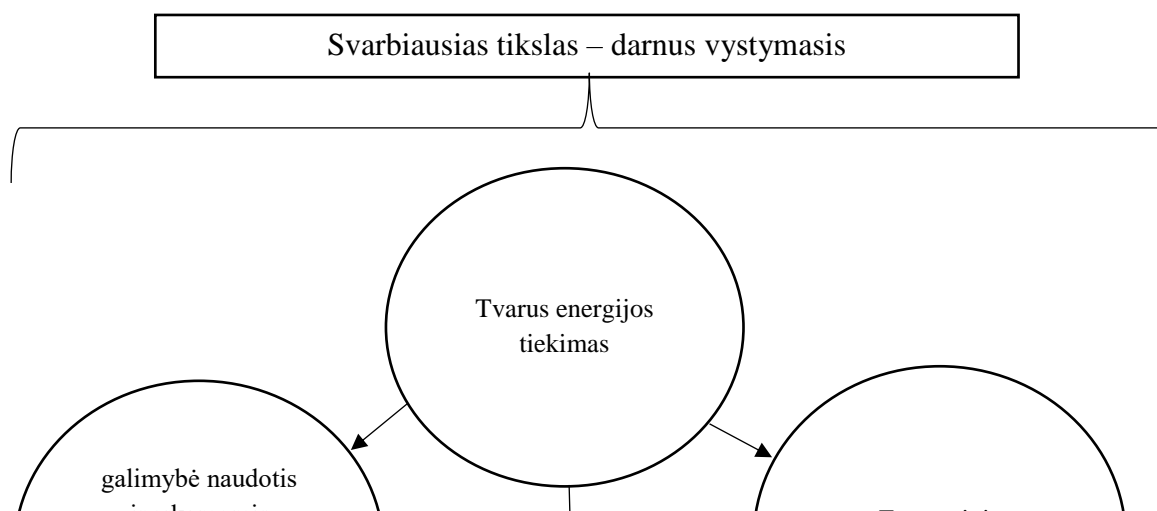
Plačios tvarių energetikos sistemų skatinimo strategijos yra labai didelės. Tačiau jiems reikia platesnio pripažinimo apie mūsų patiriamus rezultatus ir tvirtesnio įsipareigojimo vykdyti konkrečias politikos kryptis. Anot Jefferson M. (2008) strategijos apima:

- Rinkų darbo gerinimą mažinant kainų iškraipymus, skatinant konkurenciją ir šalinant energijos vartojimo efektyvumo kliūtis.
- Energetikos sektoriaus restruktūrizavimo papildymas reglamentais, skatinančiais tvarią energetiką.
- Papildomų investicijų į tvarią energetiką sutelkimas.
- Technologinių inovacijų spartinimas kiekviename energetikos inovacijų grandinės etape.
- Parama technologinei lyderystei perduodant technologijas ir stiprinant žmogiškuosius ir institucinius gebėjimus besivystančiose šalyse.
- Glaudesnio tarptautinio bendradarbiavimo skatinimas.

Tvarios energetikos uždavinys apima labai svarbų vyriausybių, tarptautinių organizacijų, daugiašalių finansinių institucijų ir pilietinės visuomenės, įskaitant vietos bendruomenes, verslą ir pramonę, nevyriausybinės organizacijas (NVO) ir vartotojus, vaidmenį. Reikės partnersčių, pagrįstų integruotais ir bendradarbiavimo gebėjimais bei praktine patirtimi. Bendras visų sektorių ir regionų pavadinimas yra būtinų bendrųjų sąlygų nustatymas ir užtikrinimas, kad viešosios institucijos veiksmingai ir veiksmingai dirbtų su likusia visuomene, kad būtų pasiektas tvarus vystymasis.

Didžiausias iššūkis kyla tada, kai visuomenės prašoma pereiti nuo apčiuopiamų dabartinių poreikių tenkinimo prie veiksmų, skirtų valdyti aplinkos išteklius ateičiai ir ateities kartoms. Imantis tokių veiksmų, atsižvelgiant į konkuruojančius trumpalaikius interesus, reikės iš esmės perorientuoti požiūrį į energetiką ir energetikos paslaugas. Reikalingas naujas visuotinis sutarimas, iš esmės nauji energetikos pavyzdžiai, kurie būtų suderinti su tvarios ekonomikos plėtros tikslu (Jefferson M., 2008)

Apžvelgiant darnaus vystymo sampratą literatūroje galima teigti, kad siekiant darnaus energetikos vystymo būtų galima bendrai išskirti pačias svarbiausias kryptis, nurodančias kaip pasiekti darnaus energetikos vystymosi (žr. pav. 4). Žemiau pateikta schema parodo svarbiausią darnaus energetikos vystymo tikslą ir tarpusavyje susijusias darnios energetikos vystymosi kryptis. Rodyklės iliustruoja ryšius tarp skirtingų kryptių. Rodyklės nurodo, ar viena darnios energetikos vystymosi kryptis įgalina kitą kryptį.



4 pav. Pagrindinės tvarios energetikos plėtros kryptys (Gunnarsdottir I., Davidsdottir B., Worrell E., ir kt. 2021)

1.4. Svarbiausi energetikos sektoriaus našumo rodikliai parodantys projektų konkurencingumą

KPI matuoja, nustato ir kiekybiškai įvertina projekto veiksmingumą pagal apimtį, tikslus ir uždavinius, kurie buvo keliami tikslams pasiekti (Hall S. A. Ch., Balogh S., Murphy J.R. D., 2009) Taigi, jos toliau padeda nustatyti išmatuojamus tikslus, stebėti pažangą ir pokyčius (jų trūkumą) ir nurodo patobulinimus, remdamos sprendimų priėmimo procesą. Paprastai rodikliai nėra tik statistiniai duomenys ar metrika; vietoj to jie grindžiami išsamiais duomenimis, kuriais siekiama perduoti pranešimus apie projekto rezultatus ir pabrėžti svarbius santykius, kurie nėra akivaizdūs remiantis pagrindiniais statistiniais duomenimis ir gali padėti teisingai palyginti technologijas (Hirschberg S., Bauer C., Burgherr P., ir kt. 2008) Kiekvienas rodiklis turi keletą prielaidų ir apribojimų. KPI taip pat padeda palyginti konkurencingus energijos gamybos projektus, rodikliai yra skirstomi į keturias pagal 4 kategorijas:

- *Fizinius rodiklius* - informuoja apie projekto grynąją energijos išėigą. Šis indikatorius gali išreikšti absoliučias vertes (pvz., bendrą projekto metu pagamintą energiją), santykinės vertes (pvz., pagamintos energijos ir suvartotos energijos santykį) arba su laiku susijusias vertes (pvz., energijos atsipirkimo laiką). Jei visa energija, kurios reikia neapdorotam šaltiniui išgauti, tiekti ir sunaudoti, yra didesnė už faktinę sunaudojamą energiją, pagamintą projekto metu, tikėtina, kad projektas duos neigiamus pinigų srautus. Nepaisant to, kai kuriais atvejais projektai gali būti vykdomi nuostolingai (neigiama grynoji dabartinė vertė), tačiau vyriausybė gauna paramą, kad galėtų tęsti veiklą, kad užtikrintų elektros energijos tiekimą visuomenei kaip pagrindinę prekę.
- *Aplinkosauginius rodiklius* - jie suteikia informaciją apie projekto poveikį aplinkai (dirvožemiui, vandeniui, atmosferai, klimatui, natūraliam pakartotiniam šaltiniui). Šiais rodikliais siekiama kiekybiškai įvertinti, kaip projekto įgyvendinimas gali paveikti

ekosistemą, nurodant išmetamo ŠESD kiekį, taip pat išteklių ir žemės naudojimo reikalavimus.

- *Ekonominius rodiklius* – šių rodiklių vertinimo požiūris panašus į fizinių rodiklių vertinimą, kuris tiesiog įvertina papildomai su energija susijusius kiekius, esamų išteklių kiekį, darbo jėgą ir finansinius aspektus, reikalingus tam tikram projektui. Energetikos projekto ekonominis patrauklumas yra labai svarbus investuotojams.
- *Socialinius rodiklius* - susideda iš parametrų, kurie fiksuoja projekto poveikį žmogaus veiklai. Socialinis tvarumas yra vienas iš trijų tvaraus vystymosi ramsčių. Mažai tikėtina, kad projektas bus tęsiamas, jei jis neatitiks socialinių kriterijų, pvz., ekonominio savarankiškumo, teisingumo, sveikatos ir socialinės sanglaudos.

Toliau detaliau aptarsime pagrindinius aukščiau aprašytų kategorijų rodiklius.

Fiziniai rodikliai įvertina reikalingos energijos kiekį per visą projekto įgyvendinimo laiką (t. y. gamybos, eksploatavimo ir eksploatavimo nutraukimo etapus), atsižvelgiant į projekto metu pagamintą sunaudojamą energiją. Jie yra skirstomi į šiuos rodiklius:

- Bendrasis pirminės energijos poreikis (angl. *Gross Primary Energy Requirement*). Tai bendras energijos kiekis, reikalingas projektui gaminti, transportuoti, eksploatuoti ir nutraukti (Kourkoumpas D-S., Benekos G., Nikolopoulos N. ir kt. 2018). Naudinga jį analizuoti kartu su bendru projekto pagamintos energijos kiekiu.
- Energijos atsipirkimo laikotarpis (angl. *Energy payback time*). Laikotarpis, po kurio projektas bus pagaminęs tokį patį energijos kiekį, kurio reikia jam įgyvendinti, paleisti ir nutraukti.
- Grynoji energijos išėiga (angl. *Net energy yield*). Bendra projekto metu pagaminta energija atėmus energiją, reikalingą energijos šaltiniui surinkti, arba grynasis bendras pagal projektą pagamintos sunaudojamos energijos kiekis.
- Sugrąžintos ir investuotos energijos santykis (angl. *Energy Returned On (energy) invested*). Santykis, kuriuo pateikiamas santykinis projekto našumas gaminant naudingą energiją (pagamintą energiją, palyginti su reikiama energija).
- Energijos sistemos vartojimo efektyvumas ir grąžintos sistemos energija (angl. *System Energy Efficiency (SEE) and System Energy Returned (SER)*).. Abiejuose rodikliuose kiekybiškai įvertinamas projekto išteklių naudojimo efektyvumas. Grąžintos sistemos energija apskaičiuoja energijos išėigą, gautą investuojant energiją į neatsinaujinančius išteklius, o sistemos energijos vartojimo efektyvumas įvertina bendrą pirminės energijos kiekį, kurio reikia pagal sistemą

Aplinkos rodikliams naudojami parametrai, apibūdinantys energetikos projekto poveikį žemei, atmosferai, išteklių prieinamumui, žmonėms ir ekosistemai. Jie yra būtini, bet nepakankami parodyti projekto įgyvendinimą. Jie yra skirstomi į šiuos rodiklius:

- Šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas ir smulkios dalelės (angl. *Greenhouse gas emissions and fine particles*). Išmetamas ŠESD kiekis g CO₂-eq/(Wh arba J) ir smulkiosios dalelės g/(Wh arba J), kurios tiesiogiai ar netiesiogiai veikia klimatą ir (arba) sveikatą.
- Žemės naudojimo paskirties reikalavimai ir keitimai (angl. *Land-use changes and requirement*). Žemės naudojimo intensyvumas matuojamas žemės kiekiu, reikalingu

vienam pagamintos energijos kiekiui (Fritsche R. Uwe, Berndes G., Cowie L. A., Johnson X. F., 2017). Šiuo metu didėjant gyventojų skaičiui ir ekonominei plėtrai, žemės valdymas yra labai svarbus aspektas (pvz., maisto, apgyvendinimo, pramonės, paslaugų ir energetikos srityse). Reikėtų atsižvelgti ne tik į reikalaujamą žemės kiekį, bet ir į žemės naudojimo paskirties keitimą, degradaciją ir pobūdį. Ekosisteminės paslaugos, kurias teikia žemė, ir projekto įgyvendinimo poveikis yra svarbūs parametrai, į kuriuos reikia atsižvelgti siekiant užtikrinti išsamią ir tvarią energetikos projekto analizę (Fisher B., Turner K., Morling P., 2009).

- Išteklų tvarumas (angl. *Resources sustainability*). Šis parametras svarbus didinant informuotumą apie išteklių išekvojimą, atliekų susidarymą ir perdirbimą. Svarbu įvertinti, ar projektas gali būti įgyvendinamas plačiu mastu, ar dėl jo atsirastų išteklių tiekimo problemų, dėl kurių gali sumažėti bendras technologijos veikimas, pavyzdžiui, dėl prastesnių fizinių ir ekonominių rezultatų.

Aplinkos rodikliai suteikia daug reikalingų duomenų apie energetikos projektus ir turi labai didelį poveikį jų įgyvendinimui. Tačiau šie rodikliai turi būti analizuojami platesniu mastu, t. y. visame elektros energijos tinkle (pvz., nacionaliniame), o ne tik prie elektrinės sienų.

Socialiniai rodikliai paprastai išreiškiami statistiniais duomenimis (pvz., darbo vietų skaičius per metus vienam GWh), išraiškomis, apimančiomis kelis parametrus, arba pusiau kiekybiškai, vertinant konkretų projektą pagal socialinį rodiklį pagal eilinę skalę. Socialiniai rodikliai yra skirstomi į šiuos:

- Darbo vietų kūrimas (tiesioginis ir netiesioginis užimtumas) (angl. *Jobs creation (direct and indirect)*). Šis rodiklis rodo tiesioginių ir netiesioginių darbo vietų, kurios turi būti sukurtos įgyvendinant energetikos projektą statybos, eksploatavimo ir techninės priežiūros bei eksploatavimo nutraukimo metu, potencialą.
- Poveikis žmonių sveikatai (angl. *Human health impact*). Šis rodiklis susijęs su padidėjusiu ligos ar sergamumo lygiu dėl įprasto elektros energijos gamybos projekto ir su juo susijusios tiekimo grandinės veikimo.
- Saugos rizika (angl. *Safety risks*). Pavojus gali būti vertinamas pagal eismo įvykiuose žuvusius energijos vienetų, pagamintus skirtingose kuro grandinėse. Tai yra gyvybiškai svarbus klausimas visuomenei ir žmonių gyvybei, įskaitant saugos priemones darbuotojams vietoje, kurios turi būti užtikrintos.
- Socialinis priimtumas (angl. *Social acceptability*). Šis rodiklis kokybiškai nurodo numatomą visuomenės nuomonę apie projekto įgyvendinimą. Socialinio priimtumo trūkumas gali turėti įtakos energijos gamybos projekto vykdymo trukmei.

Ekonominiai rodikliai apima tokius parametrus kaip numatomo projekto sąnaudos, pajamos, energijos produkcija ir diskonto norma (r). Skirtumai slypi tame, kaip išreiškiami rodikliai, pavyzdžiui: norma, santykis, metų skaičius, skirtumas ir kt. Jie rodo naudingumą kuriant ekonominių scenarijų ir duoda rezultatų palyginimą skirtingais aspektais. Ekonominiais rodikliais laikomi šie rodikliai:

- Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai (WACC) – tai išlaidos, kurias įmonė turi sumokėti, kad pritrauktų projektui įgyvendinti reikalingą kapitalą. Iš esmės šis rodiklis leidžia susidaryti

nuomonę apie finansinį aspektą, nurodant vidutinę gražos normą, kurią bendrovė turi gauti, kad patenkintų savo investuotojus (akcininkus ir skolos turėtojus). Šis rodiklis įprastai naudojamas įvertinti pinigų srautus kartu įvertinant diskonto normą.

- Bendros gyvavimo ciklo sąnaudos (angl. *Total Life-Cycle Cost*) - rodo viso projekto gyvavimo išlaidas ir nuolaidas, kurios sudaro dabartinę vertę. Prireikus ji gali įvertinti ir mokesčius, o lygtis turi būti koreguojama pagal atitinkamai pasirinktą mokesčių sistemą.
- Dabartinė grynoji vertė (NPV) (angl. *Net Present Value*). Diskontuotų pinigų srautų (DPS) analizė grindžiama sąnaudų ir pajamų įvertinimu per visą investicijos laikotarpį ir skirta numatomų būsimųjų pinigų srautų diskontavimui dabartinei turto vertei įvertinti.
- Naudos ir išlaidų santykis (angl. *Benefits to Costs Ratio*) - yra rodiklis, kurį sudaro diskontuotos naudos ir sąnaudų santykis per tam tikrą laikotarpį. Galima sakyti, kad šis rodiklis yra atitinkamas energijos investicijų gražos ekonominis rodiklis,
- Paprastas atsipirkimo ir diskontuotas atsipirkimo laikotarpis (angl. *Simple Payback and discounted payback periods*) – paprastas atsipirkimo laikas yra laikotarpis (metų skaičiumi), kurio reikia, kad pradinės investicijos būtų atpirktos be diskontavimo, o diskontuotas atsipirkimo laikotarpis atspindi laiką, per kurį projektas atsipirktų įvertinant diskonto normą.
- Vidinės gražos norma (IRR) - tai finansinis rodiklis, kuris naudojamas projektų atsipirkimui ar patrauklumui/pelningumui vertinti. Šis rodiklis rodo metinį geometrinį investicijos atsipirkimo gražos vidurkį per tam tikrą laikotarpį, atsižvelgiant į išlaidas bei gaunamas pajamas.
- Išlygintosios elektros energijos sąnaudos (angl. *Levelised Cost of Electricity*) yra rodiklis, plačiai naudojamas elektros energijos gamybos technologijų palyginimui pagal jų sąnaudų konkurencingumą. Šis rodiklis suteikia minimalią pagamintos elektros energijos kainą, kad būtų pasiekta nulinė ekonominė išėiga.
- Išlygintosios išvengtos elektros energijos sąnaudos (angl. *Levelised Avoided Cost of Electricity*) - yra orientuotos į elektros energijos gamybos technologijas ir atspindi elektrinės vertę tinklui, nes apskaitomos išlaidos, kurios būtų patirtos siekiant padidinti elektros energijos, perkeltos pagal naujos gamybos projektą, gamybą. Išvengtos išlaidos leidžia apskaičiuoti galimas pajamas, gautas pardavus pagal kandidatinių projektą pagamintą elektros energiją.

Taigi visi minėti rodikliai yra svarbūs siekiant įvertinti konkurencingumą tarp įvairių energetikos projektų. Ne visi rodikliai gali parodyti norimą rezultatą, todėl svarbu pasirinkti rodiklius, kurie būtų tinkami tam tikro tipo projekto vertinimui.

1.5. Svarbiausi šalies ekonominiai rodikliai

Tam tikra ekonominio matavimo sistema reikalinga ir makroekonominiams reiškiniams bei jų tendencijoms įvertinti. Sistema susideda iš šių pagrindinių rodiklių grupių ir naudojama šalies ūkio būklei įvertinti bei ekonominei analizei atlikti:

- 1) Šalies gamybos apimtį apibūdinantis rodiklis. Populiariausi yra bendrasis nacionalinis produktas arba bendrasis vidaus produktas;
- 2) Rodiklis, apibūdinantis kainų lygį, BVP kainų indeksas bei kiti kainų indeksai, kurie paorod infliacijos lygį;

3) Darbo išteklių panaudojimo efektyvumą apibūdinantys rodikliai, t. y. užimtumo ir nedarbo lygiai.

Remiantis oficialios statistikos portalo pateikiamais duomenimis, pagrindiniai ir svarbiausi makroekonominiai šalies rodikliai yra šie:

1. bendrasis vidaus produktas,
2. infliacija,
3. nedarbas.

Bendrasis vidaus produktas – vienas iš pagrindinių nacionalinių sąskaitų sistemos rodiklių, apibūdinančių šalies ekonomikos išsivystymo lygį. BVP vertinamas gamybos, išlaidų ir pajamų metodais, kurių komponentai yra apibrėžiami pagal Europos Sąskaitų Sistemą ESS 2010 (ESS 2010). Tuo tarpu Ona Molienė (2009) įvardija, kad BVP apibrėžia šalies ekonomikos augimą, apibūdina gyvenimo lygį, taip pat yra naudojamas ūkio struktūrai vertinti, įvairių šalių ekonomikos raidos lyginamajai analizei atlikti.

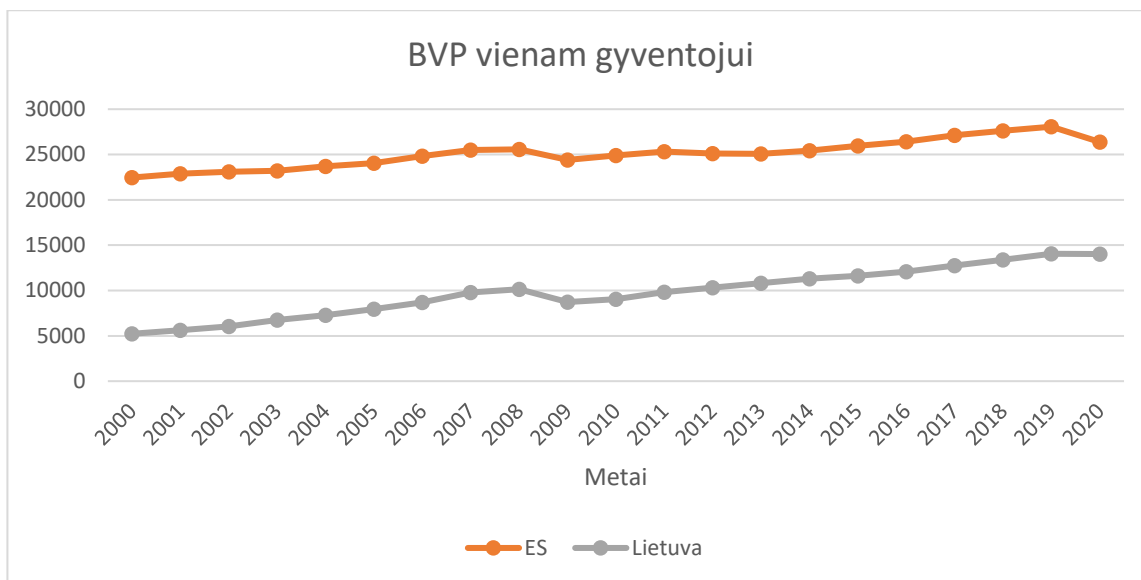
Bendrasis vidaus produktas apibūdina šalies gamybos apimtį - tai per visus metus šalyje pagamintų galutinių prekių ir paslaugų vertė (Davulis G., 2003). Pagal Europos Tarybos Reglamentą Dėl bendrųjų nacionalinių pajamų rinkos kainomis suderinimo (BNP reglamentas) (EB) 1287/2003, bendrasis vidaus produktas yra galutinis rezidentų ūkinių vienetų gamybinės veiklos rezultatas. Jis gali būti apibrėžtas trimis būdais:

a) bendrasis vidaus produktas – tai įvairių institucinių sektorių arba įvairių ekonominių veiklos rūšių bendrosios pridėtinės vertės, pridėjus mokesčius ir neįskaitant subsidijų prekėms (nepriskiriamų sektoriams ar ekonominėms veiklos rūšims), suma. Tai taip pat balansuojantis straipsnis visos ekonomikos gamybos sąskaitoje;

b) bendrasis vidaus produktas – tai galutinis rezidentų ūkinių vienetų prekių ir paslaugų panaudojimas (faktinis galutinis vartojimas ir bendrojo kapitalo kaupimas);

c) bendrasis vidaus produktas – tai visos ekonomikos pajamų formavimo sąskaitos panaudojimo, suma (kompensacijos darbuotojams, su gamyba bei importu susijusių mokesčių suma, neįskaitant subsidijų, bendrasis likutinis perteklius ir visos ekonomikos mišrios pajamos).

Kasmet BVP rodiklių laiko eilutės tikslinamos, panaudojant naujausių arba patikslintų duomenų šaltinių informaciją ir įvertinami išankstiniai praėjusių metų nacionalinių sąskaitų rodikliai (Oficialios statistikos portalas). BVP parodo visos šalies ekonominę padėtį, tačiau norint palyginti kaip skirtingai gyvena kiekvienos šalies gyventojas tam tikroje šalyje yra naudojamas rodiklis BVP vienam gyventojui. Toliau žr. pav. 5 kaip keitėsi BVP vienam gyventojui Lietuvoje ir ES.



5 pav. BVP tenkantis vienam gyventojui ES ir Lietuvoje 2000-2020 metais, EUR.

Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Eurostat duomenimis

Iš pateikto 5 paveikslėlio galima matyti panašią BVP vienam gyventojui dinamiką tiek ES, tiek ir Lietuvoje. Per visa laikotarpį 2000-2020 metus BVP augo, nes šalių ekonomika gerėjo, tačiau Lietuvos BVP tenkančio vienam gyventojui rodiklis vis tiek nepasiekė ES BVP tenkančio vienam gyventojui vidurkio. Lietuvos rodiklis padidėjo 2,68 karto, kai tuo tarpu ES rodiklis paaugo tik 1,17 karto per 2000-2020 metus. Pagrindinė priežastis lėmusi Lietuvos BVP vienam gyventojui augimą yra įstojimas į ES ir spartus ekonominis vystymasis. Šiuo metu Lietuvos BVP tenkantis vienam gyventojui yra prie žemiausių ES, kuris lenkia tik 6 šalis (tarp jų Lenkiją, Latviją).

Infliacija suprantama kaip bendrojo kainų lygio ilgalaikis augimas. Inflacijai apibūdinti labiausiai tinkamas rodiklis yra BVP kainų indeksas (Davulis G., 2003).

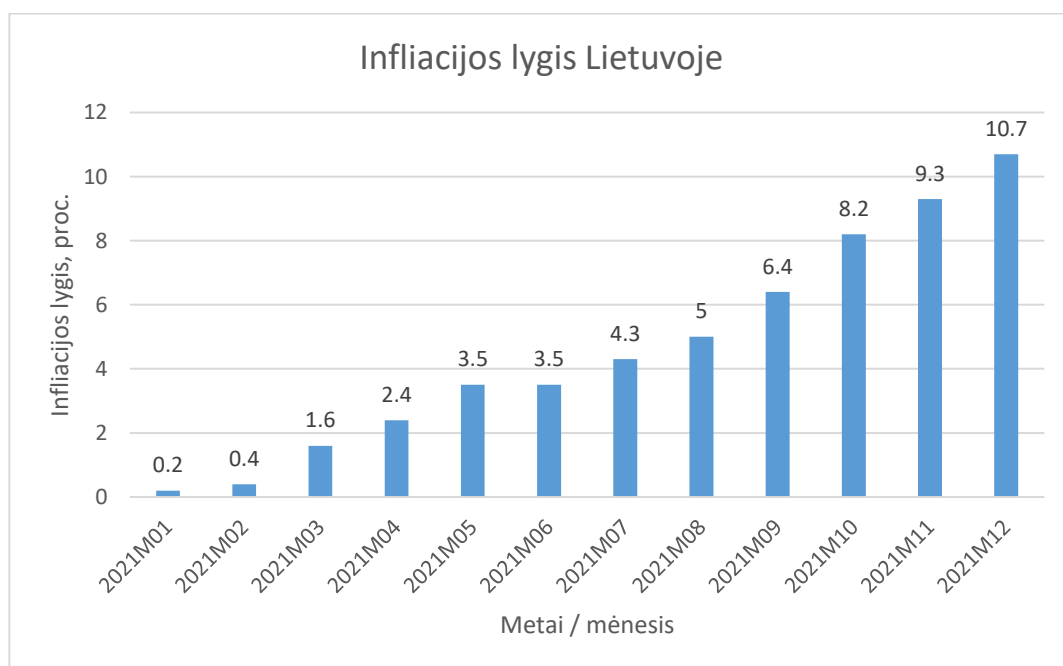
Infliacija yra viena iš didžiausių ekonominių problemų, kuri daugelyje šalių yra dažnai aptarinėjama svarbiose politinėse diskusijose. Ji ryškesnė besivystančiose šalyse, kur vyriausybės dažnai finansuoja valstybės deficitą spausdindamos naujus pinigus. Dėl to per pastaruosius kelis dešimtmečius daugelis centrinių bankų nusistatė infliacijos tikslus, siekiant suvaldyti pinigų augimą valstybėse (Mishkin, 2000). Besivystančios ekonomikos valstybės, vykdydamos savo plėtros programas, labai priklauso nuo skolinimosi iš kitų valstybių ar bankų. Dėl to kaupiasi didelės išorės skolos ir atsiranda papildomos skolos aptarnavimo išlaidos, todėl vėl gi auga infliacija. Kadangi dauguma pasaulio gyventojų gyvena besivystančiose šalyse, svarbu yra suprasti ir įvertinti ekonominės plėtros perspektyvas, nagrinėjant pinigų politikos poveikį didėjančio priklausomybės nuo išorinio kapitalo akivaizdoje.

Inflacijos tempų neapibrėžtumas – labiausiai nepageidautina jos savybė. Tokios neprognozuojamos infliacijos rezultatai yra atsitiktiniai – vieni nepelnytai patiria nuostolius, kiti nepelnytai laimi. Dėl tokio infliacijos neapibrėžtumo sutrinka ekonominiai procesai. Bet kokios ilgesniam laikotarpiui numatytos ūkinės akcijos tampa rizikingos, dėl to labai pabrangsta investicijos, kartu ir gamyba. Norint išvengti rizikos, individualios pajamos investuojamos ne į gamybą, o į auksą, kitus tauriuosius metalus, nekilnojamąjį turtą, meno kūrinius ir pan.

Atsižvelgiant į infliacijos tempų dydį skiriami keli infliacijos tipai: šliaužianti, šuoliuojanti infliacija ir hiperinfliacija. Šliaužianti infliacija – tai ilgai trunkanti, nedidelių ir gana pastovių tempų

infliacija. Galima sakyti, kad tai normali šiuolaikinės rinkos ekonomikos būseną. Tokia infliacija yra prognozuojama, prie jos lengva prisitaikyti, tačiau yra pavojus, kad ji gali virsti šuoliuojančia. Šuoliuojanti infliacija – tai kainų kilimas netolygiai ir dideliais tempais, kurie rodo tendenciją dar didėti. Kiekybinis infliacijos tipų įvedimas nėra absoliutus, o priklauso nuo konkrečių sąlygų. Pavyzdžiui, išplėtos ir stabilios ekonomikos šalyse 3–7 proc. metinis kainų lygio kitimas yra šliaužianti infliacija, o 25–30 proc. – šuoliuojanti. Hiperinfliacija pasireiškia tuomet, kai kainų lygis kyla ypač sparčiai ir padidėjimas gali siekti tūkstantį ar net daugiau procentų per metus. (Davulis G., 2003).

2021 metais tiek Lietuvoje, tiek ES sparčiai augo darbo užmokesčio lygis, kas įtakojo infliacijos augimą, tačiau didžiąją infliacijos augimo dalį lėmė smarkiai pabrangę energijos išteklių ir kitos žaliavos, atvežamos iš šalių, kuriose yra įtempta politinė situacija. Lietuvos infliacijos lygis pateiktas pav. 6.



6 pav. Lietuvos infliacijos lygis 2021 metais, proc.

Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Oficialios Statistikos portalu

Iš pateikto paveikslėlio galima matyti, kad infliacijos lygis Lietuvoje labai sparčiai išaugo nuo metų pradžios. 2021 metų vidutinė infliacija Lietuvoje siekė 4,625%, kai tuo tarpu 2020 metais atitinkamai vidutinė infliacija siekė tik 1,08 %. Tiek ES, tiek Lietuvoje kilo energijos produktų kainos, kurios manoma, kad ir 2022 metais kils (Lietuvos Bankas). Svarbu yra pabrėžti ir tai, kad Lietuvos infliacija yra didžiausia ES.

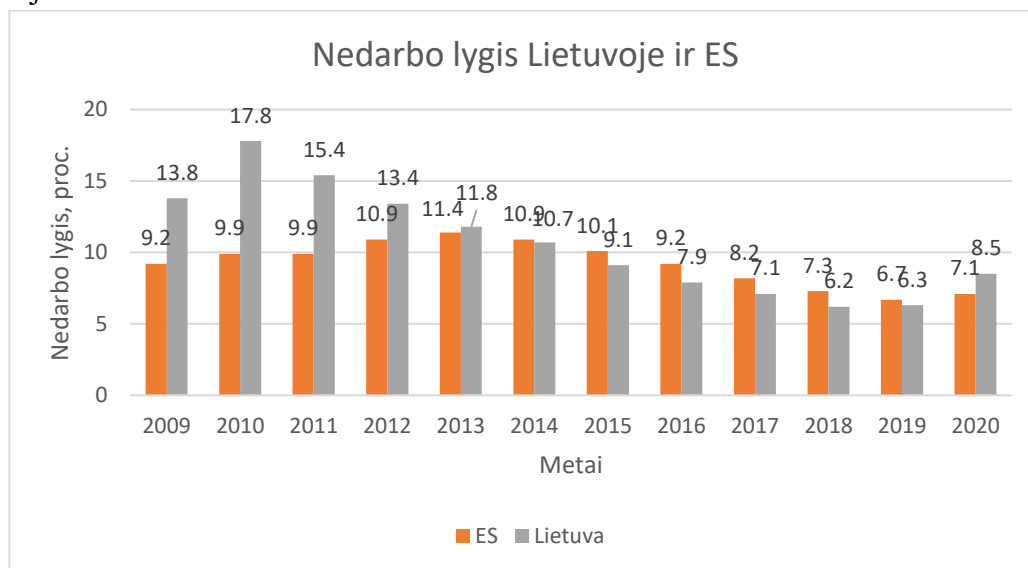
Nedarbas – tai vienas iš svarbiausių makroekonominių rodiklių, apibūdinančių valstybės ekonomiką. Darbo praradimas reiškia bendrą žmogaus gyvenimo kokybės suprastėjimą – netenkama pajamų šaltinio, turėto statuso visuomenėje, kasdienės veiklos ar saviraiškos šaltinio (R. Lisauskaitė, 2016). Nedarbą galima apibrėžti kaip reiškinį, kuris turi daug neigiamų pasekmių. Jos gali būti analizuojamos makroekonominiu lygiu, kuris pastebimas per užimtumo mažėjimą, vartojimo lygio kritimą, gamybos mastų pasikeitimą ir kitą. Tai pat, mikroekonominiu lygiu, kuris pasireiškia per atskiro individo finansinės, emocinės bei psichologinės būklės blogėjimą. Nedarbo sukeltos neigiamos pasekmės daro įtaką šalies ekonominiams rezultatams, tad valstybė, vykdydama nedarbo

mažinimo politiką, yra suinteresuota didinti gyventojų užimtumą bei mažinti nedarbo lygį iki minimalios ribos.

Nedarbas – sudėtingas reiškinys, o jo atsiradimo priežastys gali būti šios:

1. Bedarbiai gauna per mažai informacijos apie esamas laisvas darbo vietas
2. Naujai sukuriamų vietų per aukšti reikalavimai (išsilavinimas, patirtis)
3. Pašalpos taip pat viena iš priežasčių, kodėl didėja nedarbas. Žmogus išėjęs iš darbo gauna išmokas tam tikram laikotarpiui.
4. Didėjantis PVM.
5. Maža visuminė paklausa. Visuminės paklausos mažėjimas mažina ir gaminamų prekių bei paslaugų kiekį, o tai lemia mažėjantį darbuotojų skaičių įmonėse.
6. Mažas skaičius sukuriamų naujų verslų
7. Nedarbo histerezė. Tai „Reiškinys, kai esamas nedarbo lygis nebegali sugrįžti į ankstesnį lygį, nors nedarbą sąlygojusią veiksmų poveikis išnyko“ (V. Snieška, V. Baumilienė, D. Bernatonytė, 2006 m.).

Lietuvoje nedarbo lygis tapo svarbiu reiškiniumi nuo pat 1991 nepriklausomybės atgavimo iki dabar. Nedarbo lygio Lietuvoje kitimą lėmė labai daug dedamųjų, tiek Rusijos krizė 1998 m., tiek ekonomikos atsigavimas 2001-2007 metais, tiek įvairios pandemijos ar politinės problemos. Ilga laikotarpį Lietuvos nedarbo lygis buvo gerokai didesnis negu ES vidurkis (žr. pav. 7). Nuo 2014 metų iki 2019 metų šalies nedarbo lygis nukrito žemiau ES vidurkio dėl gerėjančios ekonominės situacijos Lietuvoje, vis daugiau atsirandančių darbo vietų bei įmonių plėtros šalies viduje. 2020 metais prasidėjus Covid-19 pandemijai nedarbo lygis tiek Lietuvoje, tiek visoje ES išaugo ir iki šiol nedarbo lygis nemažėja.



7 pav. Nedarbo lygis Lietuvoje ir ES 2009-2020 metais, proc.

Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Eurostat duomenimis

1.6. AEI ir ekonomikos bendri rodikliai

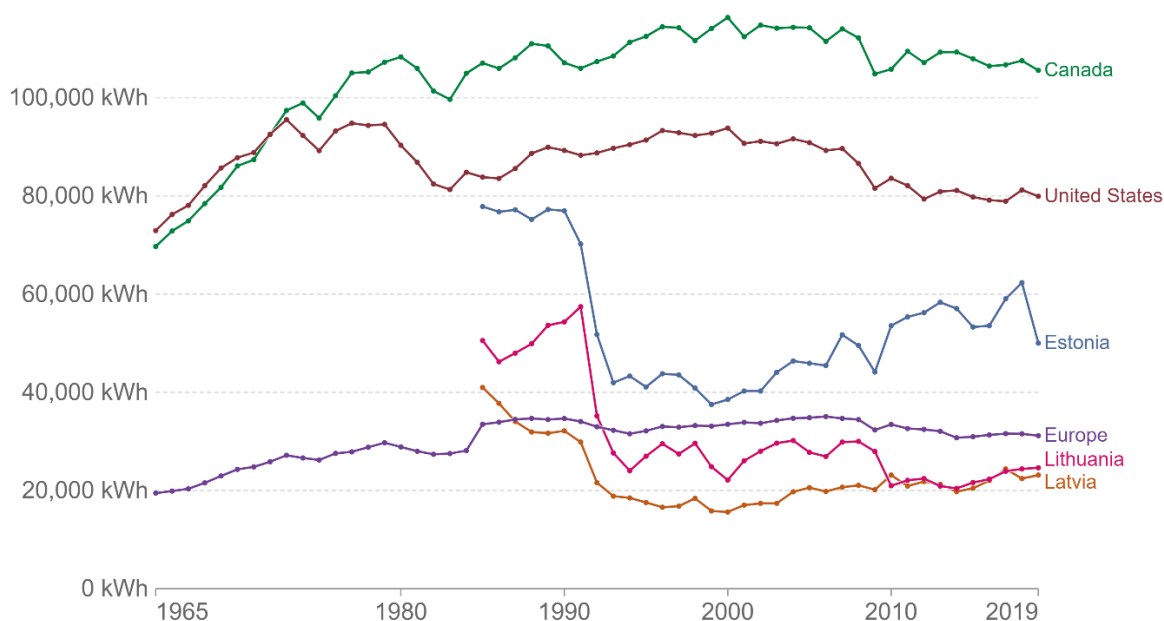
Atsinaujinanti energetika yra laikoma viena pagrindine dalimi valstybės išsivystymo aspektuose. Tai yra viena pagrindinių priežasčių, kad stabilus vystymasis per atsinaujinančią energetiką yra politikos centre pasaulyje. Mūsų vis labiau nuo energijos priklausančiame pasaulyje, energijos vartojimo ir ekonominio augimo santykis tampa vis populiarene tyrimų tema. Kaip rezultatas, per

pastaruosius du dešimtmečius literatūroje žymiai išaugo energijos vartojimo ir ekonominio augimo sąsajų tyrimai.

Ekonomistai ir energetikai savo tyrimuose išskyrė šiuos rodiklius, kurie sieja AEI ir ekonomiką:

- BVP
- BVP tenkantis vienam gyventojui
- Elektros energijos suvartojimas iš AEI
- Bendras elektros energijos suvartojimas
- Darbo jėga
- CO2 emisijos tenkančios vienam gyventojui
- Atsinaujinančios energijos suvartojimas tenkantis vienam gyventojui
- Energijos intensyvumas
- Energijos produktyvumas

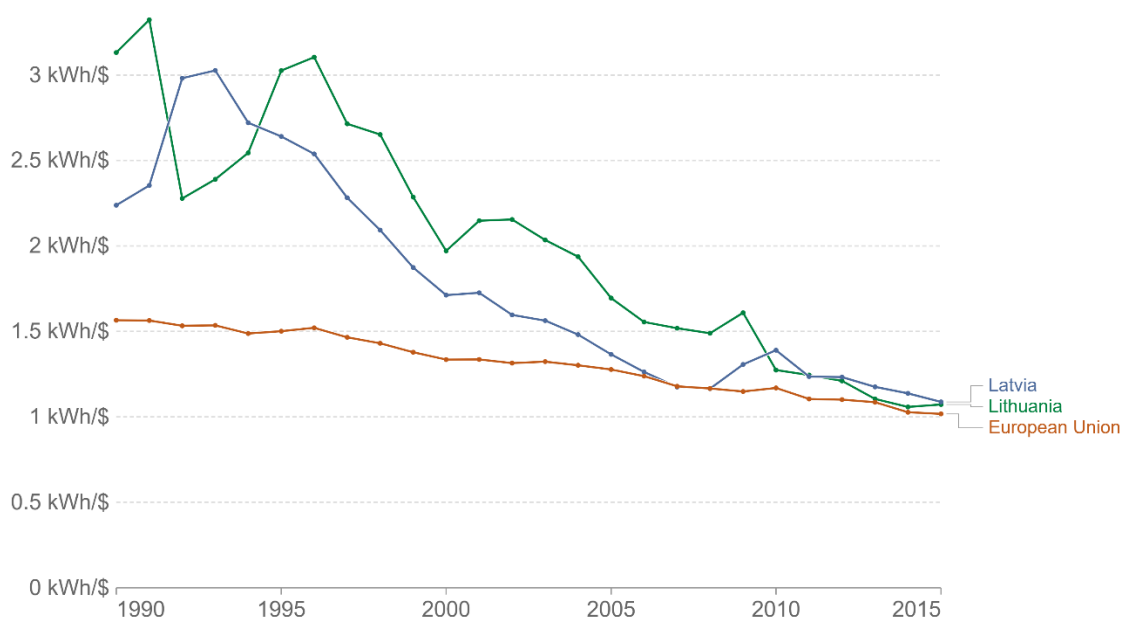
Atsinaujinančios energijos plėtrą ES skatina esama politika, tikslai ir strategijos. Bendri tikslai ES šalims buvo nustatyti 2009 m. Balandžio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/28/EB dėl atsinaujinančios energijos naudojimo skatinimo. Tvarumo užtikrinimas yra pagrindinis atsinaujinančios energijos naudojimo tikslas. Vidutinio metinio energijos suvartojimo padidėjimas paskatino didesnę atsinaujinančios energijos plėtrą. 8 paveiksle parodytas energijos suvartojimas vienam gyventojui, kuris įvairiose šalyse ir regionuose labai skiriasi. Energijos suvartojimo padidėjimą per pastaruosius kelis dešimtmečius daugiausia lėmė perėjimas iš ekonomiškai neišsivysčiusių į ekonomiškai išsivysčiusias šalis. Kaip matyti iš pateiktų duomenų, pasaulinė nelygybė išlieka tarp didžiausių pasaulio valstybių ar regionų. Jeigu lygintume vidutinį Kanados gyventojų energijos suvartojimą su bet kuria kita šalimi, matytume, jog Kanados gyventojas sunaudoja gerokai daugiau. Europos Sąjungos gyventojų vidutinis energijos suvartojimas per laikotarpį nežymiai padidėjo ir išliko labai panašus. Tuo tarpu Lietuvos vidutinis energijos suvartojimas per laikotarpį labai svyravo, tačiau nuo 1990 metų iki dabar vidutinis energijos suvartojimas vienam gyventojui Lietuvoje buvo mažesnis negu vidutinis energijos suvartojimas vienam gyventojui Europos Sąjungoje. Jeigu lygintume Lietuvą su kaimynėmis Latvija ir Estija, Estijoje matomas visiškai skirtingas rezultatas, tuo tarpu Latvijoje labai panašus.



8 pav. Energijos suvartojimo vidurkis vienam gyventojui pasaulyje, kWh. (1965 – 2019 m.)

Šaltinis : Ourworldindata duomenų bazė

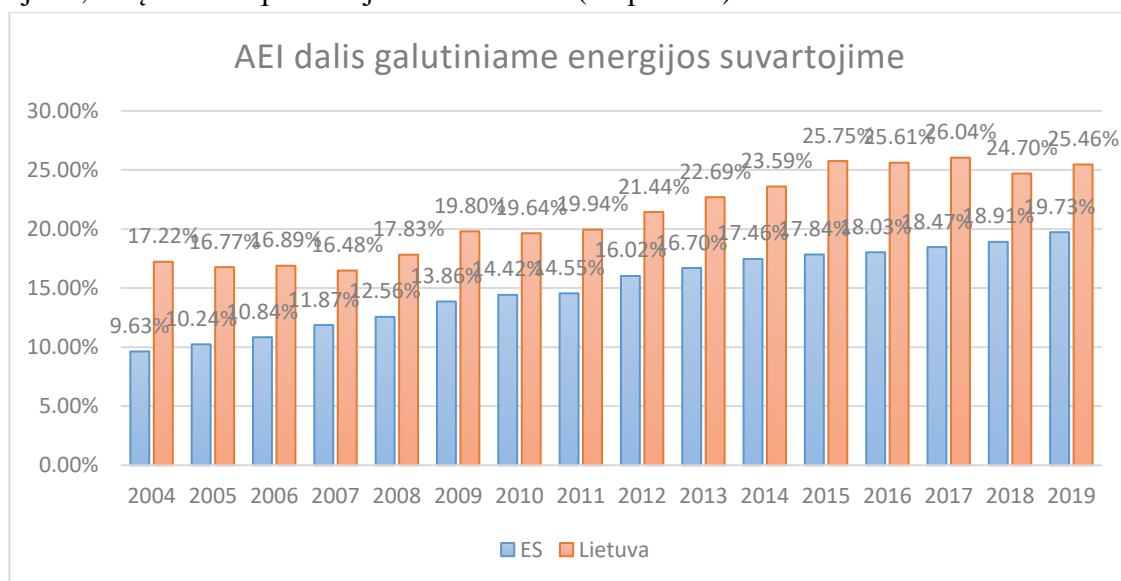
Kalbant apie energijos suvartojimą, matyti, kad jis labiausiai priklausomas nuo ekonomikos išsivystymo lygio ir energijos intensyvumo. Energijos intensyvumas lemia koks energijos kiekis yra reikalingas 1 BVP. Iš esmės tai yra energijos vartojimo efektyvumo rodiklis, kuriuo norime pasiekti ekonominę augimą su kuo mažesnėmis energijos sąnaudomis (Bozkurt, Destek 2015). 9 paveikslėlyje galima matyti, kad pasaulinis energijos intensyvumas mažėja nuo 1990 m. 1990 m. ES vidutiniškai sudarė 1,57 kWh, o 2015 m. sumažėjo iki 1,02 kWh. Taigi, galima teigti, kad kiekvienais metais efektyvumo rodikliai didėja ir energija yra vartojama vis efektyviau.



9 pav. Energijos vartojimo intensyvumas Europos Sąjungoje 1990-2015 metais, kWh/USD

Šaltinis : Ourworldindata duomenų bazė

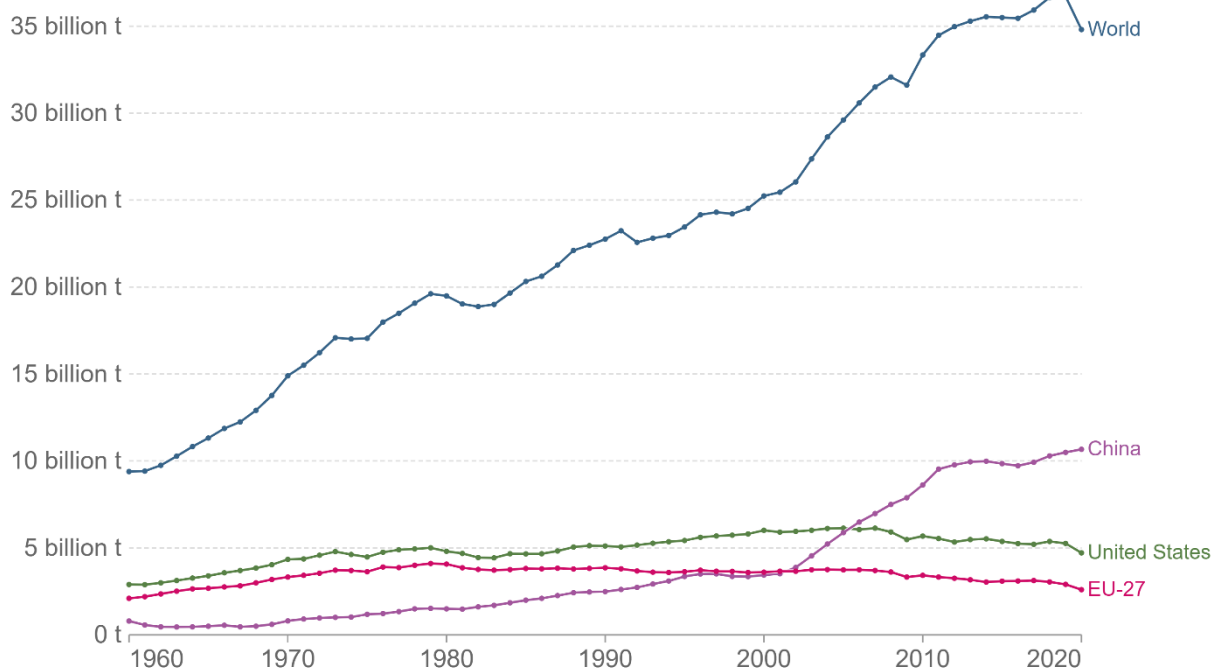
Europos Sąjungos energijos rodiklių gerėjimą lėmė AEI plėtra ir vartojimo skatinimas. Viena iš pagrindinių priežasčių, kodėl viskas taip sparčiai gerėjo yra 2009 metų, tai siekis įgyvendinti direktyvos numatytą tikslą – skatinti ir didinti AEI energijos dalį bendrame suvartojime ES. Lietuvai tikslas buvo iškeltas, kad iki 2020 metų pasiektų 20 proc. AEI dalies galutiniame energijos suvartojime, kurį Lietuva pasiekė jau 2012 metais (žr. pav. 10).



10 pav. ES ir Lietuvos AEI dalis bendrame galutiniame energijos suvartojime 2004-2019 metais

Šaltinis: Eurostat duomenų bazė

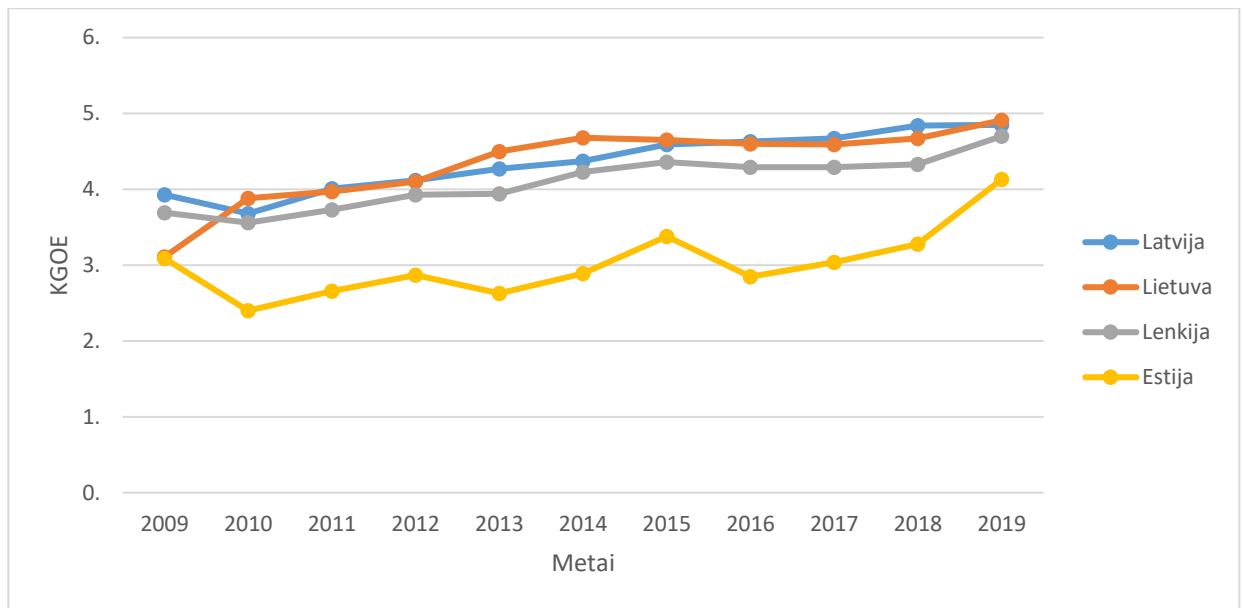
10 paveikslėlyje matome tiek ES, tiek Lietuvos AEI naudojimo augimą per šį laikotarpį. ES ir toliau spaudžia savo valstybės nares, bei nustato naujus tikslus, kuriuos valstybės turi pasiekti per ateinančius metus. Šių tikslų siekis yra CO2 mažinimas, dėl visuotinės problemos, kuri šiuo metu yra visų valstybių prioritetasis.



11 pav. metinės CO₂ emisijos pasaulyje bei ES 1960-2020 m. milijardai t.
Šaltinis: Ourworldindata duomenų bazė

Anglies dioksido išmetimas yra pagrindinis pasaulinės klimato kaitos veiksnys. Plačiai pripažįstama, kad norint išvengti blogiausių klimato kaitos padarinių, pasaulis turi skubiai sumažinti išmetamųjų teršalų kiekį. Tačiau tai, kaip ši atsakomybė pasiskirsto tarp regionų, šalių ir asmenų, buvo begalinių ginčų objektas tarptautinėse diskusijose. CO₂ emisijos pradėjo šiek tiek mažėti paskutiniaisiais 2020 metais (žr. pav. 11), kai ši problema buvo pradėta labai aktyviai diskutuota pasaulyje. Daugiausia pasaulyje CO₂ emisijų į aplinką išmeta Kinija iš pramonės sektoriaus. Bendras Kinijos išmetamas CO₂ kiekis 2020 metais siekė net 10,67 milijardą tonų, t.y. šiek tiek daugiau negu 30 proc. viso išmetamo kiekio į aplinką pasaulyje. Tuo tarpu ES išmetamas kiekis nuo 1980 metų vis mažėjo ir 2020 metais sudarė tik apie 7,5 proc. (2,6 bilijonų tonų).

Sekantis be galo svarbus rodiklis yra energijos produktyvumas, kuris apibūdina, kaip efektyviai yra išnaudojama energija kiekvienoje šalyje. Kuo didesnis šis rodiklis tuo produktyviau yra išnaudojama energija. Šis energijos rodiklis yra glaudžiai susijęs su tarša bei efektyvesniais mažiau aplinką teršiančiais elektros šaltiniais. Iš pateikto paveikslėlio (žr. 12 pav.) galima matyti, jog Latvija, Lietuva ir Lenkija išnaudoja energiją panašiu produktyvumu. Na tuo tarpu Estija visu šiuo 2009-2019 laikotarpiu išnaudojo žymiai produktyviau.



12 pav. energijos produktyvumas pasirinktose šalyse 2009-2019 m.

Šaltinis: Eurostat duomenų bazė

Visi šie rodikliai yra aptarinėjami autorių tyrimuose ir yra susiję su darnaus vystymosi tema. Autoriai savo tyrimuose, analizuodami AEI ir ekonomikos augimo ryšius, naudojo skirtingus modelius su skirtingais kintamuosius.

Pirma autorių grupė susijusi su empirinio priežastingumo ryšio ieškojimu, kuris analizuoja priežastinio ryšio kryptį tarp kintamųjų, naudojant keletą priežastingumo testų – Engle-Granger testas, Toda-Yamamoto testas, autoregresijos modelį, vektorių autoregresijos modelius bei vektorių klaidų taisymo modelį. Tokiu būdu ryšis tarp AEI ir ekonominio augimo gali būti paaiškintas keturiomis darnaus vystymosi hipotezėmis.

Wolde-Rufael (2004) analizuoja priežastinį ryšį tarp kelių tipų pramonės energijos suvartojimo ir BVP Šanchajuje, 1952–1999 m. laikotarpiu, naudojant a Toda-Yamamoto priežastingumo testus. Šiame tyrime autoriai daro išvadą, kad yra vienakryptis Grangerio priežastinis ryšys tarp anglies, kokso, elektros ir visos energijos suvartojimo iki realaus BVP ir nenustatė priežastinio ryšio tarp naftos ir realaus BVP augimo.

Ewing ir kt. (2007), Sari ir kt., (2008) naudoja autoregresijos paklaidų modelį ir analizuoja ryšį tarp išskaidytos energijos suvartojimo (anglis, iškastinis kuras, įprastinė hidroelektrinė, saulės energija, vėjo energija, gamtinės dujos, mediena ir atliekos), pramoninės gamybos, taip pat užimtumo, JAV. Jie nustatė, kad ilgalaikė pramoninė gamyba daro teigiamą poveikį, o užimtumas – neigiamą poveikį atitinkamai hidroelektrinių, atliekų ir vėjo energijos suvartojimui. Priešingai, pramoninė gamyba daro neigiamą įtaką saulės energijos naudojimui, o užimtumas – teigiamą įtaką energijos suvartojimui, tuo tarpu nei pramonės gamyba, nei užimtumas neturi statistiškai reikšmingo ilgalaikio poveikio gamtinių dujų ir medienos energijos suvartojimui.

Payne (2009), sutelkdamas dėmesį į JAV 1949-2006 m. laikotarpį, panaudojo Toda-Yamamoto priežastingumo testą daugiamatėje sistemoje, įtraukiant kapitalą ir darbo jėgą, norint palyginti priežastinį ryšį tarp AEI ir ne AEI energijos suvartojimo ir realios produkcijos. Autorius nustato, kad Toda-Yamamoto testas neparodo Grangerio priežastinio ryšio tarp atsinaujinančios ir neatsinaujinančios energijos vartojimo su realiąja produkcija, taip palaikydama neutralumo hipotezę.

Bowden ir Payne (2009) naudoja Toda-Yamamoto testą, kad ištirtų priežastinį ryšį tarp atsinaujinančios ir neatsinaujinančios energijos vartojimo pagal sektorius ir realaus BVP JAV 1949–

2006 m. laikotarpiu. Testas atskleidžia Grangerio nebuvimą priežastinis ryšys, susijęs su komerciniu ir pramoniniu atsinaujinančios energijos vartojimu ir realaus BVP. Tačiau tyrimas taip pat atskleidžia dvikryptį Grangerio priežastinį ryšį tarp komercinių ir gyvenamosios paskirties neatsinaujinančios energijos suvartojimas bei realusis BVP. Gauti rezultatai taip pat parodė vienakryptį priežastinį ryšį tarp atsinaujinančios energijos vartojimo gyvenamuosiuose namuose ir neatsinaujinančios energijos suvartojimo su realiuoju BVP.

(Ciarreta ir Zárraga, 2007) naudojo Toda-Yamamoto ir Dolado metodiką ir Lütkepohl ir taip pat taikė standartinius Grangerio priežastingumo testus naudojant autoregresinę vektorių analizę, siekiant stacionarumo, 1971–2005 m. laikotarpiui, išanalizuoti tiesinis ir netiesinis priežastinis ryšys tarp elektros vartojimo ir ekonomikos augimo Ispanijoje. Jie nustatė vienakryptį tiesinį priežastinį ryšį tarp realaus BVP ir elektros energijos vartojimo ir, priešingai, jie nerado netiesinio Grangerio priežastingumo įrodymų tarp kintamųjų bet kuria kryptimi.

2. Tyrimo metodika

Tyrimo objektas – atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas ES šalyse ir ryšys tarp AEI naudojimo bei ekonomikos augimo.

Tyrimo hipotezė - Atsinaujinančių energijos šaltinių gamyba turi reikšmingos įtakos Europos Sąjungos ekonomikos augimui.

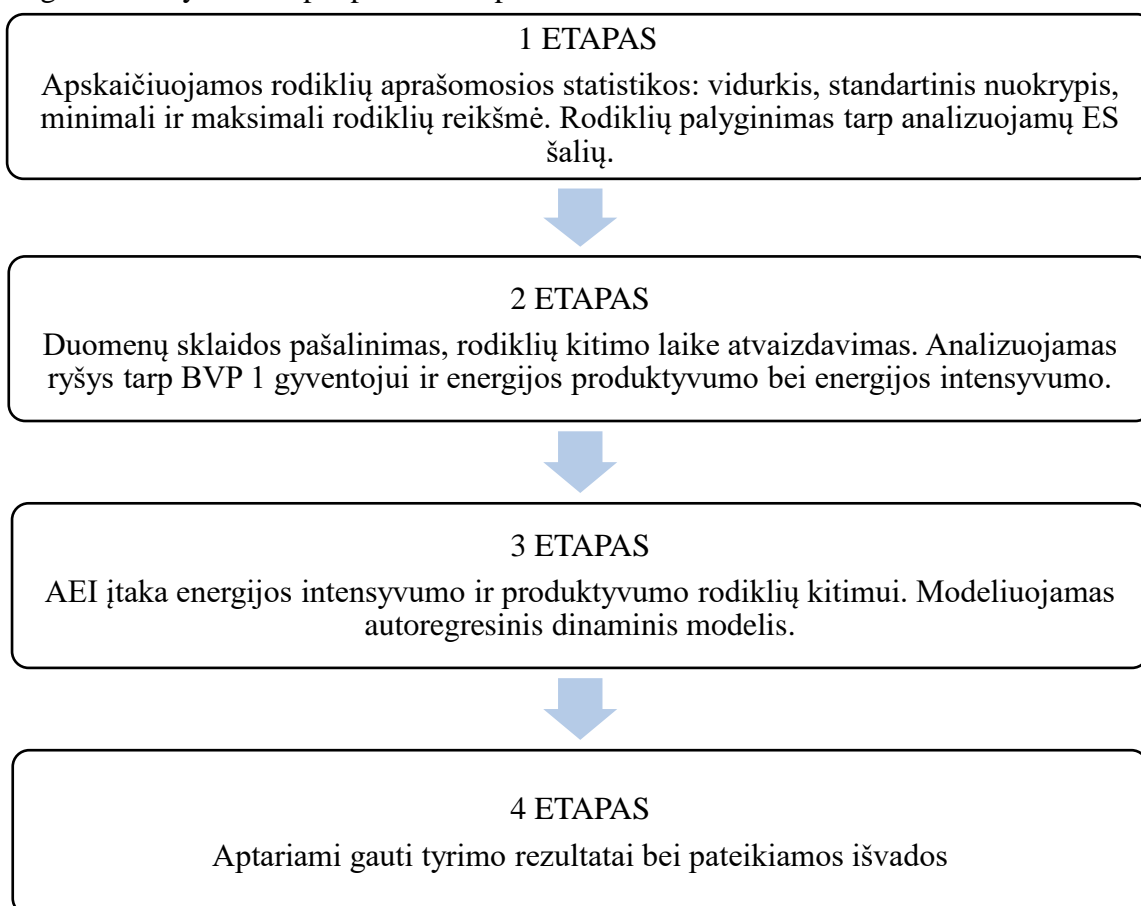
Tyrimo tikslas – parengus tyrimo metodiką, įvertinti AEI įtaką ES šalių ekonomikos augimui.

Tyrimo bus analizuojama 28 ES šalys, istoriniu laikotarpiu nuo 2009 metų iki 2019 metų (10 metų).

Tiriami rodikliai ir jų mato vienetai:

- BVP, 1 gyv. (Eur) šis rodiklis pasirinktas kaip rodiklis, atspindintis ekonomikos augimą. Didesnis BVP, tenkanti vienam gyventojui, rodo aukštesnę ekonomikos išsivystymo lygį.
- Energijos intensyvumas (KGOE/EUR)
- Energijos produktyvumas (KGOE/EUR)
- Atsinaujinančios energijos dalis iš vėjo energijos šaltinių (%)
- Atsinaujinančios energijos dalis iš saulės energijos šaltinių (%)
- Atsinaujinančios energijos dalis iš hidroenergijos šaltinių (%)
- Atsinaujinančios energijos dalis iš geoterminės energijos šaltinių (%)
- Atsinaujinančios energijos dalis iš biomasės energijos šaltinių (%)

Pagrindiniai tyrimo etapai pateikti 13 pav.



13 pav. Tyrimo etapai (sudaryta autoriaus)

1 tyrimo etapas

Norint atlikti modeliavimą ir sudaryti BVP prognozavimo modelį, kurio nepriklausomi kintamieji yra energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo rodikliai, pirmiausia yra apskaičiuojamos rodiklių aprašomosios statistikos: vidurkis, standartinis nuokrypis, minimali ir maksimali rodiklių reikšmė. Šie pirminiai rodikliai suteikia galimybę geriau įvertinti rodiklių pasiskirstymą, kitimą ir ekstremalias reikšmes. Taip pat, bus apžvelgiama, kuriose šalyse analizuojamų rodiklių vidurkiai yra didžiausi ir kuriose yra mažiausi, taip bus sudaromas sąrašas šalių, kuris leis įvertinti, kuriose šalyse energija naudojama efektyviausiai.

Pirmoje darbo dalyje buvo analizuota atsinaujinančių energijos išteklių įtaka Europos Sąjungos šalių ekonomikai ir remiantis tiek autorių atliktais tyrimais, tiek pateikiamais rodiklių pokyčiais, galima teigti, kad poveikis egzistuoja. Šioje dalyje taip pat buvo išskirti tokie rodikliai, kaip energijos produktyvumas ir energijos intensyvumas, kurie yra glaudžiai susiję su atsinaujinančiais energijos išteklių.

Energijos produktyvumas yra ekonominės produkcijos kiekio, gauto iš kiekvieno suvartotos energijos vieneto, rodiklis, kuo didesnė šio rodiklio reikšmė, tuo geriau yra išnaudojama energija šalyje ir tuo mažesnis jos poveikis aplinkai (Bužinskienė R., 2019).

$$\text{Energijos produktyvumas} = \frac{\text{Ekonominė išeiiga}}{\text{Sunaudota energija}} \quad (1)$$

Energijos intensyvumas - tai yra ekonomikos energetinio neefektyvumo matas. Mažesnė šio rodiklio reikšmė parodo efektyvesnę energijos išnaudojimą šalyje, bei didesnę AEI panaudojimą. (Bužinskienė R., 2019).

$$\text{Energijos intensyvumas} = \frac{\text{Bendras vidaus energijos suvartojimas}}{\text{Bendras vidaus produktas}} \quad (2)$$

2 tyrimo etapas

Toliau darbe bus analizuojamas ryšys tarp BVP 1 gyventojui ir energijos produktyvumo bei energijos intensyvumo rodiklių, tai leis įvertinti kokią įtaką ES šalių BVP daro šie du rodikliai. Tačiau, prieš tai, pirmiausiai reikia pašalinti duomenų sklaidą naudojant logaritminę transformaciją, kadangi kai kurių rodiklių sklaida yra ganėtinai didelė, dėl kurios yra iškreipiamas rodiklių kitimo grafikas. Duomenų logaritmvimui naudota formulė:

$$Y_{k,i,t} = \log(Y_{k,i,t}) \quad (3)$$

kur

$Y_{k,i,t}$ – i-osios šalies, k-ojo rodiklio laiko eilutės reikšmė momentu t , kai $Y_{k,i,t} > 0$;

i – analizuojama ES šalis (1, 2, ..., 28);

t – metai (2009, 2010, ..., 2019);

k – makroekonominis rodiklis (BVP, ..., energijos produktyvumas).

Logaritnavus duomenis, kitimo laike atvaizdavimui buvo panaudotas srautų grafikas „Heatmap“. Šio grafiko pagalba identifikuojamos šalys su geriausiomis ir blogiausiomis rodiklių reikšmėmis. Taip pat toliau yra tiriamas analizuojamų atsinaujinančios energetikos rodiklių multikolinearumas. Multikolinearumo prasmė – patikrinti ar nepriklausomi kintamieji nesuteikia identiškios informacijos. Įprastai norint įvertinti multikolinearumą yra lyginamas VIF statistinė reikšmė. Jeigu $VIF > 4$, tai tarp kintamųjų egzistuoja multikolinearumas.

Galiausiai tiriamas ryšys tarp BVP 1 gyventojui ir dviejų analizuojamų rodiklių: energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo naudojant koreliacijos koeficientą. Didesnė koreliacijos reikšmė parodo stipresnę ryšį tarp kintamųjų. Šiuo atveju naudojamas Spearman koreliacijos koeficientas. Norint palyginti detalai, kaip kiekvienos šalies BVP pasikeitimus lemia šie rodikliai, pateikiami koreliacijos koeficientai 2 sudarytoms grupėms, taip bus galima palyginti kaip veikia energijos produktyvumo ir intensyvumo rodiklių pasikeitimai žemesnį ir aukštesnį BVP turinčias ES šalis.

3 tyrimo etapas

Šioje tyrimo dalyje bus naudojamas energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo kitimo, priklausomai nuo pagamintos atsinaujinančios energijos dalies visos atsinaujinančios energijos, autoregresinis dinaminis prognozavimo modelis. Energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo autoregresinio dinaminio modelio (ADL) išraiška (Shiftu I. O., Yemitan R. A., Yaya S. O., 2012):

$$Y_{i,t} = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i * X_{k,i,t} + \gamma * Y_{i,t-1} + \epsilon_t \quad (4)$$

$Y_{i,t}$ - i-osios šalies, BVP rodiklio laiko eilutės reikšmė momentu t ;

$Y_{i,t-1}$ - i-osios šalies, BVP rodiklio laiko eilutės reikšmė momentu $t - 1$;

$X_{k,i,t}$ - i-osios šalies, k-ojo atsinaujinančios energijos išteklių bendro suvartojimo dalis nuo viso AEI suvartojimo, laiko eilutės reikšmė momentu t ;

α – modelio konstanta,

β_i – modelio parametro įvertis, parodantis, kokį poveikį BVP kitimui turi atsinaujinančios energijos šaltinių dalies kitimas;

γ – modelio parametro įvertis, parodantis, kokį poveikį BVP kitimui turi prieš metus buvęs BVP lygis;

ϵ_t – modelio paklaida, laiko periodu t ; t – metai, $t = 1, 2, \dots, 10$;

Atliekamos autoregresinės analizės rezultate turėtų paaiškėti iškeltos hipotezės (ne)tikrumas:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_0: \beta \neq 0$$

Jei sudaryto modelio p reikšmė yra mažesnė už 0,05, tai galime teigti, kad atsinaujinančių energijos šaltinių dalis bendrame suvartojime įtakoja energijos produktyvumo arba energijos intensyvumo augimą tiriamosiose šalyse. Tyrimo priklausomi ir nepriklausomi kintamieji:

Priklausomi:

- **BVP, tenkantis vienam gyventojui**

Nepriklausomi

- **Tam tikro AEI bendro suvartojimo dalis nuo viso AEI suvartojimo**

4 tyrimo etapas

Paskutiniame tyrimo etape vertinami gauti rezultatai naudojantis „SPSS“ programine įranga. Pateikiamos išvados dėl ryšio tarp BVP 1 gyventojui ir AEI per energijos produktyvumo bei energijos intensyvumo rodiklius.

2.1. Programinė įranga

Pasaulyje ekonomikos augimo vertinimui, bei ryšio tarp tam tikrų rodiklių ieškojimui bei analizei dažniausiai naudojami ekonometriniai modeliai. Ekonometriniai modeliai yra naudojami analizuojant laiko eilučių duomenis, siekiant numatyti būsimus pardavimų ir rinkos dalies lygius. Naudojant šiuos modelius taip pat galima numatyti kokie įvyks pokyčiai tam tikram rodikliui ateityje įtakojant kitų rodiklių. Optimaliausiam modeliui sudaryti ir numatytiems uždaviniams išspręsti, dažniausiai yra naudojamos šios programos:

- EViews
- SPSS
- RATS
- LIMDEP
- TSP
- GAUSS

Šiuo atveju darbe bus naudojama SPSS programinės įrangos paketas, kuris yra lengvai prieinamas bet kuriam norinčiam naudotis. Programos tinklapyje yra suteikiama vieno mėnesio nemokama prieiga prie pilno programos paketo.

2.2. Modeliavimas taikant SPSS programa

Norint sudaryti tinkamą ekonometrinį modelį, pirmiausia reikėjo susirinkti šalių duomenis juos sutvarkyti ir apsirašyti programoje.

Programoje duomenys gali būti:

- Nominali reikšmė
- Matavimo reikšmė (skalė)
- Eilinė reikšmė

Nominalios reikšmės - kintamasis gali būti traktuojamas kaip nominalus, kai jo reikšmės atitinka kategorijas, neturinčias vidinio reitingavimo. Pavyzdžiui, įmonės, kurioje darbuotojas dirba, skyrius. Vardinių kintamųjų pavyzdžiai yra regionas, pašto kodas arba individualios ar religinės priklausomybės lytis. Vardinę skalę tyrėjas taip pat gali užkoduoti, kad, pavyzdžiui, palengvintų analizės procesą;

M = Vyras;

F = Moteris.

Eilinės reikšmės – laikomos kai kintamasis gali būti traktuojamas kaip eilinis, kai jo reikšmės atspindi kategorijas, turinčias tam tikrą vidinį reitingą. Pavyzdžiui, pasitenkinimo paslaugomis lygis nuo labai nepatenkinto iki labai patenkinto. Eilinių kintamųjų pavyzdžiai apima vartotojų pasitenkinimo laipsnį, pirmenybės laipsnį nuo labai didelio iki labai žemo ir susirūpinimo tam tikra problema laipsnį. Paprastai pageidautina priskirti skaitmeninius kodus, kurie atspindėtų kažko laipsnį tarp respondentų. Pavyzdžiui,

- labai patenkintas;
- patenkintas;
- neutralus;
- nepatenkintas;
- labai nepatenkintas.

Matavimo reikšmė - kintamasis gali būti traktuojamas kaip skalė, kai jo reikšmės atitinka sutvarkytas kategorijas su reikšminga metrika, kad būtų tinkami atstumo palyginimai tarp reikšmių. Skalės kintamųjų pavyzdžiai: amžius metais, pajamos tūkstančiais eurų arba studento egzamino balas. Pavyzdžiui, klasėje, kurioje mokosi 60 mokinių, kiekvienas iš jų būtų laikęs stojamąjį testą, todėl skalė naudojama vidutiniam klasės balui arba aukščiausiam ir žemiausiam balui klasėje nustatyti.

Detalesnė informacija apie duomenis ir apie tai ką jos reiškia ir parodo pateikiama lentelėje 6.

6 lentelė duomenų galimos reikšmės

Reikšmė	Nominali	Eilinė	Matavimo
Apibūdinimas	Kategorijos neturi prasmingos tvarkos ar rango, o tik įrašo skirtingų dalykų suvokimą	Kategorijos, turinčios reikšmingą tvarką ar rangą	Duomenys nėra sugrupuoti remiantis jokia ryšiu, o tik turi skaitines reikšmes
Funkcija	Skirtingų dalykų bendro suvokimo įrašymas, nors ir yra tos pačios srities, bet visiškai nesusiję vienas su kitu	Turėkite susitarimo arba pasitenkinimo lygį	Duomenys turi skaitines vertes be susietos eilės ar rango su atvirais atsakymo klausimais
Pritaikomumas	Užfiksuoja kai kurių konkrečių dalykų, turinčių reikšmingą reitingą, suvokimą	Dalykai, kuriuose negalima pavaizduoti jokio konkretaus skirtumo, o tik tvarka reiškia suvokimo kitimą	Galima išmatuoti atsakymų skirtumus ir kiekviena kategorija apibrėžia skirtingą lygį
Pavyzdys	Klausimai apie šeimines padėtis, politinę partiją, regioną, akių spalvą arba taip/ne	Suvokimas įrašytas Likerto skalėje (3 balai, 5 balai arba 7 balai)	Laikas, ugis, svoris ar pajamos

Koreliacija taip pat labai svarbi reikšmė tyrime. Ji matuoja ryšį tarp dviejų ar daugiau skaitmeninių kintamųjų. Yra dviejų tipų koreliacijos; dvimatės ir dalinės koreliacijos. Nors dvimatės koreliacijos apskaičiuojamos naudojant Pearsono / Spearmano koreliacijos koeficientą, kur jis parodo koreliaciją tarp kintamųjų arba rangų eilučių matą. Koreliacijos koeficiento reikšmė yra nuo -1 iki +1, o reikšmė „0“ rodo, kad koreliacijos nėra. Kita vertus, dalinės koreliacijos procedūra taikoma dalinės koreliacijos koeficientui apskaičiuoti, siekiant apibūdinti ryšį tarp dviejų kintamųjų kartu su koregavimais dėl vieno kintamojo poveikio kitam.

Nors Pearsono koreliacijos koeficientas naudojamas tiesiniams ryšiams apskaičiuoti, t. y. jei vienas kintamasis didėja arba mažėja, koku mastu kitas kintamasis taip pat didėja arba mažėja. Pavyzdžiui, norėdami nustatyti ryšį tarp temperatūros kilimo ir sniego lygio sumažėjimo, naudotume Pearsono koreliaciją. Kita vertus, Spearmano koreliacijos koeficientas naudojamas monotoniniam ryšiui tarp kintamųjų nustatyti. Pavyzdžiui; nustatyti, kiek laiko darbuotojai turi atlikti testui, atsižvelgiant į laiką, kurį jie dirbo įmonėje. Tačiau tarp dviejų metodų nustatyta, kad Pearsono koreliacija yra tikslesnis metodas koreliacijai nustatyti. Koreliacija reikšminga 0,05 lygyje.

Tiesinės regresijos analizė naudojant SPSS - norint nustatyti ryšį tarp priklausomo kintamojo ir kelių nepriklausomų kintamųjų aibės, atliekama tiesinė regresinė analizė. Procedūrą galima naudoti norint nustatyti nepriklausomų kintamųjų įtaką priklausomiems kintamiesiems ir kokia apimtimi.

3. Atsinaujančių energijos išteklių panaudojimo įtakos Europos Sąjungos šalių ekonomikos augimui tyrimo rezultatai

3.1. Tiriamų rodiklių palyginimas tarp ES šalių

Pirmiausia, prieš atliekant modeliavimą yra apskaičiuojami pirminiai rodikliai, kurie buvo paminėti tyrimo metodologijoje. Šie pirminiai rodikliai suteikia galimybę geriau įvertinti rodiklių pasiskirstymą, kitimą ir ekstremalias reikšmes. Remiantis (1 priedu) sudaryta 6 lentelė, galima matyti, kad vidutinis BVP 1 gyventojui analizuojamose 28 ES šalyse siekia 25,457 tūkst. EUR, o tuo tarpu standartinis nuokrypis siekia 16,437 tūkst. EUR,. Tai reiškia, kad analizuojamose šalyse sukuriama BVP 1 gyventojui skirtumai yra ganėtinai dideli. Mažiausias BVP 1 gyventojui užfiksuotas 2009 metais Bulgarijoje (4,97 tūkst. EUR.), o didžiausias – 2019 metais Liuksemburge (85,03 tūkst. EUR).

Analizuojant atsinaujinančios energijos šaltinių rodiklius – energijos intensyvumą ir energijos produktyvumą galima matyti, kad energijos intensyvumo vidurkis sudaro 181 KGOE/EUR, o standartinis nuokrypis siekia 87 KGOE/EUR. Tuo tarpu energijos produktyvumo vidurkis sudaro 6,8 KGOE/EUR ir standartinis nuokrypis 3,1 KGOE/EUR. Energijos intensyvumo didžiausia reikšmė užfiksuota 493,11 KGOE/EUR (Bulgarija, 2011 m.), o mažiausia – 51,04 KGOE/EUR (Airija, 2019 m.). Energijos produktyvumo didžiausia reikšmė užfiksuota 19,59 KGOE/EUR (Airija, 2019 m.), o tuo tarpu mažiausia 2,03 KGOE/EUR (Bulgarija, 2011 m.).

7 lentelė. Analizuojamų rodiklių aprašomoji statistika (sudaryta autoriaus remiantis Eurostat)

	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Vidurkis	Standartinis nuokrypis
BVP, 1 gyv., EUR	4970.0	85030.0	25457.7	16437.0
Energijos intensyvumas	51.04	493.11	181.0	87.0
Energijos produktyvumas	2.03	19.59	6.8	3.1

Atlikus analizuojamųjų rodiklių pirminę aprašomąją statistinę analizę galima pastebėti, kad visi šie rodikliai yra susiję tarpusavyje, labiausiai energijos produktyvumas ir energijos intensyvumas. Šie du rodikliai yra priešingi vienas kitam, kaip pvz. Bulgarijoje 2011 metais buvo užfiksuotas didžiausias energijos intensyvumas ir mažiausias energijos produktyvumas, kai tuo tarpu BVP taip pat yra vienas iš mažiausių. Tai reiškia, kad šalyse, kuriose BVP 1 gyv. yra didesnis, energija yra išnaudojama produktyviau, negu žemą BVP 1 gyv. lygį turinčiose šalyse.

Sekančiame etape bus apžvelgiama, kuriose šalyse analizuojamų rodiklių vidurkiai yra didžiausi ir kuriose yra mažiausi, taip bus sudaromas sąrašas šalių, kuris leis įvertinti, kuriose šalyse energija naudojama efektyviausiai.

Pirmiausia sudarytos dvi grupės: I grupei priklauso 5 šalys, kurių rodikliai yra aukščiausi (BVP, energijos efektyvumas ir energijos produktyvumas), II grupei priklauso 5 šalys, kurių rodikliai žemiausi. Šios grupės yra sudarytos tam, kad vėliau būtų galima sudaryti matematinius modelius ir

įvertinti, kuriose šalyse didesnę poveikį BVP kitimui turi energijos produktyvumo ir intensyvumo rodikliai.

Remiantis 7 lentele efektyviausiai išnaudojama energija, bei didžiausias BVP 1 gyventojui yra šiose šalyse - Liuksemburge, Danijoje, Airijoje, o tuo tarpu prasčiausiai išnaudojama energija bei mažiausias BVP 1 gyventojui fiksuojama Bulgarijoje, Rumunijoje, Latvijoje. Iš pateiktų duomenų taip pat galima pastebėti, kad šalyse, kuriose BVP 1 gyventojui yra mažesnis energijos intensyvumo rodiklis yra didesnis, o energijos produktyvumo rodiklis mažesnis.

8 lentelė. Grupės pagal AEI panaudojimo efektyvumą

Šalių grupės	Šalis	BVP, 1 gyv.	Energijos intensyvumas	Energijos produktyvumas
I grupė	Liuksemburgas	83240.9	95.20	10.60
	Danija	45689.1	73.29	13.77
	Airija	45050.9	71.80	14.52
	Švedija	41621.8	126.88	7.92
	Olandija	39431.8	138.34	7.28
II grupė	Kroatija	11080.9	190.19	5.28
	Lenkija	10745.5	245.83	4.10
	Latvija	10390.9	231.18	4.36
	Rumunija	7302.7	234.52	4.34
	Bulgarija	5664.5	451.69	2.22

3.2. Ryšio tarp BVP, energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo rodiklių nustatymas

Antroje darbo dalyje buvo trumpai aptariami šių rodiklių vidurkiai, didžiausios ir mažiausios reikšmės, kuriomis buvo norima parodyti skirtingą energijos panaudojimą Europos Sąjungos šalyse. Siekiant detalesnės analizės pirmiausia reikia išanalizuoti kiekvieną rodiklį pagal šalį bei skirtingą laikotarpį. Šiame etape analizuojami logaritmuoti duomenys, o ne nominalūs rodikliai, kadangi rodiklių duomenys turi didelę sklaidą, dėl kurios yra iškreipiamas rodiklių kitimo grafikas. Rodiklių kitimo laike vaizdavimui buvo naudojamas „Heatmap“. Šis atvaizdavimo būdas leidžia lengvai įvertinti didžiausias ir mažiausias reikšmes, kadangi jos yra išskiriamos skirtingomis spalvomis (T. Metsalu ir J. Vilo, 2015).

9 lentelė. „Heatmap“ spalvos atitinkančios tam tikras BVP 1 gyv. rodiklio reikšmes

<=4	(4;4.25]	(4.25;4.5]	(4.5;4.75]	>4.75

Pirmiausia buvo analizuojamas logaritmuotas BVP tenkantis 1 gyventojui rodiklis 2009-2019 metais, (žr. lentelė 9). Iš lentelės galima matyti, kad visą analizuojamą laikotarpį didžiausias BVP užfiksuotas Liuksemburge, Danijoje, Olandijoje, Švedijoje ir Airijoje. Mažiausias BVP užfiksuotas Bulgarijoje, Rumunijoje, Latvijoje, Lenkijoje, Vengrijoje ir Lietuvoje. Šios imtys parodo, kad tarp Europos Sąjungos narių vyrauja skirtingą ekonominę išsivystymą turinčios šalys.

10 lentelė. Log BVP 1 gyv. rodiklio kitimas skirtingose šalyse laikotarpiu 2009 m. – 2019 m.

Šalis	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Liuksemburgas	4.91	4.92	4.92	4.91	4.92	4.92	4.92	4.93	4.92	4.92	4.93
Danija	4.64	4.64	4.65	4.65	4.65	4.65	4.66	4.67	4.68	4.69	4.69
Olandija	4.58	4.59	4.59	4.58	4.58	4.59	4.59	4.6	4.61	4.62	4.62
Švedija	4.58	4.6	4.61	4.61	4.61	4.61	4.63	4.63	4.64	4.64	4.65
Airija	4.56	4.56	4.57	4.57	4.57	4.6	4.7	4.7	4.73	4.76	4.78
Austrija	4.54	4.55	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.57	4.58	4.58
Suomija	4.53	4.55	4.55	4.55	4.54	4.54	4.54	4.55	4.56	4.57	4.57
Belgija	4.51	4.52	4.52	4.52	4.52	4.53	4.54	4.54	4.54	4.55	4.56
Vokietija	4.49	4.5	4.52	4.52	4.52	4.53	4.53	4.54	4.55	4.55	4.56
Prancūzija	4.48	4.49	4.49	4.49	4.49	4.5	4.5	4.5	4.51	4.52	4.52
Jungtinė Karalystė	4.47	4.47	4.48	4.48	4.49	4.5	4.5	4.51	4.51	4.51	4.52
Italija	4.42	4.43	4.43	4.42	4.41	4.41	4.41	4.42	4.43	4.43	4.44
Kipras	4.37	4.37	4.36	4.34	4.31	4.31	4.32	4.35	4.37	4.39	4.4
Ispanija	4.36	4.36	4.36	4.34	4.34	4.35	4.36	4.38	4.39	4.4	4.4
Graikija	4.33	4.3	4.26	4.23	4.22	4.23	4.23	4.23	4.23	4.24	4.25
Slovėnija	4.24	4.25	4.25	4.24	4.23	4.25	4.26	4.27	4.29	4.31	4.32
Portugalija	4.22	4.23	4.22	4.21	4.21	4.21	4.22	4.23	4.25	4.26	4.27
Malta	4.19	4.22	4.22	4.23	4.25	4.27	4.3	4.3	4.34	4.35	4.36
Čekija	4.17	4.18	4.18	4.18	4.18	4.19	4.21	4.22	4.24	4.26	4.27
Slovakija	4.08	4.1	4.11	4.12	4.12	4.13	4.16	4.16	4.17	4.19	4.2
Kroatija	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.03	4.05	4.07	4.09	4.1
Estija	4.03	4.04	4.08	4.09	4.1	4.11	4.12	4.13	4.16	4.18	4.19
Vengrija	3.99	4	4.01	4.01	4.01	4.03	4.05	4.06	4.08	4.1	4.12
Lenkija	3.96	3.97	3.99	4	4	4.02	4.04	4.05	4.07	4.09	4.11
Latvija	3.94	3.93	3.95	3.99	4	4.01	4.03	4.05	4.06	4.08	4.1
Lietuva	3.94	3.96	3.99	4.01	4.03	4.05	4.07	4.08	4.11	4.13	4.15
Rumunija	3.81	3.79	3.8	3.81	3.83	3.85	3.86	3.88	3.92	3.94	3.96
Bulgarija	3.7	3.71	3.73	3.73	3.73	3.74	3.76	3.77	3.79	3.8	3.82

Sekantis analizuotas rodiklis yra energijos intensyvumo rodiklis, kuris taip pat buvo logaritmuotas. Iš lentelės 11 galima matyti, kad geriausi energijos intensyvumo rodikliai yra fiksuojami Airijoje, Danijoje, Liuksemburge, Jungtinėje Karalystėje ir Italija. Šios šalys labai efektyviai išnaudoja AEI ką ir parodo šis energijos efektyvumo rodiklis. Prasčiausios šio rodiklio reikšmės fiksuojamos Bulgarijoje, Maltoje, Estijoje, Čekijoje, Lenkijoje. Analizuojant šį rodiklį pastebima, kad geresnis rodiklis fiksuojamas geresnį BVP turinčiose šalyse (lyginant su 9 lentele).

11 lentelė. „Heatmap“ spalvos atitinkančios energijos intensyvumo rodiklio reikšmės

>2.5	[2.5;2.3)	[2.3;2.1)	[2.1;1.9)	<=1.9

12 lentelė. Log energijos intensyvumo rodiklio kitimas skirtingose šalyse laikotarpiu 2009-2019 metais

Šalis	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Airija	1.97	1.96	1.92	1.92	1.9	1.87	1.79	1.8	1.76	1.73	1.71
Danija	1.92	1.94	1.9	1.88	1.88	1.85	1.84	1.84	1.83	1.82	1.8
Liuksemburgas	2.03	2.04	2.03	2.01	1.98	1.96	1.95	1.93	1.94	1.94	1.93
Jungtinė Karalystė	2.05	2.06	2.03	2.03	2.01	1.97	1.97	1.96	1.95	1.94	1.93
Italija	2.04	2.05	2.03	2.03	2.02	1.99	2.01	2	2	1.99	1.99
Austrija	2.05	2.07	2.05	2.04	2.05	2.03	2.03	2.03	2.03	2.01	2.01
Vokietija	2.12	2.12	2.08	2.09	2.09	2.06	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02
Prancūzija	2.13	2.13	2.12	2.12	2.12	2.09	2.1	2.08	2.07	2.06	2.05
Ispanija	2.11	2.11	2.11	2.12	2.1	2.09	2.09	2.08	2.08	2.07	2.05
Švedija	2.12	2.15	2.13	2.13	2.12	2.11	2.07	2.08	2.08	2.07	2.06
Olandija	2.18	2.19	2.17	2.17	2.16	2.13	2.13	2.12	2.11	2.09	2.08
Kipras	2.21	2.18	2.17	2.16	2.14	2.16	2.15	2.16	2.15	2.14	2.11
Portugalija	2.16	2.14	2.14	2.13	2.14	2.14	2.15	2.14	2.15	2.12	2.11
Graikija	2.14	2.14	2.18	2.2	2.16	2.15	2.15	2.14	2.16	2.14	2.14
Belgija	2.26	2.27	2.23	2.21	2.22	2.19	2.19	2.21	2.21	2.2	2.19
Slovėnija	2.3	2.3	2.3	2.29	2.29	2.26	2.25	2.25	2.24	2.23	2.2
Kroatija	2.32	2.32	2.31	2.29	2.29	2.27	2.27	2.26	2.26	2.24	2.23
Suomija	2.27	2.29	2.27	2.26	2.25	2.26	2.24	2.25	2.24	2.24	2.23
Rumunija	2.43	2.45	2.45	2.43	2.37	2.35	2.34	2.32	2.32	2.3	2.27
Slovakija	2.41	2.41	2.39	2.37	2.37	2.33	2.32	2.32	2.33	2.3	2.29
Vengrija	2.42	2.43	2.41	2.39	2.37	2.35	2.36	2.35	2.35	2.33	2.31
Latvija	2.41	2.43	2.4	2.38	2.37	2.36	2.34	2.33	2.33	2.32	2.31
Lietuva	2.51	2.41	2.4	2.39	2.35	2.33	2.33	2.34	2.34	2.33	2.31
Lenkija	2.43	2.45	2.43	2.41	2.4	2.37	2.36	2.37	2.37	2.36	2.33
Čekija	2.44	2.46	2.43	2.43	2.44	2.41	2.39	2.37	2.37	2.36	2.34
Estija	2.51	2.62	2.58	2.54	2.58	2.54	2.47	2.55	2.52	2.48	2.38
Malta	2.50	2.54	2.52	2.48	2.44	2.42	2.41	2.43	2.46	2.45	2.44
Bulgarija	2.67	2.67	2.69	2.67	2.64	2.66	2.66	2.64	2.64	2.63	2.61

Analizuojant logaritmuotą energijos produktyvumo rodiklį matomas panašus scenarijus kaip ir energijos intensyvumo rodiklio. Didžiausią (geriausią) rodiklio reikšmę turi Airija, Danija, Liuksemburgas, Jungtinė Karalystė ir Italija. Tuo tarpu prasčiausia šio rodiklio reikšmė atitenka Bulgarijai, Maltai, Estijai, Čekijai, Lenkijai.

13 lentelė. „Heatmap“ spalvos atitinkančios energijos produktyvumo rodiklio reikšmės

<=0.5	(0.5;0.7]	(0.7;0.9]	(0.9;1.1]	>1.1

14 lentelė. Log energijos produktyvumo rodiklio kitimas skirtingose šalyse laikotarpiu 2009 m. – 2019 m

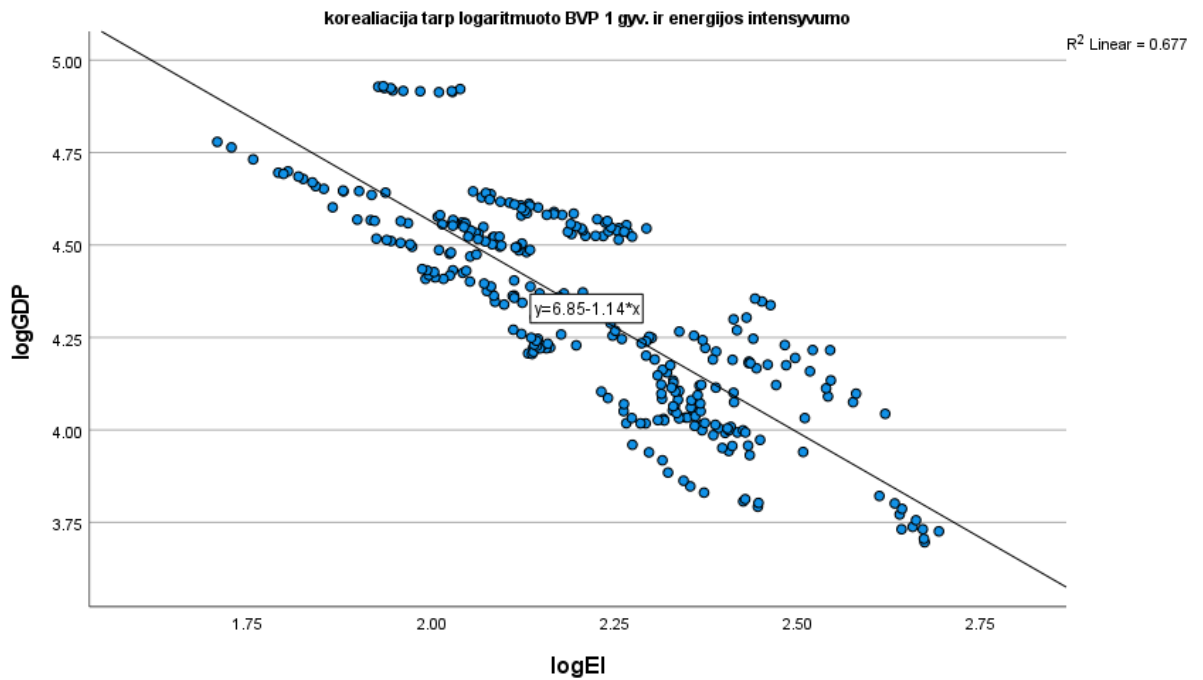
Šalis	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Airija	1.03	1.04	1.08	1.08	1.1	1.13	1.21	1.2	1.24	1.27	1.29
Danija	1.08	1.06	1.1	1.12	1.12	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18	1.2
Liuksemburgas	0.97	0.96	0.97	0.99	1.01	1.04	1.05	1.07	1.06	1.06	1.07
Jungtinė Karalystė	0.95	0.94	0.97	0.97	0.99	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07
Italija	0.96	0.95	0.97	0.97	0.98	1.01	0.99	1	1	1.01	1.01
Austrija	0.95	0.93	0.95	0.96	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.99	0.99
Vokietija	0.88	0.88	0.92	0.91	0.91	0.94	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98
Prancūzija	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.91	0.9	0.92	0.93	0.94	0.95
Ispanija	0.89	0.89	0.89	0.88	0.9	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.95
Švedija	0.88	0.85	0.87	0.87	0.88	0.89	0.93	0.92	0.92	0.93	0.94
Olandija	0.82	0.81	0.83	0.83	0.84	0.87	0.87	0.88	0.89	0.91	0.92
Kipras	0.79	0.82	0.83	0.84	0.86	0.84	0.85	0.84	0.85	0.86	0.89
Portugalija	0.84	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86	0.85	0.86	0.85	0.88	0.89
Graikija	0.86	0.86	0.82	0.8	0.84	0.85	0.85	0.86	0.84	0.86	0.86
Belgija	0.74	0.73	0.77	0.79	0.78	0.81	0.81	0.79	0.8	0.8	0.81
Slovėnija	0.7	0.7	0.7	0.71	0.71	0.74	0.75	0.75	0.76	0.77	0.8
Kroatija	0.68	0.68	0.69	0.71	0.71	0.73	0.73	0.74	0.74	0.76	0.77
Suomija	0.73	0.71	0.73	0.74	0.75	0.74	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77
Rumunija	0.57	0.55	0.55	0.57	0.63	0.65	0.66	0.68	0.68	0.7	0.73
Slovakija	0.59	0.59	0.61	0.63	0.63	0.67	0.68	0.68	0.67	0.7	0.71
Vengrija	0.58	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.64	0.65	0.65	0.67	0.69
Latvija	0.59	0.57	0.6	0.61	0.63	0.64	0.66	0.67	0.67	0.68	0.69
Lietuva	0.49	0.59	0.6	0.61	0.65	0.67	0.67	0.66	0.66	0.67	0.69
Lenkija	0.57	0.55	0.57	0.59	0.6	0.63	0.64	0.63	0.63	0.64	0.67
Čekija	0.56	0.54	0.57	0.57	0.56	0.59	0.61	0.63	0.63	0.64	0.66
Estija	0.49	0.38	0.42	0.46	0.42	0.46	0.53	0.45	0.48	0.52	0.62
Malta	0.5	0.45	0.48	0.52	0.56	0.58	0.59	0.57	0.54	0.55	0.56
Bulgarija	0.33	0.33	0.31	0.33	0.36	0.34	0.34	0.36	0.36	0.37	0.39

Taigi, gauti rezultatai parodė, kad lyginant BVP 1 gyventojui, energijos intensyvumą ir produktyvumą šalys su didesniu BVP rodikliu efektyviau išnaudoja energiją t.y. energijos rodikliai yra geresni.

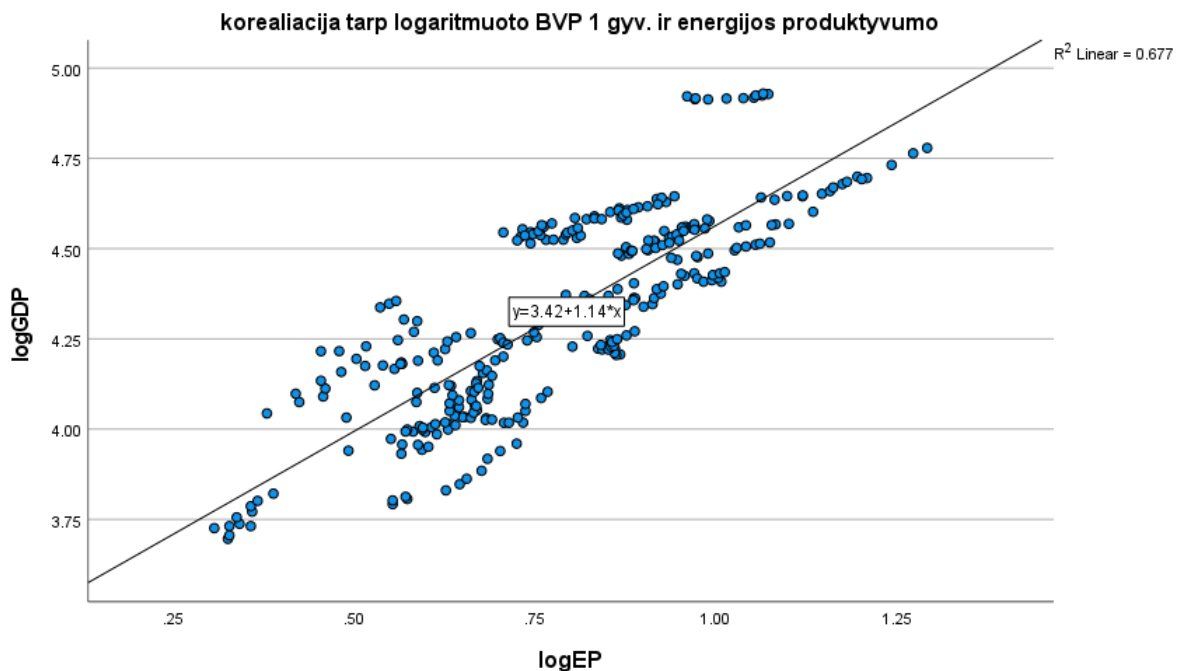
Sekančiame etape analizuojame ryšį tarp BVP 1 gyv. ir atsinaujinančių energijos išteklių apibūdinančius rodiklių. Pirmiausia apskaičiuojamas Spearman koreliacijos koeficientas, kuris įvertins nepriklausomų kintamųjų statistinį reikšmingumą. Gauti duomenys pateikiami 14 lentelėje ir 14-15 paveikslėliuose.

15 lentelė. Koreliacija tarp BVP 1 gyventojui ir analizuojamų rodiklių

	log BVP 1 gyv.
log Energijos intensyvumas	-0.818 (0.000)
log Energijos produktyvumas	0.818 (0.000)



14 pav. logaritmuoto BVP 1 gyv. ir logaritmuoto energijos intensyvumo koreliacijos grafikas



15 pav. Logaritmuoto BVP 1 gyv. ir logaritmuoto energijos produktyvumo koreliacijos grafikas

Iš 14 lentelės ir 14-15 paveikslėlių galime matyti, kad abu rodikliai turi tokio pat stiprumo ryšį su BVP 1 gyventojui (67,7 % duomenų yra išsidėstę aplink vidurkį), tik energijos intensyvumas turi neigiamą koreliaciją, o energijos produktyvumas teigiamą koreliaciją, t. y. energijos intensyvumo mažėjimas įtakoja BVP 1 gyventojui augimą, kai tuo tarpu energijos produktyvumo didėjimas lemia BVP 1 gyventojui augimą. Abu rodikliai yra statistiškai reikšmingi, nes ($p < 0,05$). Norint palyginti, kaip skirtingai veikia šie du rodikliai skirtingų šalių BVP, apskaičiuojama koreliacija kiekvienai anksčiau tirtai grupei, t. y. I grupei – Liuksemburgas, Danija, Švedija, Airija ir Olandija. II grupei –

Bulgarija, Rumunija, Latvija, Lenkija, Kroatija. Taigi sudaromos koreliacijos tik šioms šalims žr. lentelė 15.

16 lentelė. Koreliacija tarp BVP 1 gyventojui ir energijos efektyvumo bei produktyvumo

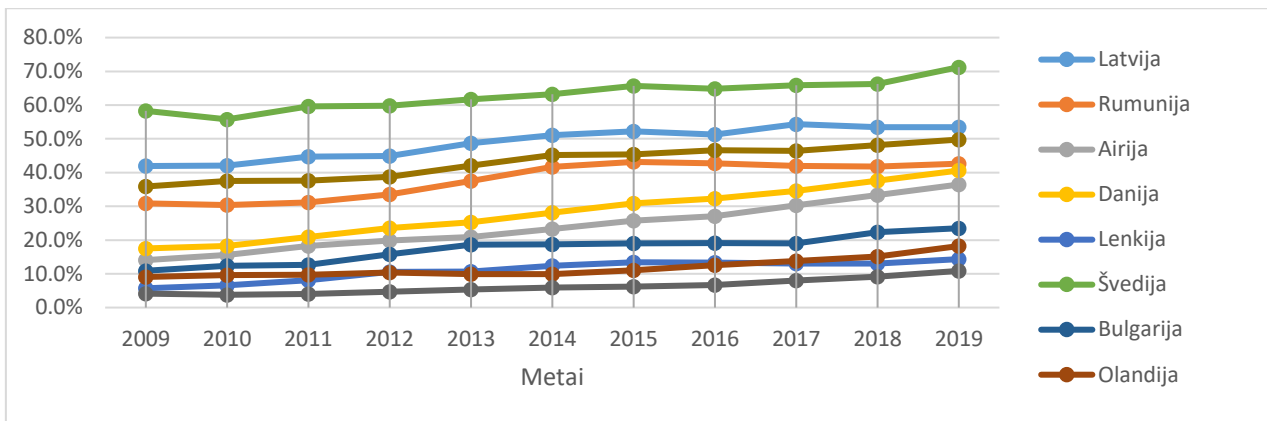
Šalis	LogEI	LogEP
Latvija	-0.998	0.998
Rumunija	-0.995	0.995
Airija	-0.989	0.989
Danija	-0.972	0.972
Lenkija	-0.924	0.924
Švedija	-0.852	0.852
Bulgarija	-0.838	0.838
Olandija	-0.821	0.821
Liuksemburgas	-0.696	0.696
Kroatija	-0.657	0.657

Gauti rezultatai yra labai skirtingi, didžiausia koreliacija tarp BVP ir energijos rodiklių fiksuojama Latvijoje, Rumunijoje, kai tuo tarpu mažiausia koreliacija fiksuojama Kroatijoje, Liuksemburge. Visi gauti duomenys yra statistiškai reikšmingi.

Taigi apibendrinant galima teigti, kad energijos produktyvumo, bei energijos intensyvumo rodikliai turi didelę įtaką BVP 1 gyventojų kitimo dinamikai, kadangi tarp jų egzistuoja stiprus ryšys. Jeigu lygintume ryšį atskirai tarp šalių, tai galima būtų teigti, kad visų šalių koreliacija tarp analizuojamų rodiklių yra bent vidutiniškai stipri.

3.3. Atsinaujinančios energijos išteklių įtaka energijos intensyvumo ir produktyvumo rodiklių kitimui

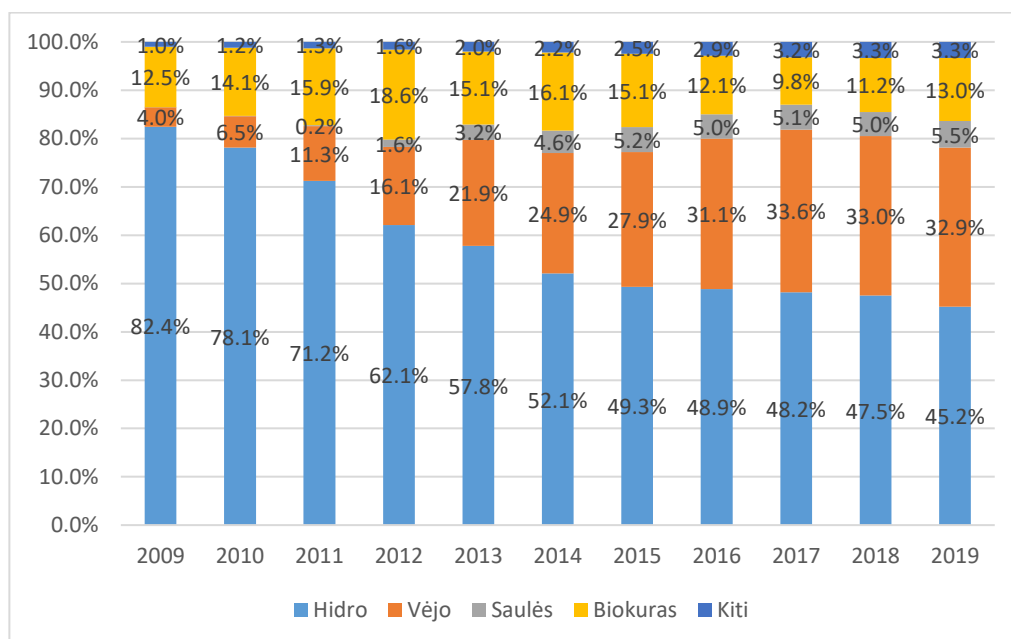
Praeitame tyrimo etape buvo išsiaiškinta, kad tarp BVP bei energetikos rodiklių egzistuoja stiprus ryšys. Todėl šioje tyrimo dalyje bus analizuojamas netiesioginis atsinaujinančių energijos išteklių poveikis BVP 1 gyventojui per energetikos rodiklius, kurie buvo aptarti praeituose skyreliuose. Pirmiausia norint atlikti šią analizę yra reikalingi pradiniai atsinaujinančių energijos šaltinių duomenys, kurie parodys kiekvieno atsinaujinančio energijos išteklių generuojamą energiją pagal tipą. Duomenys renkami ir naudojami tik prieš tai sudarytomis I ir II grupėms priskirtoms ES šalims.



16 pav. AEI dalis bendroje energijos gamyboje pagal šalis, %.

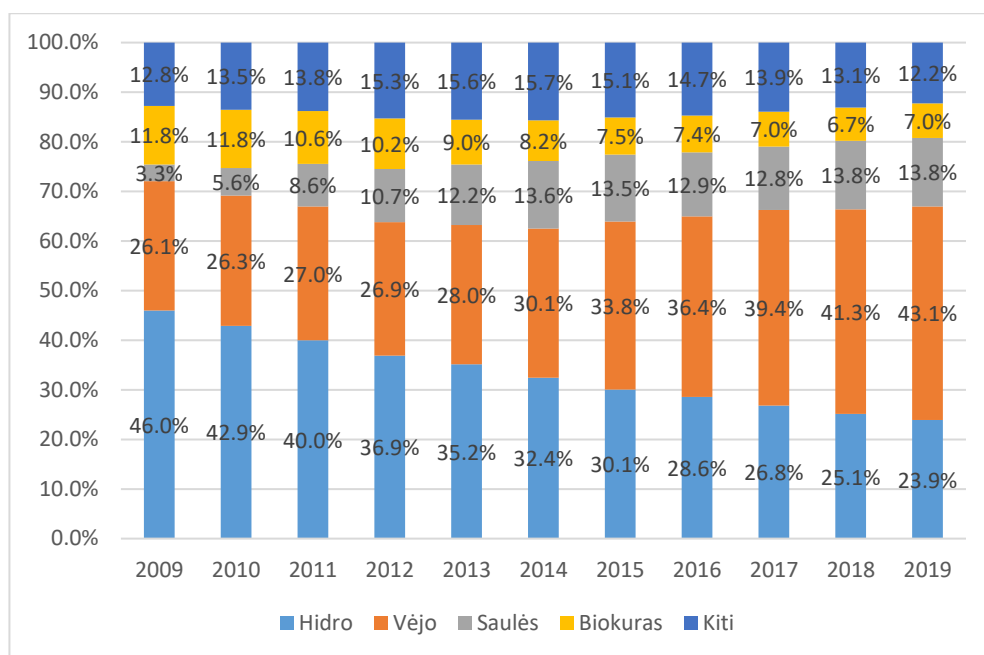
Šaltinis: Eurostat

Duomenys pateikiami priede Nr. 3. Remiantis 3 priedu sudarytas paveikslėlis 16, iš kurio galima matyti, kad didžiausia dalis atsinaujinančios energijos visu analizuojamu laikotarpiu yra pagaminama Švedijoje - 58,3% (2009 m.) AEI dalis bendroje energijos gamyboje išaugo iki 71,2 % (2019 m.). Tuo tarpu mažiausiai energijos iš AEI pagaminama Liuksemburge 2009 metais siekė 4,1 % viso pagaminamo kiekio, o 2019 metais siekė 10,9 % viso pagaminamo kiekio. Sekančiame etape apskaičiuojama kiekvieno atsinaujinančio energijos išteklių dalis procentine išraiška I-II grupėms žr. pav. 17-18.



17 pav. II grupės šalių atsinaujinančių energijos išteklių dalis nuo bendros AEI sumos pagal rūšį 2009-2019 metais, %

Šaltinis: Eurostat



18 pav. I grupės šalių atsinaujinančių energijos išteklių dalis nuo bendros AEI sumos pagal rūšį 2009-2019 metais, %

Šaltinis: Eurostat

17 paveikslėlyje galima matyti, kad II grupės (Latvijos, Lenkijos, Rumunijos, Bulgarijos, Kroatijos) didžiausią dalį per visą 2009-2019 metų laikotarpį AEI generuojamos energijos sudarė hidroenergija, tačiau yra pastebimas vėjo energijos generacijos didėjimas. Generuojamos energijos iš saulės jėgainių dalis taip pat augo per analizuojamą laikotarpį, o tuo tarpu biokuro dalis mažėjo, dėl efektyvesnių atsinaujinančių energijos išteklių – vėjo, saulės. Tuo tarpu I grupės (Liuksemburgo, Danijos, Švedijos, Airijos, Olandijos) didžiausia dalis visos generuojamos energijos iš atsinaujinančių išteklių 2019 metais yra išgaunama iš vėjo jėgainių žr. pav. 18. I grupės šalyse 2009 metais didžiausią dalį sudarė hidroenergija, tačiau jau 2015 metais vėjo energija (33,8 %) aplenkė hidroenergiją (30,1%) ir iki 2019 metų vėjo energijos dalis toliau didėjo, 2019 metais pasiekė 45,2 %. Biokuro dalis generuojamos energijos iš AEI per šį laikotarpį mažėjo. Taigi, palyginus I ir II grupės atsinaujinančių energijos išteklių pasiskirstymą per 2009 – 2019 metus, galima teigti, kad didesnę BVP turinčiose šalyse (I grupė) efektyvesni atsinaujinantys energijos ištekliai sudarė didesnę dalį bendros atsinaujinančių energijos išteklių generuojamos energijos.

Sekančioje šio tyrimo dalyje analizuojamas ryšys tarp kiekvieno iš atsinaujinančios energijos išteklių dalies bendrame atsinaujinančios energijos išteklių generuojamoje energijoje ir energetikos rodiklių – energijos produktyvumo bei energijos intensyvumo (žr. lentelės 16-17).

17 lentelė. II grupės šalių koreliacija tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių

II grupė	Vėjo	Hidro	Saulės	Biokuro	Kiti AEI
Energijos intensyvumas	0.973	-0.936	-0.891	0.518	-0.973
Energijos produktyvumas	-0.973	0.936	0.891	-0.518	0.973

Iš 16 lentelės galima pastebėti, kad didžiausios koreliacijos egzistuoja tarp energetikos rodiklių ir vėjo, hidro ir kitų atsinaujinančių energijos išteklių. Didžiausios koreliacijos egzistuoja su vėjo energija bei kitais AEI. Gauti duomenys parodė, kad visi atsinaujinantys energijos ištekliai yra susiję su energetikos rodikliais (išskyrus biokurą, nes jis yra statistiškai nereikšmingas p reikšmė = 0.102 >

0,05). Iš lentelės taip pat galima matyti, kad energijos intensyvumo ir energijos produktyvumo rodiklių teigiamą ryšio kryptį įtakoja hidroenergija, saulės energija bei kiti AEI, kai tuo tarpu vėjo energija šių rodiklių kryptį veikia neigiamai. Mažesnę BVP turinčiose šalyse teigiamą poveikį turi mažiau efektyvūs AEI.

18 lentelė. I grupės šalių koreliacija tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių

I grupė	Vėjo	Hidro	Saulės	Biokuro	Kiti AEI
Energijos intensyvumas	-0.982	0.991	-0.9	0.982	0.127
Energijos produktyvumas	0.973	-0.982	0.909	-0.973	-0.118

Tuo tarpu I grupės šalims, t. y. toms šalims, kurios turi didesnę BVP, teigiamą poveikį rodikliams daro vėjo energijos bei saulės energijos panaudojimas, kai tuo tarpu biokuro ir hidroenergijos panaudojimas daro neigiamą įtaką. Visi atsinaujinantys energijos ištekliai yra susiję su energetikos rodikliais (išskyrus kiti AEI, kurios koreliacijos koeficientas yra labai žemas ir tuo pačiu statistiškai nereikšmingas p reikšmė = 0.729 > 0.05).

Taigi, ištyrus ryšį tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių, pastebėta, kad didesnę BVP turinčiose šalyse teigiamą rodiklių kryptį įtakoja saulės ir vėjo energijos panaudojimas, kai tuo tarpu mažesnę BVP 1 gyv. turinčiose šalyse neigiamą rodiklių kitimą lemia hidroenergijos, saulės energija bei kitų AEI panaudojimas.

Taigi buvo pastebėta, kad ryšys tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių egzistuoja, todėl sekančiame tyrimo etape bus analizuojamas ryšys tarp BVP, tenkanti vienam gyventojui ir atsinaujinančių energijos išteklių dalis bendrame AEI, bei tiriamas jų poveikis BVP kitimo dinamikai.

Pirmiausia duomenys logaritmuojami, kad būtų panaikinta sklaida. Toliau įvertinamas ryšys tarp atsinaujinančių energijos išteklių ir BVP I ir II grupės šalims. Gauti rezultatai pateikiami lentelėse 18-19.

19 lentelė. I grupės šalių koreliacija tarp BVP ir atsinaujinančių energijos išteklių (Spearman koreliacija)

I grupė	logBVP 1 gyv.
logVėjo	0.982 <(0.001)
logHidro	-0.955 <(0.001)
logSaulės	0.864 <(0.001)
logBiokuro	-0.945 (0.001)
logkiti	-0.236 (0.484)

I grupės šalių gauti rezultatai parodė, kad visi atsinaujinantys energijos ištekliai yra statistiškai reikšmingi (p reikšmės > 0,05 išskyrus kitus AEI) ir yra tiesiogiai susiję su BVP. Vėjo ir saulės atsinaujinantys energijos ištekliai veikia teigiamai BVP, o tuo tarpu hidroenergijos, biokuro ir kitų AEI didėjimas veikia BVP neigiamai. Stipriausias ryšys egzistuoja tarp BVP ir vėjo energijos, silpniausias tarp BVP ir kitų AEI.

20 lentelė. II grupės šalių koreliacija tarp BVP ir atsinaujinančių energijos išteklių (Spearman koreliacija)

II grupė	logBVP 1 gyv.
logVėjo	0.995 <(0.001)
logHidro	-0.991 <(0.001)
logSaulės	0.909 <(0.001)

logBiokuro	-0.473 (0.142)
logkiti	0.991 <(0.001)

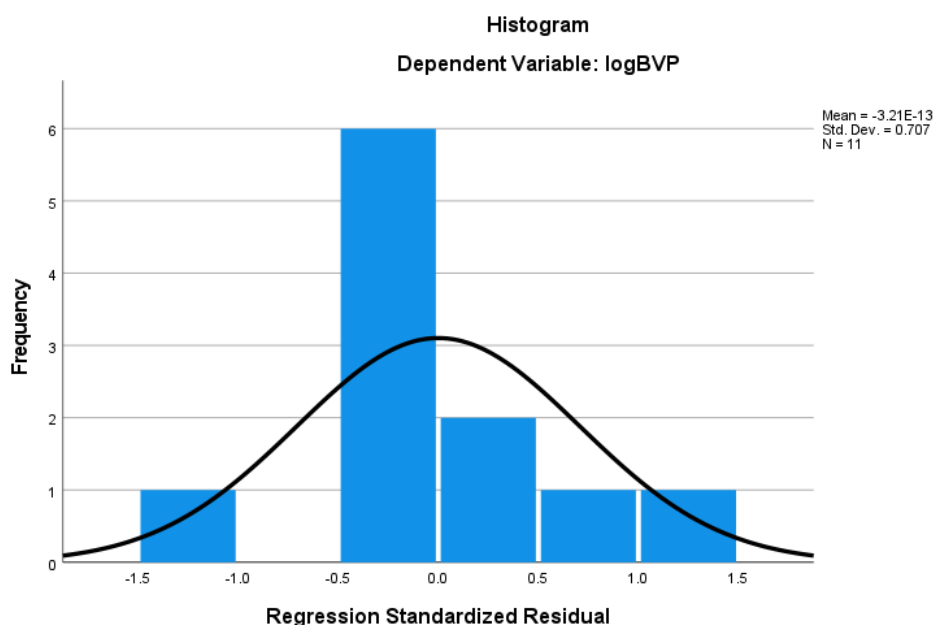
II grupės šalių gauti rezultatai parodė, kad visi atsinaujinantys energijos ištekliai yra statistiškai reikšmingi (p reikšmės $> 0,05$ išskyrus biokurą) ir yra tiesiogiai susiję su BVP. Vėjo, saulės ir kiti atsinaujinantys energijos ištekliai veikia teigiamai BVP, o tuo tarpu hidroenergijos ir biokuro didėjimas veikia BVP neigiamai. Stipriausias ryšys egzistuoja tarp BVP ir vėjo energijos, silpniausias tarp BVP ir biokuro.

Norint įvertinti kokį poveikį BVP pasikeitimų dinamikai turi atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo didėjimas ir tam tikrų išteklių visų atsinaujinančių energijos išteklių dalies pasikeitimai – sudaromas daugialypis tiesinis regresijos modelis. Pirmiausia šis modelis sudaromas I grupės šalims. Iš 20 lentelės galima pastebėti, kad tik vienas atsinaujinantis energijos išteklius yra statistiškai reikšmingas $p < 0,05$. Tai reiškia, kad likusieji į modelį įtraukti rodikliai yra statistiškai nereikšmingi. Analizuojat BVP rodikliui poveikio kryptį, matome jog vėjo energija ($b = 0.504$, $p = 0.009$), hidroenergija ($b = 0.164$), saulės energija ($b = 0,046$) ir biokuras ($b = 0.091$) turi teigiamą poveikį BVP augimui, o kiti AEI turi neigiamą poveikį BVP kitimui ($b = -0,031$).

21 lentelė. I šalių grupės tiesinės regresijos rezultatai

I grupė	B	T	p- reikšmė
konstanta	4,302	10.258	<0.001
logVėjo	0.504	4.096	0.009
logHidro	0.164	1.328	0.242
logSaulės	0.046	2.044	0.096
logBiokuras	0.091	1.33	0.241
logKiti	-0.031	-0.415	0.695

Norint patikrinti ar yra tenkinama modelio normalumo hipotezė, sudaroma modelio histograma, kuri leis įvertinti ar modelio paklaidos pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį (žr. pav. 19). Iš grafiko galima matyti, kad skirstinys nukrypsta nuo teorinės normaliojo skirstinio kreivės.



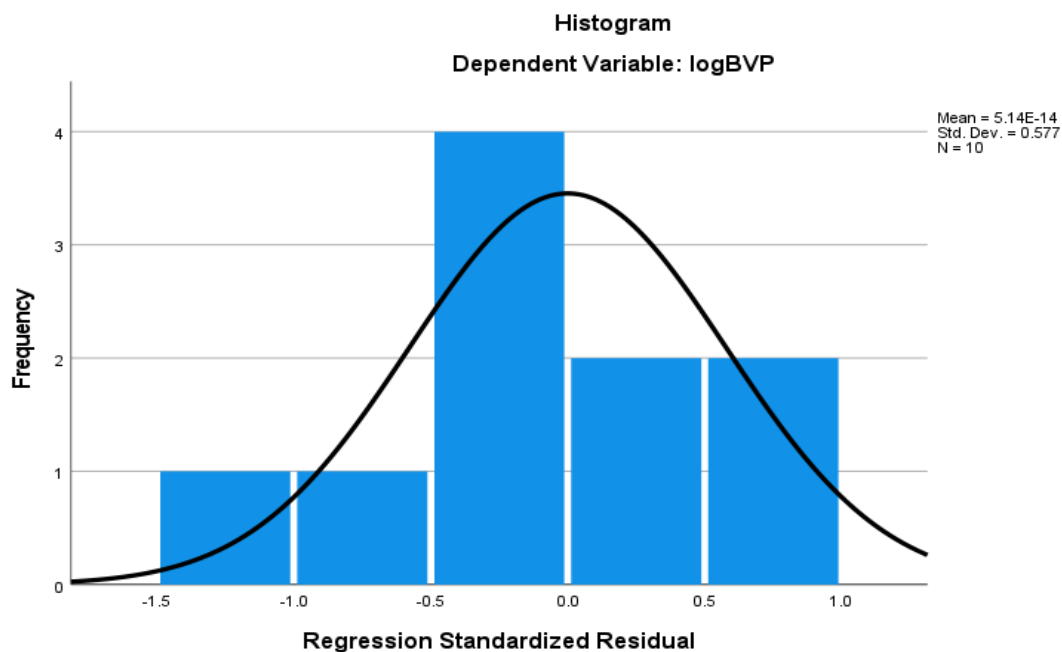
19 pav. Standartizuota tiesinės regresijos histograma

Sekančiame tyrimo etape sudaromas ADL modelis, skirtas įvertinti ilgalaikio BVP augimo įtaką šalies ekonomikai, nes buvo įtrauktas 1 metų vėlavimą turintis BVP poveikis. Iš žemiau pateikiamos 21 lentelės galima matyti, kad tik vėjo energija ($b = 0.455$, $p < 0.05$) daro statistiškai reikšmingą poveikį BVP rodikliui. Visi kiti rodikliai yra statistiškai nereikšmingi. Tuo tarpu ilgalaikis BVP augimas turi teigiamą ir statistiškai nereikšmingą poveikį šalies BVP esamuju laiku.

22 lentelė. ADL regresijos rezultatai esant 1 metų vėlavimui

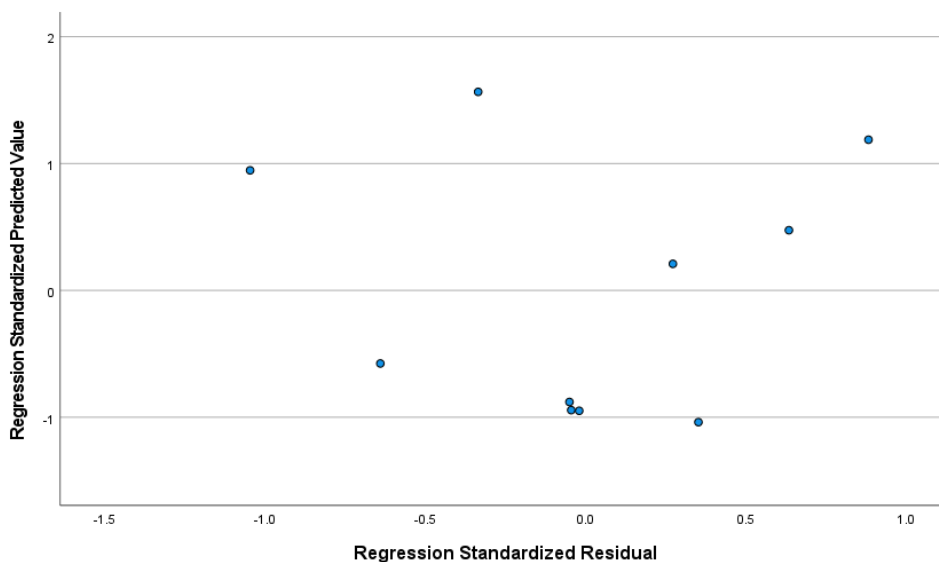
I grupė	B	T	p-reikšmė
konstanta	4.464	10.195	0.002
logVėjo	0.455	3.665	0.035
logHidro	0.71	0.685	0.542
logSaulės	0.042	1.31	0.282
logBiokuras	0.147	1.699	0.188
logKiti	-0.028	-0.514	0.643
logBVP 1 gyv. (t-1)	0.337	2.213	0.114

Kaip ir prieš tai sudaroma histograma, norint įvertinti ar tenkinama normalumo hipotezė. Iš pateikto 20 paveikslėlio, galima matyti, jog rezultatai pagerėjo ir yra išvelgiama normalumo hipotezė, nes faktinis normalumo skirstinys minimaliai skiriasi nuo teorinio skirstinio. Tai rodo, kad paklaidos pasiskirsčiusios normaliai ir ADL modelis yra tinkamas.



20 pav. ADL standartizuota tiesinės regresijos histograma

Toliau tiriamas modelio homoskedastiškumas, kuris parodo ar gautas modelis yra tinkamas. Tinkamo modelio paklaidos neturi didėti nuo BVP kitimo. Tikrinant homoskedatiškumą, pirmiausiai modelio paklaidos yra pavaizduojamos taškinės sklaidos diagramoje. Priimtinas paklaidų intervalas yra $[-1,5;1,5]$, jeigu į šį intervalą standartizuotos paklaidos nepatenka vadinasi yra išskirčių. Sudaromas paklaidų taškinis grafikas žr. pav. 21. Išskirčių nėra, todėl ADL modelis I šalių grupei yra priimtinas.



21 pav. ADL modelio standartizuotų paklaidų grafikas

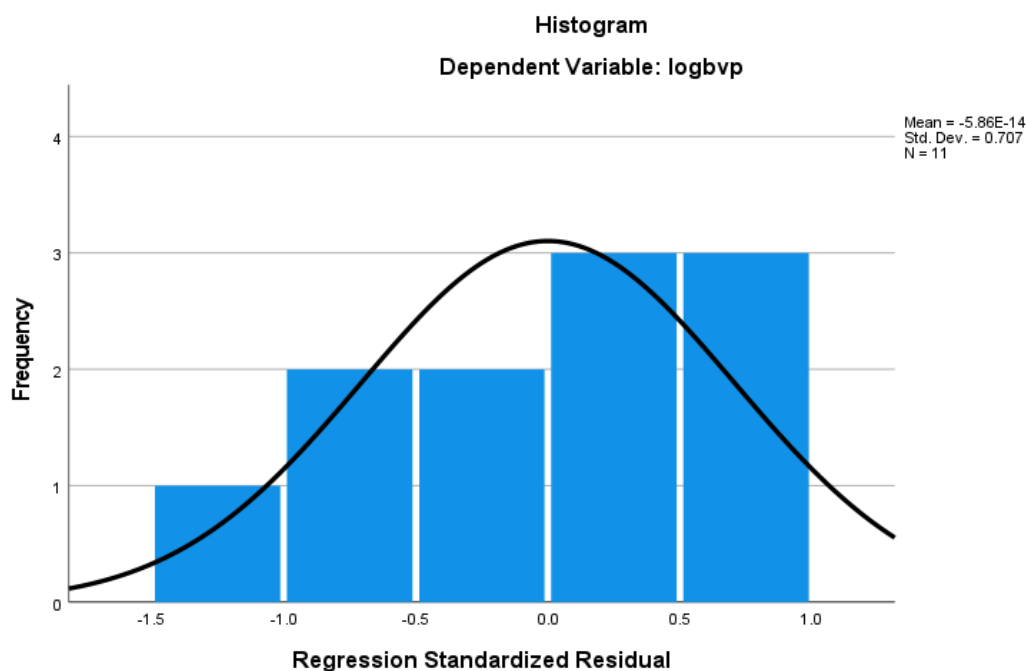
Toliau tyrime yra vertinama II ES šalių grupė (Latvija, Lenkija, Rumunija, Kroatija, Bulgarija) ir kokį poveikį BVP daro tam tikrų atsinaujinančių energijos išteklių didėjimas. Kaip ir prieš tai, pirmiausia yra sudaromas daugialypis tiesinės regresijos modelis (žr. lentelė 21). Iš gautų duomenų, matome, kad vėjo energija ($b = -0,061$, $p > 0,05$) ir saulės energija ($b = -0,046$, $p > 0,05$) daro neigiamą

įtaką BVP augimui, tuo tarpu visi kiti rodikliai daro teigiamą. Iš visų rodiklių tik kiti AEI yra statistiškai reikšmingi ($b = 0.795$, $p = 0.037$).

23 lentelė. II šalių grupės tiesinės regresijos rezultatai

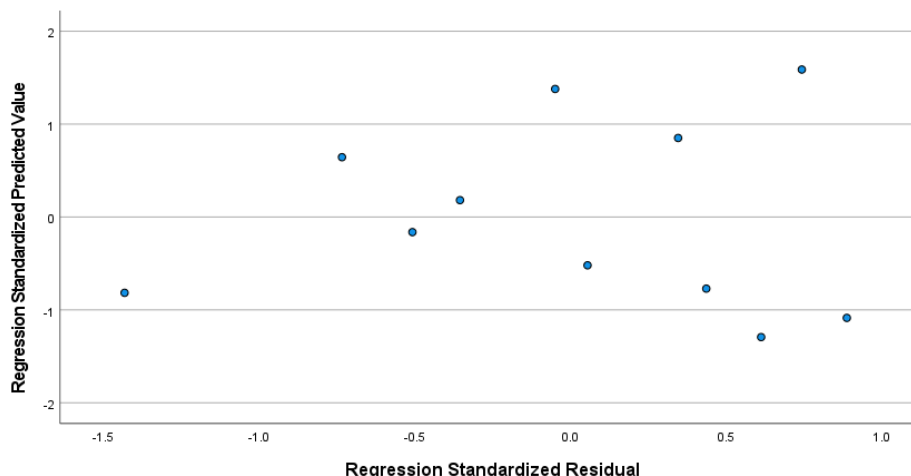
II grupė	B	T	p-reikšmė
konstanta	3.47	4.237	0.08
logVėjo	-0.061	-0.333	0.753
logHidro	0.408	0.965	0.379
logSaulės	-0.046	-0.987	0.369
logBiokuras	0.258	2.192	0.8
logKiti	0.795	2.821	0.037

Norint patikrinti ar yra tenkinama modelio normalumo hipotezė, sudaroma modelio histograma, kuri leis įvertinti ar modelio paklaidos pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį (žr. pav. 22). Iš grafiko galima matyti, kad skirstinys beveik nenukrypsta nuo teorinės normaliojo skirstinio kreivės. Tai reiškia, kad modelis yra teisingas ir nėra tikslo daryti ADL modelio.



22 pav. Standartizuota tiesinės regresijos histograma

Toliau tiriamas homoskedastiškumas, kaip ir prieš tai tirtoje I šalių grupėje, priimtinas paklaidų intervalas yra $[-1,5; 1,5]$, jeigu į šį intervalą standartizuotos paklaidos nepatenka vadinasi yra išskirčių (žr. pav. 23). Duomenys patenka į intervalą, todėl galima teigti, kad išskirčių nėra.



23 pav. Tiesinio regresinio modelio standartizuotų paklaidų grafikas

Atlikus I grupės ADL modelį, gauti rezultatai parodė, kad efektyvesnių atsinaujinančių energijos išteklių (vėjo, saulės) panaudojimo didėjimas įtakoja aukštą BVP turinčių šalių BVP augimą, o tuo tarpu žemesnį BVP turinčių šalių BVP augimą labiau įtakoja hidroenergija. Vertinant ES šalių BVP, energetikos rodiklius bei efektyvesnių atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą nustatyta, kad labiausiai iš ekonominės ir energetinės pusės labiau išsivysčiusios yra šios šalys : Liuksemburgas, Danija, Švedija, Airija, Olandija, o žemiausio lygio yra Latvija, Bulgarija, Rumunija, Kroatija ir Lenkija. Analizuojant ryšį tarp BVP ir energetikos rodiklių, buvo pastebėta, kad energijos intensyvumas turi neigiamą ryšį, tai reiškia jeigu rodiklis didėja, BVP mažėja, o energijos produktyvumas turi teigiamą tiesioginį ryšį. Augantis rodiklis parodo, jog šalyje BVP lygis taip pat gerėja. Tiriama ryšį tarp energetikos rodiklių ir atsinaujinančių energijos išteklių dalies visoje atsinaujinančių energijos išteklių generacijoje, visi ištekliai turi stiprų ryšį, išskyrus biokurą, aukštą BVP turinčiose šalyse, o žemą BVP turinčiose šalyse silpną ryšį su BVP, tenkančiu vienam gyventojui turi kiti atsinaujinantys energijos ištekliai (rodiklis kiti AEI).

Tyrimo gauti rezultatai parodė, kad BVP koreliuoja su vėjo, hidro, saulės bei biokuro ištekliais aukštą BVP turinčiose šalyse – Airijoje, Olandijoje, Liuksemburge, Švedijoje ir Danijoje ir taip pat koreliuoja su vėjo, saulės, hidro bei kitais AEI žemesnį BVP turinčiose ES šalyse.

Iškelta hipotezė, kad atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas turi įtakos ES šalių BVP buvo dalinai patvirtinta, kadangi tik vėjo išteklius turi statistiškai reikšmingą poveikį BVP. Didžiausią poveikį BVP pokyčiams turi vėjo, saulės bei hidroenergijos panaudojimo didėjimas.

Išnagrinėjus atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą praeityje ir numatytą panaudojimą ateityje, remiantis įvairiais Europos Sąjungos numatytais AEI vystymo projektais dėl taršos mažinimo, tikėtina, kad ir toliau atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas Europos Sąjungos šalyse didės ir tuo pačiu prisidės prie BVP augimo.

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę buvo išsiaiškinta, kad atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas tiek ES, tiek Lietuvoje sparčiai auga ir tuo pačiu didėja jų panaudojimas energetikos sektoriuje. Svarbiausi ekonominiai rodikliai literatūroje įvardijami: BVP, infliacija, nedarbas. Svarbiausi rodikliai, kurie sieja atsinaujinančius energijos išteklius ir ekonomiką – BVP tenkantis vienam gyventojui, elektros energijos suvartojimas, energijos intensyvumas, energijos produktyvumas.
2. Įvertinus mokslininkų tyrimuose rengiamus ekonometrinius modelius, nuspręsta, kad bus rengiamas ADL (autoregresinis dinaminis modelis). Pagrindiniai rodikliai, kurie yra naudojami moksliniuose tyrimuose, nagrinėjant AEI įtaką šalies ekonomikai, išskirti šie: BVP, energijos intensyvumas, energijos produktyvumas. Šis modelis padės įvertinti atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo įtaką BVP lyginant su praėjusiais metais buvusiu BVP lygiu.
3. Parengta tyrimo metodika, kurioje nustatytas analizuojamas laikotarpis 2009 – 2019 metai, 28 ES šalys. Numatyta apskaičiuoti rodiklių aprašomąsias statistikas: vidurkį, standartinį nuokrypį, minimalias ir maksimalias rodiklių reikšmes. Tyrimui išskirti 4 etapai:
 - 1 etapas - apskaičiuojamos rodiklių aprašomosios statistikos;
 - 2 etapas - analizuojamas ryšys tarp BVP, tenkančio 1 gyventojui bei energijos produktyvumo ir intensyvumo;
 - 3 etapas – analizuojamas ryšys tarp AEI ir energijos produktyvumo bei energijos intensyvumo;
 - 4 etapas – gautų rezultatų apžvalga;
4. Atlikus tyrimą, buvo nustatyta, kad energijos efektyvumas ir energijos produktyvumas yra vieni svarbiausių rodiklių, kurie apibūdina kaip efektyviai ir naudingai yra išnaudojama energija šalyje. Analizuojant ryšį, buvo pastebėta, kad šie du rodikliai yra tiesiogiai susiję su BVP augimu ir tarp jų egzistuoja stiprus koreliacijos koeficientas. Palyginus rodiklius tarp Europos Sąjungos šalių, geriausi rezultatai fiksuojami Liuksemburge, Olandijoje, Airijoje, Danijoje ir Švedijoje. Prasčiausi rodikliai fiksuojami Latvijoje, Rumunijoje, Bulgarijoje, Lenkijoje ir Kroatijoje.
5. Įvertinus gautus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad ryšys tarp BVP 1 gyventojui ir atsinaujinančių energijos išteklių egzistuoja. Tai apibūdina jų koreliacijos koeficientas, kuris tiek 2 grupės šalims, tiek 1 grupės šalims yra labai didelis. 1 ir 2 grupės šalyse stipriausias teigiamas ryšys fiksuojamas tarp BVP tenkančio vienam gyventojui ir vėjo energijos koreliacijos koeficientas siekia 0,982 (1 grupė) ir 0,995 (2 grupė). Stipriausias neigiamas poveikis fiksuojamas su hidroenergija, koreliacijos koeficientas siekia -0,955 (1 grupė) ir -0,991 (2 grupė) Taigi, galima teigti, kad ryšys tarp AEI ir BVP egzistuoja.

Literatūros sąrašas

1. Adewuyi A. O., Awodumi O. B., (2017) Renewable and non-renewable energy-growth-emissions linkages: Review of emerging trends with policy implications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 69, 275-291. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116309339>
2. Alanne K. ir Saari A., (2006) Distributed energy generation and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: Vol. 10, 539-558. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032105000043>
3. Al-mulali U., Fereidouni G. H., Lee Ym J., Che Sab B. N. C. (2013) Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 22, 209-222. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113000932>
4. Alp E. A., (2016) Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy* ISSN: 2146-4553. 753-759. Prieiga per internetą: <https://www.proquest.com/openview/4eeb8765d252df72d9e5dee9fa6f3f02/1?pq-origsite=gscholar&cbl=816340>
5. Alper A., Oguz O. (2016) The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: Vol. 60, 953-959. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116001787>
6. Ang J. B., (2008) Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling* 30, 271-278. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161893807000580>
7. Apergis N., Payne E. James (2012) Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy Economics*: Vol. 34, 733-738. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988311000909>
8. Apergis, N. (2011). The renewable energy consumption-growth nexus in Central America. *Applied Energy*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261910002825>
9. Asantewaa Owusu P., Asumadu-Sarkodie S., (2016) A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. Prieiga per internetą: : <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>
10. Awan A. G. (2013) Relationship between environment and sustainable economic development: a theoretical approach to environmental problems. *International Journal of Asian Social Science* 741-761. Prieiga per internetą: <http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/soc/1/ijass%20741-761.pdf>
11. Bhattacharya M., Paramati R. S., Ozturk I., Bhattacharya S. (2016) The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*: Vol. 162, 733-741. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915013318>
12. Bianchini S., Llerena P., Martino R., (2019) The impact of R&D subsidies under different institutional frameworks. *Structural Change and Economic Dynamics*: Vol, 50, 65-78. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X18302066>

13. Bužinskienė R. (2015) *Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo vertinimas ŽEMĖS ŪKIO MOKSLAI*. 2018. T. 25. Nr. 1. P. 43–62.
14. Bužinskienė R. (2019) Impact of the Renewable energy development in Lithuania's energy economy. *European journal of sustainable development* 2019, 8, 4, 75-89. Prieiga per internetą: <https://ecsdev.org/ojs/index.php/ejsd/issue/view/36>
15. Bowden, N., Payne, J.E., 2009. The causal relationship between U.S. energy consumption and real output: A disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling* 31, 180–188. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161893808000720>
16. Bozkurt, C., Destek, M. (2015). Renewable energy and sustainable development nexus in selected OECD countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol 5(2). Prieiga per internetą: <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/1159>
17. Chiou-Wei S. Z., Chen C.-F., Zhu Z., (2008) Economic growth and energy consumption revisited - Evidence from linear and nonlinear Granger causality. *Energy Economics* 30, 3063–3076. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988308000406>
18. Choi Y. J., Sohn Y. S., Lee Ha J., (2009) Impact analysis for national R&D funding in science and technology using quantification method II. *Research Policy*: Vol. 38, 1534-1544. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733309001711>
19. Ciarreta, A.A., Zárraga, A.A., 2007. Electricity consumption and economic growth: evidence from Spain (BILTOKI No. 2007-01). Prieiga per internetą: <https://addi.ehu.es/handle/10810/5629>
20. Davulis G. *Ekonomikos teorija*. - Vilnius: LTU, 2003; Prieiga per internetą: <https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/16755/9789955192589.pdf?sequence=1>
21. Elektros perdavimo sistemos operatorius „Litgrid“. Prieiga per internetą: <https://www.litgrid.eu/>
22. Ellabban O., Abu-Rub H. Ir Blaabjerg F. (2014) Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: Vol. 39, 748-764. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114005656>
23. Erdal G., Erdal H., Esengün K. (2008) The causality between energy consumption and economic growth in Turkey. *Energy Policy* Vol. 36, No. 10, 3838-3842. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508003583>
24. Europos Komisija (2014). Prieiga internetu: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/brochures/2014/the-eu-explained-regional-policy-making-europes-regions-and-cities-more-competitive-fostering-growth-and-creating-jobs
25. Europos Parlamento ir tarybos direktyva (ES) 2018/2001 Prieiga per internetą https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.LIT&toc=OJ:L:2018:328:TOC
26. Europos sąjungos mokslo centras (2019a). Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/jrc/en/science-areas>
27. Europos sąjungos mokslo centras (2019b). Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/jrc/en/science-area/energy-and-transport>
28. Europos Tarybos Reglamentas Dėl bendrųjų nacionalinių pajamų rinkos kainomis suderinimo (BNP reglamentas) (EB) 1287/2003). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A52006DC0199>

29. Eurostat (2021) Inflation in the euro area. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Inflation in the euro area](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Inflation%20in%20the%20euro%20area)
30. Eurostat (2019) *Renewable energy statistics*. Prieiga per internetą [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable energy statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable%20energy%20statistics)
31. Eurostat (2020) Real GDP per capital. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table?lang=en
32. Ezzi F., Jarboui A., (2016) Does innovation strategy affect financial, social and environmental performance? *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*: Vol. 21, 14-24. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2077188616300014>
33. Ewing, B.T., Sari, R., Soytaş, U., 2007. Disaggregate energy consumption and industrial output in the United States. *Energy Policy* 35, 1274–1281. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/223743327 Disaggregate energy consumption and industrial output in the United States](https://www.researchgate.net/publication/223743327_Disaggregate_energy_consumption_and_industrial_output_in_the_United_States)
34. Faaij A. P. C., (2006) Bio-energy in Europe: changing technology choices. Prieiga per internetą <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421504002435>
35. Fisher B., Turner K., Morling P., (2009) Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*: Vol. 68, 643-653. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
36. Foley A., Smyth M. B., Pukšec T., Markovksa N., Duic N. (2017) A review of developments in technologies and research that have had a direct measurable impact on sustainability considering the Paris agreement on climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: Vol. 68, part 2, 835-839. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211630987X>
37. Frank G. A., Gerstlberger W., Paslauskis A. C., Lerman V. L., Ayala F. N., (2018) The contribution of innovation policy criteria to the development of local renewable energy systems. *Energy Policy*: Vol. 115, 353-365. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518300478>
38. Fritsche R. Uwe, Berndes G., Cowie L. A., Johnson X. F., (2017) Energy and Land Use – Global Land Outlook Working Paper. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24905.44648>
39. Global solar atlas. Prieiga per internetą: <https://globalsolaratlas.info/map>
40. Gomez A., Zubizarreta J., Dopazo C., Fueyo N., (2011) Spanish energy roadmap to 2020: Socioeconomic implications of renewable targets. *Energy*: Vol. 36, 1973-1985. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544210001106>
41. Gozgor G. (2018) A new approach to the renewable energy-growth nexus: evidence from the USA. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/324129917 A new approach to the renewable energy-growth nexus evidence from the USA](https://www.researchgate.net/publication/324129917_A_new_approach_to_the_renewable_energy-growth_nexus_evidence_from_the_USA)
42. Gozgor G., C. K. M. Lau, Z. Lu (2018) Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries. *Energy*: Vol. 153, 27-34. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421830567X>
43. Gunnarsdóttir I., Davídsdóttir B., Worrell E., Sigurgeirsdóttir S., (2021) Sustainable energy development: History of the concept and emerging themes. *Renewable and Sustainable Energy*

- Reviews: Vol. 141, Prieiga per internetą:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121000654>
44. Hall S. A. Ch., Balogh S., Murphy J.R. D. (2009). What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have? Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/1996-1073/2/1/25>
 45. Hellsmark H., Mossberg J., Soderholm P., Frishammar J., (2016) Innovation system strengths and weaknesses in progressing sustainable technology: the case of Swedish biorefinery development. Journal of Cleaner Production: Vol.131, 702-715. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616303961>
 46. Hirschberg S., Bauer C., Burgherr P., Dones R., Simons A., Schenler W., Bachmann T., Carrera D. G., (2008) “Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options” Prieiga per internetą: <https://www.psi.ch/sites/default/files/import/ta/NeedsEN/RS2bD3.2.pdf>
 47. Hou Q. (2009) The Relationship between Energy Consumption Growths and Economic Growth in China. International Journal of Economics and Finance Vol. 1, No. 2
 48. Huang, B.N.; Hwang, M.J.; Yang, C.W. (2008) Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: A dynamic panel data approach. Vol. 67. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907005344>
 49. Yemane Wolde-Rufael., 2004. Disaggregated industrial energy consumption and GDP: the case of Shanghai, 1952–1999. Energy Economics 26, 69–75. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098830300032X>
 50. Jefferson M. (2000) Energy policies for sustainable development. Energy and the Challenge of Sustainability. Chapter 12. 419-456. Prieiga per internetą: <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/fleming2/docs/wea-2000.pdf#page=419>
 51. Jungtinių Tautų : Paryžiaus susitarimo dokumentas (2015). Prieiga per internetą: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf
 52. Kabashi S., Bektashi S., Ahmetaj S., Kabashi G., Najdovski D., Zidansek A., Šlaus I., (2011) Effects of Kosovo’s energy use scenarios and associated gas emissions on its climate change and sustainable development. Applied Energy: Vol. 88, 473-478. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261910002503>
 53. Kannan N., Vakeesan D., (2016) *Solar energy for future world: - A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 62, Pages 1092-1105. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116301320>
 54. Katinas V., Marčiukaitis M., Tamašauskienė M. (2014) *Vėjo jėgainių generuojamo akustinio triukšmo ir jo poveikio aplinkai tyrimai*. Energetika. 2014. t. 60. nr. 1. P. 36–43.
 55. Katinas V., Markevičius A., Burlakovas A. (2006) *Vėjo energetika ir jos artimiausia perspektyva Lietuvoje*. Energetika 2006. Nr. 3. P. 67–76.
 56. Kourkoumpas Dimitrios-Sotirios, Benekos G., Nikolopoulos N., Karellas S., Grammelis P., Kakaras E., (2018) A review of key environmental and energy performance indicators for the case of renewable energy systems when integrated with storage solutions. Applied Energy : Vol. 231, 380-398. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261918313527?via%3Dihub>
 57. Kraft J., Kraft A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. Prieiga per internetą: <https://www.jstor.org/stable/24806805?seq=1>

58. Lietuvos energetikos agentūra *Atsinaujinantys energijos ištekliai*. Prieiga per internetą <https://www.ena.lt/atsinaujinantys-energijos-istekliai/>
59. Lietuvos Respublikos atsinaujinančios energetikos įstatymas (2011). Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.398874>
60. Lietuvos vėjo elektrinių asociacija, vėjo energetikos statistika. Prieiga per internetą: <https://lvea.lt/statistika/>
61. Lin B., Moubarak M. (2014) Renewable energy consumption – Economic growth nexus for China. *Energy Reviews: Vol. 40, 111-117*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114005802>
62. Lissauskaitė Reda (2016) Nedarbas Lietuvoje, jo struktūra ir tendencijos. Prieiga per internetą: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.8505&rep=rep1&type=pdf#page=34>
63. Lund H. (2007) Renewable energy strategies for sustainable development. *Energy: Vol. 32, 912-919*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054420600301X>
64. Marčiukaitis M., Dzenajavičienė E. F., Kveselis V., Savickas J., Perednis E., Lissauskas A., Markevičius A., Marcinauskas K., Gecevičius G., Erlickytė-Marčiukaitienė R. (2016) *Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo Lietuvoje patirtis, reikšmė ir siekiai*. ENERGETIKA. 2016. T. 62. Nr. 4. P. 247–267
65. Menegaki N. A. (2011) Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics: Vol. 33, 257-263*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988310001829>
66. Menegaki, A.N.; Tugcu, C.T. (2017) Energy consumption and sustainable economic welfare in G7 countries; A comparison with the conventional nexus. *Renew. Sustain. Energy Rev. No. 69*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116308826>
67. Mesquita Brandão R., Beleza Carvalho J. and Maciel Barbosa F. P. (2009) „*Wind energy technology*„ *Renewable energy* 26: 505-530. Prieiga per internetą: <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/64743>
68. Metsalu T., Vilo J. (2015) ClustVis: a web tool for visualizing clustering of multivariate data using Principal Component Analysis and heatmap. *Nucleic Acids Research*, 2015, Vol. 43, Web Server issue. Prieiga internetu: <https://academic.oup.com/nar/article/43/W1/W566/2467929?login=true>
69. Miao C., Fang D., Sun L., Luo Q., Yu Q., (2018) Driving effect of technology innovation on energy utilization efficiency in strategic emerging industries. *Journal of Cleaner Production: Vol. 170, 1177-1184*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617322291>
70. Mishkin S. Frederic (2000) Inflation Targeting in Emerging-Market Countries *American Economic Review*, 90 (2): 105-109. Prieiga per internetą: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.90.2.105>
71. Molienė Ona, Mackevičius Jonas (2009) Bendrojo vidaus produkto vienam gyventojui analizės metodika. Prieiga per internetą: https://www.lb.lt/uploads/documents/docs/publications/mackevicius_4.pdf
72. Nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas. Prieiga per internetą: https://epilietis.lrv.lt/lt/consultations/view_item/id.163

73. Nash S., Phoenix A., (2017) A review of the current understanding of the hydro-environmental impacts of energy removal by tidal turbines. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117309346>
74. Neitzel D., (2017) Examining Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from 22 OECD Countries., No 23. Prieiga per internetą: <https://scholarship.rollins.edu/honors/46/>
75. Nowzari R. (2020) Solar energy. Prieiga per internet: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74336-3_513-1
76. Oficialios statistikos portalas (2020). Lietuvos aplinka, žemės ūkis ir energetika. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvas-aplinka-zemes-ukis-ir-energetika-2020/energetika/atsinaujinantys-energijos-istekliai>
77. Our world in data. Prieiga per internetą: <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>
78. Ozturk I., (2010) A literature survey on energy–growth nexus. Energy Policy 38, 340– 349. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509007071>
79. Payne, J.E., 2009. On the dynamics of energy consumption and output in the US. Applied Energy 86, 575–577. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/227413016_On_the_dynamics_of_energy_consumption_and_output_in_the_US
80. Perednis E., Kavaliauskas A. (2005) *Saulės energijos naudojimo šilumai gaminti Lietuvoje tyrimai*. ENERGETIKA. 2005. Nr. 4. P. 49-53. Prieiga per internetą : http://elibrary.lt/resursai/LMA/Energetika/0504_09_Ener.pdf
81. Rafindadi A. A., Ozturk I. (2017) Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. Energy reviews: Vol. 75, 1130-1141. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116308541>
82. Renewable energy directive (2021). Prieiga per internetą https://www.researchgate.net/publication/350458371_Renewable_Energy_Directive
83. Saatci M., Dumrul Y., (2013) The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Structural Break Analysis For Turkey. International Journal of Energy Economics and Policy Vol. 3, Np. 1, 20-29. Prieiga per internetą: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.877.4789&rep=rep1&type=pdf>
84. Sadorsky P. (2009) Renewable energy consumption and income in emerging economies. Energy Policy: Vol. 37, 4021-4028. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509003176>
85. Sari, R., Ewing, B.T., Soytas, U., 2008. The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: An ARDL approach. Energy Economics 30, 2302–2313. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/223717357_The_relationship_between_disaggregate_energy_consumption_and_industrial_production_in_the_United_States_An_ARDL_approach
86. Sebri M., (2014) Use renewables to be cleaner: Meta-analysis of the renewable energy consumption-economic growth nexus. MPRA Paper NO.53247.
87. Shahbaz M., Rasool G., Ahmed K., Mahalik K. M., (2016) Considering the effect of biomass energy consumption on economic growth: Fresh evidence from BRICS region. Renewable and

- Sustainable Energy Reviews: Vol. 60, 1442-1450. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116002720>
88. Shittu I. O., Yemitan A. R., Yaya S. O., (2012) On autoregressive distributed lag cointegration and error correction model. Australian journal of business and management research. Vol.2 No.08 [56-62]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/Fazdliel-Ibrahim/publication/278946910_ORGANIZATIONAL_CHARACTERISTICS_IN_INFLUENCING_GREEN_HOMES_DEVELOPMENT/links/5587d6fc08aef58c03a05f4d/ORGANIZATIONAL-CHARACTERISTICS-IN-INFLUENCING-GREEN-HOMES-DEVELOPMENT.pdf#page=60
 89. Snieška V., Baumilienė V., Bernatonytė D., ir kt. (2006) Makroekonomika. Prieiga per internetą: KTU leidykla, ISBN 9955-09-826-0.
 90. Soderholm P., Hellsmark H., Frishammar J., Hansson J., Mossberg J., Sandstrom A., (2019) Technological development for sustainability: The role of network management in the innovation policy mix. Technological Forecasting and Social Change: Vol. 138, 309-323. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518303809?via%3Dihub>
 91. Song Ma-Lin, Cao Shao-Peng, Wang Shu-Hong (2019) The impact of knowledge trade on sustainable development and environment-biased technical progress. Technological Forecasting and Social Change: Vol. 144, 512-523. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517316827>
 92. Štreimikienė D., Čiegis R., Jankauskas V., 2007. Darnus energetikos vystymas. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. Prieiga per internetą: https://www.knf.vu.lt/dokumentai/failai/soctyri/Monografija_Darnaus_vystymosi_problemos_ir_ju_sprendimai_Lietuvoje.pdf
 93. Tester J. (2007) Congressional Testimony for “Oversight hearing on Renewable Energy Opportunities and Issues on Federal Lands: Review of Title II, Subtitle B- Geothermal Energy of EPAct; and other renewable programs and proposal for public resources” The future of geothermal energy. Prieiga per internetą: <https://republicans-naturalresources.house.gov/uploadedfiles/testertestimony04.19.07.pdf>
 94. Vera I., Langlois L. (2007) Energy indicators for sustainable development. Energy: Vol. 32, 875-882. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544206002337>
 95. Zafar M. W., Shahbaz M., Hou F. ir Sinha A. (2019) From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: The role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. Journal of Cleaner Production: Vol. 212, 1166-1178. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618337892>

Priedai

1 priedas. 2009-2019 28 ES šalių BVP, energijos intensyvumas ir energijos produktyvumas

Metai	Šalis	BVP	Energijos intensyvumas	Energijos produktyvumas
2009	Bulgarija	4,970	471.49	2.12
2009	Estija	10,770	323.52	3.09
2009	Lietuva	8,720	321.82	3.11
2009	Malta	15,660	313.90	3.19
2009	Čekija	14,690	277.90	3.60
2009	Lenkija	9,070	270.68	3.69
2009	Rumunija	6,410	266.59	3.75
2009	Vengrija	9,850	261.69	3.82
2009	Slovakija	11,890	259.02	3.86
2009	Latvija	8,770	254.73	3.93
2009	Kroatija	10,720	207.49	4.82
2009	Slovėnija	17,570	197.76	5.06
2009	Suomija	34,150	185.74	5.38
2009	Belgija	32,700	180.19	5.55
2009	Kipras	23,550	161.02	6.21
2009	Olandija	38,160	150.91	6.63
2009	Portugalija	16,710	145.31	6.88
2009	Graikija	21,350	138.91	7.20
2009	Prancūzija	30,250	134.92	7.41
2009	Švedija	38,030	132.72	7.54
2009	Vokietija	30,580	131.73	7.59
2009	Ispanija	23,100	129.76	7.71
2009	Jungtinė Karalystė	29,460	113.03	8.85
2009	Austrija	34,830	112.37	8.90
2009	Italija	26,600	110.42	9.06
2009	Liuksemburgas	82,020	106.90	9.36
2009	Airija	36,240	92.95	10.76
2009	Danija	43,220	82.92	12.06
2010	Bulgarija	5,080	470.48	2.13
2010	Estija	11,060	416.51	2.40
2010	Malta	16,440	350.33	2.85
2010	Čekija	15,020	287.91	3.47
2010	Lenkija	9,400	281.12	3.56
2010	Rumunija	6,200	279.12	3.58
2010	Latvija	8,550	272.10	3.68
2010	Vengrija	9,980	266.42	3.75
2010	Slovakija	12,610	258.59	3.87
2010	Lietuva	9,050	257.57	3.88
2010	Kroatija	10,610	207.97	4.81
2010	Slovėnija	17,750	200.00	5.00
2010	Suomija	35,080	196.67	5.09
2010	Belgija	33,330	188.04	5.32
2010	Olandija	38,470	156.47	6.39
2010	Kipras	23,400	151.73	6.59

2010	Švedija	39,950	139.89	7.15
2010	Graikija	20,150	138.57	7.22
2010	Portugalija	16,990	138.31	7.23
2010	Prancūzija	30,690	136.39	7.33
2010	Vokietija	31,940	132.98	7.52
2010	Ispanija	23,040	129.15	7.74
2010	Austrija	35,390	117.79	8.49
2010	Jungtinė Karalystė	29,830	115.26	8.68
2010	Italija	26,940	111.60	8.96
2010	Liuksemburgas	83,550	109.52	9.13
2010	Airija	36,700	90.83	11.01
2010	Danija	43,840	86.61	11.55
2011	Bulgarija	5,320	493.11	2.03
2011	Estija	11,890	376.49	2.66
2011	Malta	16,450	331.63	3.02
2011	Rumunija	6,350	279.68	3.58
2011	Čekija	15,310	271.42	3.68
2011	Lenkija	9,850	268.40	3.73
2011	Vengrija	10,200	256.34	3.90
2011	Lietuva	9,820	251.84	3.97
2011	Latvija	8,940	249.59	4.01
2011	Slovakija	13,020	244.60	4.09
2011	Kroatija	10,630	203.85	4.91
2011	Slovėnija	17,870	198.36	5.04
2011	Suomija	35,810	184.70	5.41
2011	Belgija	33,460	171.68	5.83
2011	Graikija	18,130	150.41	6.65
2011	Kipras	22,900	149.33	6.70
2011	Olandija	38,880	147.09	6.80
2011	Portugalija	16,720	137.79	7.26
2011	Švedija	40,920	135.96	7.36
2011	Prancūzija	31,210	130.98	7.64
2011	Ispanija	22,770	129.81	7.70
2011	Vokietija	33,200	121.38	8.24
2011	Austrija	36,300	111.11	9.00
2011	Italija	27,030	107.04	9.34
2011	Liuksemburgas	82,490	106.65	9.38
2011	Jungtinė Karalystė	29,960	105.95	9.44
2011	Airija	36,940	82.66	12.10
2011	Danija	44,240	79.70	12.55
2012	Bulgarija	5,390	468.76	2.13
2012	Estija	12,320	347.99	2.87
2012	Malta	16,970	303.85	3.29
2012	Čekija	15,170	271.21	3.69
2012	Rumunija	6,500	268.24	3.73
2012	Lenkija	9,980	254.75	3.93
2012	Vengrija	10,120	246.74	4.05
2012	Lietuva	10,330	244.22	4.10

2012	Latvija	9,680	242.65	4.12
2012	Slovakija	13,180	232.29	4.31
2012	Slovénija	17,360	196.45	5.09
2012	Kroatija	10,420	196.18	5.10
2012	Suomija	35,140	180.27	5.55
2012	Belgija	33,490	162.35	6.16
2012	Graikija	16,940	157.72	6.34
2012	Olandija	38,340	147.00	6.80
2012	Kipras	21,780	145.40	6.88
2012	Švedija	40,380	136.34	7.34
2012	Portugalija	16,110	135.57	7.38
2012	Ispanija	22,080	133.14	7.51
2012	Prancūzija	31,160	130.55	7.66
2012	Vokietija	33,280	121.87	8.21
2012	Austrija	36,390	110.03	9.09
2012	Jungtinė Karalystė	30,190	106.39	9.40
2012	Italija	26,160	106.02	9.43
2012	Liuksemburgas	81,940	102.42	9.76
2012	Airija	36,770	83.69	11.95
2012	Danija	44,170	75.88	13.18
2013	Bulgarija	5,390	438.49	2.28
2013	Estija	12,540	380.11	2.63
2013	Malta	17,650	275.11	3.64
2013	Čekija	15,160	272.62	3.67
2013	Lenkija	10,100	253.71	3.94
2013	Rumunija	6,770	235.68	4.24
2013	Vengrija	10,330	234.04	4.27
2013	Latvija	9,980	234.28	4.27
2013	Slovakija	13,250	233.64	4.28
2013	Lietuva	10,810	222.21	4.50
2013	Slovénija	17,160	193.65	5.16
2013	Kroatija	10,420	193.05	5.18
2013	Suomija	34,660	179.03	5.59
2013	Belgija	33,490	167.61	5.97
2013	Olandija	38,180	143.77	6.96
2013	Graikija	16,630	143.58	6.97
2013	Kipras	20,400	138.79	7.21
2013	Portugalija	16,050	137.28	7.29
2013	Švedija	40,510	132.45	7.55
2013	Prancūzija	31,170	130.35	7.67
2013	Ispanija	21,840	125.74	7.95
2013	Vokietija	33,330	123.91	8.07
2013	Austrija	36,180	111.31	8.98
2013	Italija	25,620	103.91	9.62
2013	Jungtinė Karalystė	30,660	102.44	9.76
2013	Liuksemburgas	82,400	96.59	10.35
2013	Airija	37,060	79.25	12.62
2013	Danija	44,410	75.79	13.19

2014	Bulgarija	5,470	454.08	2.20
2014	Estija	12,960	345.89	2.89
2014	Malta	18,610	261.39	3.83
2014	Čekija	15,480	257.79	3.88
2014	Lenkija	10,440	236.30	4.23
2014	Latvija	10,260	228.84	4.37
2014	Rumunija	7,040	225.73	4.43
2014	Vengrija	10,800	223.65	4.47
2014	Lietuva	11,290	213.65	4.68
2014	Slovakija	13,600	213.88	4.68
2014	Kroatija	10,430	184.58	5.42
2014	Suomija	34,390	183.37	5.45
2014	Slovénija	17,620	182.03	5.49
2014	Belgija	33,870	155.41	6.43
2014	Kipras	20,250	143.51	6.97
2014	Graikija	16,830	141.10	7.09
2014	Portugalija	16,260	137.86	7.25
2014	Olandija	38,580	135.13	7.40
2014	Švedija	41,180	127.87	7.82
2014	Prancūzija	31,320	124.05	8.06
2014	Ispanija	22,210	122.20	8.18
2014	Vokietija	33,920	116.06	8.62
2014	Austrija	36,130	106.68	9.37
2014	Italija	25,620	98.21	10.18
2014	Jungtinė Karalystė	31,290	94.16	10.62
2014	Liuksemburgas	82,590	91.56	10.92
2014	Airija	40,010	73.35	13.63
2014	Danija	44,890	71.33	14.02
2015	Bulgarija	5,700	458.90	2.18
2015	Estija	13,230	295.61	3.38
2015	Malta	19,920	258.64	3.87
2015	Čekija	16,290	244.84	4.08
2015	Lenkija	10,890	229.30	4.36
2015	Vengrija	11,220	228.15	4.38
2015	Rumunija	7,290	221.00	4.53
2015	Latvija	10,750	217.92	4.59
2015	Lietuva	11,620	215.01	4.65
2015	Slovakija	14,300	209.82	4.77
2015	Kroatija	10,770	187.81	5.33
2015	Slovénija	17,990	176.80	5.66
2015	Suomija	34,460	174.52	5.73
2015	Belgija	34,360	153.61	6.51
2015	Kipras	21,050	142.44	7.02
2015	Graikija	16,900	141.45	7.07
2015	Portugalija	16,620	140.71	7.11
2015	Olandija	39,170	134.23	7.45
2015	Prancūzija	31,540	124.64	8.02
2015	Ispanija	23,080	121.72	8.22

2015	Švedija	42,580	117.13	8.54
2015	Vokietija	34,130	114.95	8.70
2015	Austrija	36,140	108.18	9.24
2015	Italija	25,860	101.22	9.88
2015	Jungtinė Karalystė	31,780	93.56	10.69
2015	Liuksemburgas	82,820	88.59	11.29
2015	Danija	45,630	69.53	14.38
2015	Airija	49,620	61.83	16.18
2016	Bulgarija	5,910	435.94	2.29
2016	Estija	13,620	351.10	2.85
2016	Malta	20,130	269.36	3.71
2016	Čekija	16,670	236.55	4.23
2016	Lenkija	11,240	233.20	4.29
2016	Vengrija	11,500	226.06	4.42
2016	Lietuva	12,070	217.19	4.60
2016	Latvija	11,110	216.21	4.63
2016	Rumunija	7,670	210.47	4.75
2016	Slovakija	14,550	206.87	4.83
2016	Kroatija	11,240	183.03	5.46
2016	Slovėnija	18,550	178.35	5.61
2016	Suomija	35,330	175.90	5.69
2016	Belgija	34,620	160.96	6.21
2016	Kipras	22,310	144.77	6.91
2016	Graikija	16,890	139.41	7.17
2016	Portugalija	17,010	138.23	7.23
2016	Olandija	39,810	132.82	7.53
2016	Prancūzija	31,770	121.10	8.26
2016	Švedija	42,920	120.02	8.33
2016	Ispanija	23,760	119.08	8.40
2016	Vokietija	34,610	113.26	8.83
2016	Austrija	36,390	107.55	9.30
2016	Italija	26,240	99.21	10.08
2016	Jungtinė Karalystė	32,060	90.80	11.01
2016	Liuksemburgas	84,750	84.63	11.82
2016	Danija	46,720	68.82	14.53
2016	Airija	50,060	63.75	15.69
2017	Bulgarija	6,120	439.11	2.28
2017	Estija	14,410	328.79	3.04
2017	Malta	21,750	290.48	3.44
2017	Čekija	17,490	234.66	4.26
2017	Lenkija	11,790	232.89	4.29
2017	Vengrija	12,030	226.46	4.42
2017	Lietuva	12,760	217.97	4.59
2017	Latvija	11,590	213.93	4.67
2017	Slovakija	14,960	211.97	4.72
2017	Rumunija	8,280	206.81	4.84
2017	Kroatija	11,750	183.24	5.46
2017	Slovėnija	19,440	175.74	5.69

2017	Suomija	36,380	172.77	5.79
2017	Belgija	35,050	160.35	6.24
2017	Graikija	17,110	144.18	6.94
2017	Kipras	23,400	140.57	7.11
2017	Portugalija	17,650	139.80	7.15
2017	Olandija	40,730	129.92	7.70
2017	Švedija	43,430	120.58	8.29
2017	Ispanija	24,430	120.66	8.29
2017	Prancūzija	32,360	118.47	8.44
2017	Vokietija	35,410	110.79	9.03
2017	Austrija	36,980	107.07	9.34
2017	Italija	26,730	100.90	9.91
2017	Jungtinė Karalystė	32,430	88.13	11.35
2017	Liuksemburgas	84,020	86.31	11.59
2017	Danija	47,740	66.86	14.96
2017	Airija	53,930	57.13	17.50
2018	Bulgarija	6,330	429.19	2.33
2018	Estija	14,970	305.10	3.28
2018	Malta	22,260	282.70	3.54
2018	Lenkija	12,420	231.02	4.33
2018	Čekija	17,990	228.31	4.38
2018	Vengrija	12,690	215.33	4.64
2018	Lietuva	13,400	214.01	4.67
2018	Latvija	12,140	206.59	4.84
2018	Slovakija	15,510	201.83	4.96
2018	Rumunija	8,700	198.24	5.04
2018	Kroatija	12,200	174.24	5.74
2018	Suomija	36,740	173.93	5.75
2018	Slovėnija	20,240	168.53	5.93
2018	Belgija	35,530	157.65	6.34
2018	Graikija	17,430	139.11	7.19
2018	Kipras	24,430	136.56	7.32
2018	Portugalija	18,190	132.77	7.53
2018	Olandija	41,450	124.27	8.05
2018	Švedija	43,760	118.73	8.42
2018	Ispanija	24,880	118.06	8.47
2018	Prancūzija	32,820	115.83	8.63
2018	Vokietija	35,690	106.99	9.35
2018	Austrija	37,720	102.05	9.80
2018	Italija	27,030	98.67	10.13
2018	Liuksemburgas	84,040	88.02	11.36
2018	Jungtinė Karalystė	32,640	86.92	11.51
2018	Danija	48,450	65.87	15.18
2018	Airija	58,100	53.36	18.74
2019	Bulgarija	6,630	409.01	2.45
2019	Malta	22,660	276.64	3.62
2019	Estija	15,510	242.31	4.13
2019	Čekija	18,460	218.07	4.59

2019	Lenkija	13,020	212.75	4.70
2019	Latvija	12,530	206.12	4.85
2019	Vengrija	13,270	205.96	4.86
2019	Lietuva	14,050	203.70	4.91
2019	Slovakija	15,890	196.45	5.09
2019	Rumunija	9,120	188.17	5.31
2019	Kroatija	12,700	170.65	5.86
2019	Suomija	37,150	168.46	5.94
2019	Slovėnija	20,720	159.73	6.26
2019	Belgija	36,080	155.03	6.45
2019	Graikija	17,760	136.90	7.31
2019	Kipras	25,370	129.75	7.71
2019	Portugalija	18,670	129.41	7.73
2019	Olandija	41,980	120.15	8.32
2019	Švedija	44,180	114.02	8.77
2019	Ispanija	25,200	112.92	8.86
2019	Prancūzija	33,320	112.33	8.90
2019	Vokietija	35,980	103.52	9.66
2019	Austrija	38,110	102.79	9.73
2019	Italija	27,230	97.18	10.29
2019	Liuksemburgas	85,030	85.99	11.63
2019	Jungtinė Karalystė	32,910	84.15	11.88
2019	Danija	49,270	62.85	15.91
2019	Airija	60,130	51.04	19.59

2 priedas. Logaritmuoti 2009-2019 28 ES šalių BVP, energijos intensyvumas ir energijos produktyvumas

Metai	Šalis	logGDP	logEI	logEP
2009	Austrija	4.54	2.05	0.95
2009	Belgija	4.51	2.26	0.74
2009	Bulgarija	3.7	2.67	0.33
2009	Kroatija	4.03	2.32	0.68
2009	Kipras	4.37	2.21	0.79
2009	Čekija	4.17	2.44	0.56
2009	Danija	4.64	1.92	1.08
2009	Estija	4.03	2.51	0.49
2009	Suomija	4.53	2.27	0.73
2009	Prancūzija	4.48	2.13	0.87
2009	Vokietija	4.49	2.12	0.88
2009	Graikija	4.33	2.14	0.86
2009	Vengrija	3.99	2.42	0.58
2009	Airija	4.56	1.97	1.03
2009	Italija	4.42	2.04	0.96
2009	Latvija	3.94	2.41	0.59
2009	Lietuva	3.94	2.51	0.49
2009	Liuksemburgas	4.91	2.03	0.97
2009	Malta	4.19	2.5	0.5

2009	Olandija	4.58	2.18	0.82
2009	Lenkija	3.96	2.43	0.57
2009	Portugalija	4.22	2.16	0.84
2009	Rumunija	3.81	2.43	0.57
2009	Slovakija	4.08	2.41	0.59
2009	Slovēnija	4.24	2.3	0.7
2009	Ispanija	4.36	2.11	0.89
2009	Švedija	4.58	2.12	0.88
2009	Jungtinė Karalystė	4.47	2.05	0.95
2010	Austrija	4.55	2.07	0.93
2010	Belgija	4.52	2.27	0.73
2010	Bulgarija	3.71	2.67	0.33
2010	Kroatija	4.03	2.32	0.68
2010	Kipras	4.37	2.18	0.82
2010	Čekija	4.18	2.46	0.54
2010	Danija	4.64	1.94	1.06
2010	Estija	4.04	2.62	0.38
2010	Suomija	4.55	2.29	0.71
2010	Prancūzija	4.49	2.13	0.87
2010	Vokietija	4.5	2.12	0.88
2010	Graikija	4.3	2.14	0.86
2010	Vengrija	4	2.43	0.57
2010	Airija	4.56	1.96	1.04
2010	Italija	4.43	2.05	0.95
2010	Latvija	3.93	2.43	0.57
2010	Lietuva	3.96	2.41	0.59
2010	Liuksemburgas	4.92	2.04	0.96
2010	Malta	4.22	2.54	0.45
2010	Olandija	4.59	2.19	0.81
2010	Lenkija	3.97	2.45	0.55
2010	Portugalija	4.23	2.14	0.86
2010	Rumunija	3.79	2.45	0.55
2010	Slovakija	4.1	2.41	0.59
2010	Slovēnija	4.25	2.3	0.7
2010	Ispanija	4.36	2.11	0.89
2010	Švedija	4.6	2.15	0.85
2010	Jungtinė Karalystė	4.47	2.06	0.94
2011	Austrija	4.56	2.05	0.95
2011	Belgija	4.52	2.23	0.77
2011	Bulgarija	3.73	2.69	0.31
2011	Kroatija	4.03	2.31	0.69
2011	Kipras	4.36	2.17	0.83
2011	Čekija	4.18	2.43	0.57
2011	Danija	4.65	1.9	1.1
2011	Estija	4.08	2.58	0.42
2011	Suomija	4.55	2.27	0.73
2011	Prancūzija	4.49	2.12	0.88
2011	Vokietija	4.52	2.08	0.92

2011	Graikija	4.26	2.18	0.82
2011	Vengrija	4.01	2.41	0.59
2011	Airija	4.57	1.92	1.08
2011	Italija	4.43	2.03	0.97
2011	Latvija	3.95	2.4	0.6
2011	Lietuva	3.99	2.4	0.6
2011	Liuksemburgas	4.92	2.03	0.97
2011	Malta	4.22	2.52	0.48
2011	Olandija	4.59	2.17	0.83
2011	Lenkija	3.99	2.43	0.57
2011	Portugalija	4.22	2.14	0.86
2011	Rumunija	3.8	2.45	0.55
2011	Slovakija	4.11	2.39	0.61
2011	Slovėnija	4.25	2.3	0.7
2011	Ispanija	4.36	2.11	0.89
2011	Švedija	4.61	2.13	0.87
2011	Jungtinė Karalystė	4.48	2.03	0.97
2012	Austrija	4.56	2.04	0.96
2012	Belgija	4.52	2.21	0.79
2012	Bulgarija	3.73	2.67	0.33
2012	Kroatija	4.02	2.29	0.71
2012	Kipras	4.34	2.16	0.84
2012	Čekija	4.18	2.43	0.57
2012	Danija	4.65	1.88	1.12
2012	Estija	4.09	2.54	0.46
2012	Suomija	4.55	2.26	0.74
2012	Prancūzija	4.49	2.12	0.88
2012	Vokietija	4.52	2.09	0.91
2012	Graikija	4.23	2.2	0.8
2012	Vengrija	4.01	2.39	0.61
2012	Airija	4.57	1.92	1.08
2012	Italija	4.42	2.03	0.97
2012	Latvija	3.99	2.38	0.61
2012	Lietuva	4.01	2.39	0.61
2012	Liuksemburgas	4.91	2.01	0.99
2012	Malta	4.23	2.48	0.52
2012	Olandija	4.58	2.17	0.83
2012	Lenkija	4	2.41	0.59
2012	Portugalija	4.21	2.13	0.87
2012	Rumunija	3.81	2.43	0.57
2012	Slovakija	4.12	2.37	0.63
2012	Slovėnija	4.24	2.29	0.71
2012	Ispanija	4.34	2.12	0.88
2012	Švedija	4.61	2.13	0.87
2012	Jungtinė Karalystė	4.48	2.03	0.97
2013	Austrija	4.56	2.05	0.95
2013	Belgija	4.52	2.22	0.78
2013	Bulgarija	3.73	2.64	0.36

2013	Kroatija	4.02	2.29	0.71
2013	Kipras	4.31	2.14	0.86
2013	Čekija	4.18	2.44	0.56
2013	Danija	4.65	1.88	1.12
2013	Estija	4.1	2.58	0.42
2013	Suomija	4.54	2.25	0.75
2013	Prancūzija	4.49	2.12	0.88
2013	Vokietija	4.52	2.09	0.91
2013	Graikija	4.22	2.16	0.84
2013	Vengrija	4.01	2.37	0.63
2013	Airija	4.57	1.9	1.1
2013	Italija	4.41	2.02	0.98
2013	Latvija	4	2.37	0.63
2013	Lietuva	4.03	2.35	0.65
2013	Liuksemburgas	4.92	1.98	1.01
2013	Malta	4.25	2.44	0.56
2013	Olandija	4.58	2.16	0.84
2013	Lenkija	4	2.4	0.6
2013	Portugalija	4.21	2.14	0.86
2013	Rumunija	3.83	2.37	0.63
2013	Slovakija	4.12	2.37	0.63
2013	Slovėnija	4.23	2.29	0.71
2013	Ispanija	4.34	2.1	0.9
2013	Švedija	4.61	2.12	0.88
2013	Jungtinė Karalystė	4.49	2.01	0.99
2014	Austrija	4.56	2.03	0.97
2014	Belgija	4.53	2.19	0.81
2014	Bulgarija	3.74	2.66	0.34
2014	Kroatija	4.02	2.27	0.73
2014	Kipras	4.31	2.16	0.84
2014	Čekija	4.19	2.41	0.59
2014	Danija	4.65	1.85	1.15
2014	Estija	4.11	2.54	0.46
2014	Suomija	4.54	2.26	0.74
2014	Prancūzija	4.5	2.09	0.91
2014	Vokietija	4.53	2.06	0.94
2014	Graikija	4.23	2.15	0.85
2014	Vengrija	4.03	2.35	0.65
2014	Airija	4.6	1.87	1.13
2014	Italija	4.41	1.99	1.01
2014	Latvija	4.01	2.36	0.64
2014	Lietuva	4.05	2.33	0.67
2014	Liuksemburgas	4.92	1.96	1.04
2014	Malta	4.27	2.42	0.58
2014	Olandija	4.59	2.13	0.87
2014	Lenkija	4.02	2.37	0.63
2014	Portugalija	4.21	2.14	0.86
2014	Rumunija	3.85	2.35	0.65

2014	Slovakija	4.13	2.33	0.67
2014	Slovénija	4.25	2.26	0.74
2014	Ispanija	4.35	2.09	0.91
2014	Švedija	4.61	2.11	0.89
2014	Jungtinė Karalystė	4.5	1.97	1.03
2015	Austrija	4.56	2.03	0.97
2015	Belgija	4.54	2.19	0.81
2015	Bulgarija	3.76	2.66	0.34
2015	Kroatija	4.03	2.27	0.73
2015	Kipras	4.32	2.15	0.85
2015	Čekija	4.21	2.39	0.61
2015	Danija	4.66	1.84	1.16
2015	Estija	4.12	2.47	0.53
2015	Suomija	4.54	2.24	0.76
2015	Prancūzija	4.5	2.1	0.9
2015	Vokietija	4.53	2.06	0.94
2015	Graikija	4.23	2.15	0.85
2015	Vengrija	4.05	2.36	0.64
2015	Airija	4.7	1.79	1.21
2015	Italija	4.41	2.01	0.99
2015	Latvija	4.03	2.34	0.66
2015	Lietuva	4.07	2.33	0.67
2015	Liuksemburgas	4.92	1.95	1.05
2015	Malta	4.3	2.41	0.59
2015	Olandija	4.59	2.13	0.87
2015	Lenkija	4.04	2.36	0.64
2015	Portugalija	4.22	2.15	0.85
2015	Rumunija	3.86	2.34	0.66
2015	Slovakija	4.16	2.32	0.68
2015	Slovénija	4.26	2.25	0.75
2015	Ispanija	4.36	2.09	0.91
2015	Švedija	4.63	2.07	0.93
2015	Jungtinė Karalystė	4.5	1.97	1.03
2016	Austrija	4.56	2.03	0.97
2016	Belgija	4.54	2.21	0.79
2016	Bulgarija	3.77	2.64	0.36
2016	Kroatija	4.05	2.26	0.74
2016	Kipras	4.35	2.16	0.84
2016	Čekija	4.22	2.37	0.63
2016	Danija	4.67	1.84	1.16
2016	Estija	4.13	2.55	0.45
2016	Suomija	4.55	2.25	0.76
2016	Prancūzija	4.5	2.08	0.92
2016	Vokietija	4.54	2.05	0.95
2016	Graikija	4.23	2.14	0.86
2016	Vengrija	4.06	2.35	0.65
2016	Airija	4.7	1.8	1.2
2016	Italija	4.42	2	1

2016	Latvija	4.05	2.33	0.67
2016	Lietuva	4.08	2.34	0.66
2016	Liuksemburgas	4.93	1.93	1.07
2016	Malta	4.3	2.43	0.57
2016	Olandija	4.6	2.12	0.88
2016	Lenkija	4.05	2.37	0.63
2016	Portugalija	4.23	2.14	0.86
2016	Rumunija	3.88	2.32	0.68
2016	Slovakija	4.16	2.32	0.68
2016	Slovēnija	4.27	2.25	0.75
2016	Ispanija	4.38	2.08	0.92
2016	Švedija	4.63	2.08	0.92
2016	Jungtinė Karalystė	4.51	1.96	1.04
2017	Austrija	4.57	2.03	0.97
2017	Belgija	4.54	2.21	0.8
2017	Bulgarija	3.79	2.64	0.36
2017	Kroatija	4.07	2.26	0.74
2017	Kipras	4.37	2.15	0.85
2017	Čekija	4.24	2.37	0.63
2017	Danija	4.68	1.83	1.17
2017	Estija	4.16	2.52	0.48
2017	Suomija	4.56	2.24	0.76
2017	Prancūzija	4.51	2.07	0.93
2017	Vokietija	4.55	2.04	0.96
2017	Graikija	4.23	2.16	0.84
2017	Vengrija	4.08	2.35	0.65
2017	Airija	4.73	1.76	1.24
2017	Italija	4.43	2	1
2017	Latvija	4.06	2.33	0.67
2017	Lietuva	4.11	2.34	0.66
2017	Liuksemburgas	4.92	1.94	1.06
2017	Malta	4.34	2.46	0.54
2017	Olandija	4.61	2.11	0.89
2017	Lenkija	4.07	2.37	0.63
2017	Portugalija	4.25	2.15	0.85
2017	Rumunija	3.92	2.32	0.68
2017	Slovakija	4.17	2.33	0.67
2017	Slovēnija	4.29	2.24	0.76
2017	Ispanija	4.39	2.08	0.92
2017	Švedija	4.64	2.08	0.92
2017	Jungtinė Karalystė	4.51	1.95	1.05
2018	Austrija	4.58	2.01	0.99
2018	Belgija	4.55	2.2	0.8
2018	Bulgarija	3.8	2.63	0.37
2018	Kroatija	4.09	2.24	0.76
2018	Kipras	4.39	2.14	0.86
2018	Čekija	4.26	2.36	0.64
2018	Danija	4.69	1.82	1.18

2018	Estija	4.18	2.48	0.52
2018	Suomija	4.57	2.24	0.76
2018	Prancūzija	4.52	2.06	0.94
2018	Vokietija	4.55	2.03	0.97
2018	Graikija	4.24	2.14	0.86
2018	Vengrija	4.1	2.33	0.67
2018	Airija	4.76	1.73	1.27
2018	Italija	4.43	1.99	1.01
2018	Latvija	4.08	2.32	0.68
2018	Lietuva	4.13	2.33	0.67
2018	Liuksemburgas	4.92	1.94	1.06
2018	Malta	4.35	2.45	0.55
2018	Olandija	4.62	2.09	0.91
2018	Lenkija	4.09	2.36	0.64
2018	Portugalija	4.26	2.12	0.88
2018	Rumunija	3.94	2.3	0.7
2018	Slovakija	4.19	2.3	0.7
2018	Slovēnija	4.31	2.23	0.77
2018	Ispanija	4.4	2.07	0.93
2018	Švedija	4.64	2.07	0.93
2018	Jungtinė Karalystė	4.51	1.94	1.06
2019	Austrija	4.58	2.01	0.99
2019	Belgija	4.56	2.19	0.81
2019	Bulgarija	3.82	2.61	0.39
2019	Kroatija	4.1	2.23	0.77
2019	Kipras	4.4	2.11	0.89
2019	Čekija	4.27	2.34	0.66
2019	Danija	4.69	1.8	1.2
2019	Estija	4.19	2.38	0.62
2019	Suomija	4.57	2.23	0.77
2019	Prancūzija	4.52	2.05	0.95
2019	Vokietija	4.56	2.02	0.98
2019	Graikija	4.25	2.14	0.86
2019	Vengrija	4.12	2.31	0.69
2019	Airija	4.78	1.71	1.29
2019	Italija	4.44	1.99	1.01
2019	Latvija	4.1	2.31	0.69
2019	Lietuva	4.15	2.31	0.69
2019	Liuksemburgas	4.93	1.93	1.07
2019	Malta	4.36	2.44	0.56
2019	Olandija	4.62	2.08	0.92
2019	Lenkija	4.11	2.33	0.67
2019	Portugalija	4.27	2.11	0.89
2019	Rumunija	3.96	2.27	0.73
2019	Slovakija	4.2	2.29	0.71
2019	Slovēnija	4.32	2.2	0.8
2019	Ispanija	4.4	2.05	0.95
2019	Švedija	4.65	2.06	0.94

2019	Jungtinė Karalystė	4.52	1.93	1.07
------	--------------------	------	------	------

3 AEI dalis bendrame energijos suvartojime I-II grupių

Šalis	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Latvija	41.9 %	42.1 %	44.7 %	44.9 %	48.7 %	51.0 %	52.2 %	51.3 %	54.4 %	53.5 %	53.4 %
Rumunija	30.9 %	30.4 %	31.1 %	33.6 %	37.5 %	41.7 %	43.2 %	42.7 %	42.0 %	41.8 %	42.6 %
Airija	14.1 %	15.6 %	18.3 %	19.8 %	21.0 %	23.3 %	25.7 %	27.1 %	30.3 %	33.3 %	36.5 %
Danija	17.5 %	18.2 %	20.9 %	23.6 %	25.3 %	28.2 %	30.9 %	32.3 %	34.6 %	37.6 %	40.6 %
Lenkija	5.7%	6.5%	8.1%	10.6 %	10.7 %	12.4 %	13.4 %	13.3 %	13.1 %	13.0 %	14.4 %
Švedija	58.3 %	55.8 %	59.6 %	59.8 %	61.7 %	63.2 %	65.7 %	64.9 %	65.9 %	66.2 %	71.2 %
Bulgarija	10.9 %	12.4 %	12.6 %	15.8 %	18.7 %	18.7 %	19.0 %	19.1 %	19.0 %	22.4 %	23.5 %
Olandija	9.1%	9.6%	9.7%	10.4 %	9.9%	9.9%	11.0 %	12.6 %	13.8 %	15.2 %	18.2 %
Liuksemburgas	4.1%	3.8%	4.1%	4.7%	5.3%	6.0%	6.2%	6.7%	8.1%	9.1%	10.9 %
Kroatija	35.9 %	37.5 %	37.6 %	38.8 %	42.1 %	45.2 %	45.4 %	46.7 %	46.4 %	48.1 %	49.8 %

4 I grupės AEI generuojama energija KTOE

I grupė	Hidro	Vėjo	Saulės	Biokuras	Kiti	Viso AEI
2009	2787.8	136.0	0.3	423.6	33.5	3381.3
2010	2872.3	239.8	1.3	519.9	43.2	3676.5
2011	2855.8	454.0	8.8	636.7	53.3	4008.5
2012	2842.3	738.9	71.0	850.2	74.4	4576.8
2013	2797.5	1062.3	154.2	730.1	96.3	4840.5
2014	2809.1	1344.9	250.3	870.3	119.8	5394.5
2015	2832.5	1600.2	299.2	869.0	142.2	5743.1
2016	2836.1	1807.1	292.0	701.8	166.0	5803.1
2017	2826.5	1972.7	301.2	575.1	187.0	5862.5
2018	2870.0	1992.6	300.1	676.1	198.3	6037.2
2019	2831.4	2059.2	345.4	816.0	207.6	6259.5

5 II grupės generuojama energija KTOE

II grupė	Hidro	Vėjo	Saulės	Biokuras	Kiti	Viso AEI
2009	7855.4	4462.0	572.3	2017.5	2181.3	17088.5
2010	7816.3	4789.0	1015.9	2142.6	2466.1	18229.9
2011	7869.8	5308.3	1697.4	2086.8	2722.2	19684.6
2012	7862.6	5744.0	2289.6	2178.8	3254.3	21329.3
2013	7808.5	6226.9	2711.0	2002.7	3457.6	22206.8
2014	7574.8	7026.0	3175.0	1908.0	3661.2	23344.9
2015	7656.3	8613.5	3442.7	1903.1	3841.1	25456.7
2016	7591.4	9654.2	3435.0	1966.8	3908.9	26556.3

2017	7565.0	11124.0	3607.8	1986.2	3922.8	28205.8
2018	7478.6	12300.2	4102.8	1995.2	3903.2	29779.9
2019	7530.9	13570.3	4353.7	2201.4	3857.4	31513.7