

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Anna Krumgolts

**TAASTUVENERGIA TARBIMISE JA MAJANDUSKASVU
VAHELINE SEOS EUROOPA LIIDU RIIKIDE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Õppekava rakenduslik majandusteadus

Juhendaja: Natalia Levenko, PhD

Tallinn 2023

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele selle koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks.

Töö pikkuseks on 6119 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Anna Krumgolts

11.05.2023 (kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	4
SISSEJUHATUS	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Taastumatute ja taastuvate energiaallikate põhiolemus.....	7
1.2. Taastuvate ja taastumatute energiaallikate energiatõhusus ja -mahukus.....	8
1.3. Taastuvenergia tarbimise mõju majanduskasvule	10
1.4. Keskkonnamaksude mõju majanduskasvule	11
2. ANDMETE ÜLEVAADE	13
2.1. Kirjeldav statistika.....	14
2.2. Aegridade dünaamika analüüs.....	16
3. MUDELI ÜLESEHITAMINE	26
3.1. Korrelatsioonanalüüs	26
3.2. Regressioonanalüüs	28
3.2.1. Gruppide võrdlemine.....	28
3.3. Järeldused	30
KOKKUVÕTE	33
SUMMARY	35
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	37
LISAD	41
Lisa 1. Lihtlitsents	41

LÜHIKOKKUVÕTE

Töö eesmärk on analüüsida taastuvenergia tarbimise, energiatõhususe ja keskkonnamaksude seost ja mõju Euroopa Liidu SKP kasvuga, et kindlaks teha, kas ja kuidas võivad riigid kasutada seda informatsiooni, et majanduskasvu mõjutada. Kirjanduse põhjal oli püstitatud hüpoteesid, et taastuvenergia tarbimine, energiatõhusus ja keskkonnamaksud mõjutavad SKP kasvu positiivselt. Analüüsis kasutati 27 Euroopa Liidu riigi aastaseid paneelandmeid perioodil 2004–2020.

Analüüsi meetodiks oli valitud korrelatsioon- ja regressioonanalüüs. Regressioonanalüüsis kasutati fikseeritud efektiga mudelit, kuna kasutati üldkogumi. Ajatrendi mõju eemaldamiseks olid arvutatud näitajate kasvumäärad. Selleks, et leevendada majandussurutiste mõju tulemustele mudelist olid eemaldatud 2009. ja 2020. aastate vaatlused. Kõik sõltumatud muutujad olid valitud näitajate esimese järku viitajad. Baasvalim oli jagatud kolmeks grupiks riikide keskmiste taastuvenergia tarbimise osakaalude järgi, et arvestada riikide erinevustega.

Taastuvenergia tarbimise negatiivne mõju SKP kasvule oli leitud ühes grupis ning ainult taastuvelektri korral. Energiatõhususe ega keskkonna maksutulude kasvu statistiliselt oluline mõju SKP kasvule ei olnud tõestatud.

Võtmesõnad: majanduskasv, taastuvenergia, energiatõhusus, keskkonnamaksud, Euroopa Liit

SISSEJUHATUS

Iga riigi peamine eesmärk on majanduskasv. Seepärast majanduskasvu mõjutavate faktorite uurimine on üks olulisematest majandusteaduse ülesannetest. Majanduskasvu hästi teatud mõjuriteks on tehnoloogia areng, kapital ning tööjõud. Paljud majandusteadlased aga väitavad, et energia on üks peamistest majanduse arengu mõjuritest, kuna see mängib väga suurt rolli tootmises.

Energiaallikaid võib liigitada kaheks grupiks: taastuvad ja taastumatud. Taastumatute energiaallikate mõju majanduskasvule on üsna populaarne uurimisteema. On teada, et fossiilsete kütuste mahukas kasutamine tööstuses, mis toimus tööstusrevolutsiooni tagajärjena, andis võimast tõuget tolle aja majandusele (Stern, 2011). Hiljem selgus, et taastumatu energia kasutamine kahjustab keskkonda, mis motiveeris riike leida alternatiivi, milleks sai taastuvenergia. Euroopa Liidu sõltuvus energia impordist on 58% 2020. aasta seisundiga, kus suurim gaasi ja nafta eksportija oli Venemaa vastavalt 43% ja 29% kogutarbimisest (Eurostat, 2022c). 2022. aasta geopoliitiline kriis suurendas Euroopa riikide motivatsiooni minna taastuvenergia kasutamise üle, sest selline kriis näitas riikide energeetilise sõltumatuse hädavajadust ja tähtsust. Võttes arvesse ülal toodud argumente võib julgelt öelda, et taastuvate energiaallikate mõju majanduskasvule uurimine on aktuaalne ja vajalik nii poliitiliste, majanduslike kui ka keskkondlike faktorite tõttu.

Käesoleva töö eesmärk on anda ülevaade taastuvenergia tarbimisele, sellega seotud näitajatele ja nende seosele Euroopa Liidu (EL) riikide sisemajanduse koguprodukti (SKP) kasvuga, et selgitada, kas ja kuidas võiks selle seose kaudu riik oma majanduslikku seisundi mõjutada. Eesmärgi saavutamiseks olid koostatud järgmised uurimisküsimused:

- 1) Millist mõju avaldavad taastuvad ja taastumatud energiaallikad ning nendega seotud näitajad majanduskasvule?
- 2) Kas ja kuidas erineb seos sõltuvalt riigi grupist?

Töös kasutatakse 27 EL riigi aastaseid paneelandmeid perioodil 2004–2020 (Inglismaa arvesse ei olnud võetud). Perioodivalik on seotud andmete kättesaadavusega. Andmed on võetud Eurostat ja OECD andmebaasidest. Riigid on jaotatud kolmeks grupiks. Esmase analüüsi jaoks riigid olid

jaotatud 2020. aasta SKP järgi, et arvestada riikide erinevate suurustega. Regressioonanalüüsi jaoks oli otsustatud jagada riike keskmise taastuenergia osakaalu tarbimises järgi, kuna riikide erinevus taastuenergia tarbimise suhtes on päris suur. Uuritud kirjanduse põhjal oli püstitatud hüpotees, et taastuenergia tarbimine, energiatõhusus ja keskkonnamaksud on positiivselt seotud Euroopa Liidu riikide SKP kasvuga. Hüpoteesi testimiseks viiakse läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi tarkvara Stata abil. Regressioonanalüüsi meetodiks kasutatakse fikseeritud efektidega mudelit, kuna kasutatakse kogupopulatsiooni.

Töö on jaotatud kolmeks osaks. Esimeses osas antakse ülevaade loetud teoreetilisele ja empiirilisele kirjandusele. Teises osas tehakse ülevaadet kogutud andmetest. Viimases osas kirjeldatakse mudeli koostamise protsessi, kommenteeritakse korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi tulemusi ning tehakse järeldusi.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Taastuvate energiaallikate roll majanduses on suur, kuna kaasaegne ühiskond sõltub väga palju energiast. Energiat kasutatakse transportimiseks, kommunikatsiooniks, tootmiseks ja ka tehnoloogia arenguks (Andrei *et al.*, 2016). Taastuv- ja taastumatu energia kasutamise globaalne mõju keskkonnale ja majandusele on väga tähtis uurimisteema. Taastuvenergia kasutamise soodustamiseks ja seega keskkonna säästmiseks kasutavad riigid keskkonnamaksusid. Seetõttu taastuvenergia tarbimise mõju majanduskasvule tasub uurida koos keskkonnamaksude mõjuga. Lisaks keskkonnamaksude kasutamine mõjutab ressursside (ka energia ressursside) tarbimist, motiveerides optimaalset tarbimist (*Ibid.*). Antud peatükis käsitletakse taastumatute ja taastuvate energiaallikate erinevusi, energiatõhusust, taastuvenergia tarbimist, keskkonnamaksude mõju majanduskasvule ning antakse ülevaadet Euroopa Liidu taastuvenergia poliitikast.

1.1. Taastumatute ja taastuvate energiaallikate põhiolemus

Energiaallikaid võib jagada kaheks tüübiks: taastumatud ja taastuvad energiaallikad. Taastumatute energiaallikate rühma kuuluvad fossiilkütused (nafta, maagaas, süsi), biomass (puit jm) ja tuumaenergia. Fossiilkütused on peamised ja kõige suurema tähtsusega tootmises ning tarbimises energiaallikad. Paljud keskkonna majandusteadlased väidavad, et just fossiilkütuste kasutamine ja nende töötlemisviiside leiutamine on peamised tegurid, mis andsid tõuget 18. sajandi tööstusrevolutsioonile (Stern, 2011; Reynolds, 1994). Vaatamata sellele, et fossiilkütuste kasutamine on aja möödudes vähenenud, need on jäänud peamisteks energiaallikateks ning aastal 2021 fossiilkütuste kasutamine maailmas moodustas 61,75% kogu energia tootmisest (Stern, 2011; Sönnichsen, 2022).

Taastuvenergia (edaspidi kasutatakse lühendit TE) on päikese-, tuule- ja vee-energia. Taastumatute energiaallikate kogus ei ole lõpmatu. Kuna fossiilkütuste tarbimine on nii suur ja taastumisaeg on ka väga pikk, nende kogus muutub iga päevaga järjest väiksemaks. Lisaks sellele, taastumatute energiaallikate tarbimine saastab keskkonda, välja arvatud tuumaenergia, mis on kõige keskkonnasõbralikum taastumatu energiaallikas (Bodansky, 2007, lk. 18–19). TE tarbimine

aga tegelikult ei vähenda nende kogust. Näiteks päekesepaneelide kasutamine ei vähenda päikese intensiivsust, tuulegeneraatoride kasutamine ei tekita tuuletut ilma jne. Vaatamata sellele, et TE saamiseks tootmine tekitab täiendavat kasvuhoonegaasi, on tõestatud, et TE kasutamine vähendab kasvuhoonegaaside heidet võrreldes taastumatu energia kasutamisega (Balsalobre-Lorente *et al.*, 2018). Peale selle, TE allikad ei sõltu samapalju regioonist nagu näiteks gaas ja nafta. Seega investeerimine TE-sse ja nende kasutamise suurendamine mõjutab positiivselt ka ühiskonna heaolu, milleks on mitu põhjust. Esiteks elektriyaamade ja TE generaatorite tootmistehaste ehitamine loob uusi töökohti. Teiseks see annab võimaluse riikidele olla välisriikidest energeetiliselt sõltumatuteks, toota ise enda jaoks nõutava energia kogust ning ka maha müüja toodud ülejääke teistele TE sfääris vähem arenenud riikidele. Kuigi peaks arvestama ka sellega, et päekesepaneelide, tuulegeneraatoride ja hüdroelektriyaamade ehitamine on üsna kallis. (Pirlogea ja Cicea, 2012; Dell'Anna, 2021; Naqvi *et al.*, 2021).

1.2. Taastuvate ja taastumatute energiaallikate energiatõhusus ja -mahukus

Eelnevalt nimetatud energiaallikate erinevused küll aitavad neid eristada, kuid selleks, et neid võiks paremini omavahel võrrelda, vaadeldakse tavaliselt erinevate energiaallikate energiatõhusust. Mahmood ja Ahmad (2018) seletavad, et ühe energiatõhususe näitajana kasutatakse tihti energiamahukust. Energiamahukus on energiahulk, mis on vaja ühe toodanguühiku tootmiseks. Mida väiksem on energiamahukus, seda parem on energiatõhusus. Oma uurimises Mahmood ja Ahmad (2018) kasutasid 19 Euroopa Liidu riigi andmeid perioodil 1995–2015 ja leidsid, et energiamahukuse ja majanduskasvu vahel esineb negatiivne seos.

Reynolds (1994, lk. 246) kasutas energiaallikate võrdlemiseks „energia hindeid“ (*ingl. energy grades*). Autor kirjutas, et energia hinded näitavad kindlat energiaallika potentsiaali, kas olla suurem või vähem energiatõhus. Energia hinded arvestavad energiaallika kaalu, mahtu, levimust ja agregaatolekut. Pööratakse tähelepanu ka energiaallika energiatõhususele, transpordi ja kaevandamiskuludele jne. Kõrgema hindega energiaallika kasutamine mõjutab majanduskasvu positiivselt, väiksema hindega energiaallika kasutamine aga takistab majanduskasvu.

Väga sarnane ja palju kasutatud energia näitaja, mis aitab mõõta energiatõhusust on EROI. EROI (*ingl. energy return on investment*)¹ on näitaja, mis näitab energiaväljundi ja energiasisendi suhet. Mida suurem on EROI väärtus, seda parem on energiaallikas. Stern (2011) oma teoreetilises käsitluses toob välja, et kahanev EROI avaldab negatiivset mõju majanduskasvule. Kahanev EROI tähendab, et majanduse toimimiseks nõutava energia koguse (elektri ja soojust) saamiseks on vaja kasutada aina rohkem sisendit. Hall *et al.* (2014) ja hiljem Murphy ja Hall (2010) tegid taastuvate ja taastumatute energiaallikate EROI võrdlemist. Nad leidsid, et taastuvate energiaallikate EROI on suurem kui biomassi EROI, kuid väiksem kui fossiilkütuste EROI. Aga tähtis on ka see, et võrreldes taastumatute energiaallikatega, taastuvate energiaallikate EROI suureneb koos tehnoloogia arengu tasemega. Lisaks sellele fossiilkütuste EROI järk-järgult väheneb, mille tõenäoliseks põhjuseks pakuvad Hall *et al.* (2014) fossiilkütuste olemasoleva koguse vähenemist. Üldiselt EROI või energiahinnete kasutamine on kõige sobivam juhul, kui soovitatakse võrrelda omavahel erinevaid energiaallikaid.

1.4. Euroopa Liidu taastuvenergia poliitika

Kuna 75% Euroopa saastest tuleneb energia sektorist, Euroopa Liit tekitas reeglite raamistikku, et kindlustada taastuvenergiale ülemineku taastumatu energiast (European Commission, 2022). Euroopa Liidu riikide taastuvenergia eesmärgid on sätestatud Euroopa Liidu direktiivis. See on dokument, kus on olemas detailne informatsioon taastuvenergia tarbimise suurendamise eesmärkide kohta. Vastavalt 2018. aasta versioonile, Euroopa Liidu praegune eesmärk on saavutada vähemalt 32% taastuvenergia osakaalu lõpptarbimises aastaks 2030. Direktiivis mainitakse ka seda, et taastuvenergia peab olema klientidele kättesaadav võimalikult väikese hinnaga. Peale selle, ELi direktiiv sätestab ka üldsugused reeglid taastuvenergia tootmise kohta, kaasa arvatud projektide finantseerimist, tootjate toetused jm. (EP direktiiv 2018/2001)

Kuna Venemaa ja Ukraina vaheline sõda näitas, et Euroopa Liit peab kiirendada enda energia sõltuvuse vähendamist ja nii kiiresti kui võimalik leida alternatiivi Venemaa energiaressurssidele, EL esitas REPowerEU plaani. (European Commission, 2023) Selle plaani peamine eesmärk on vähendada enda sõltuvust Venemaa fossiilkütustest enne aasta 2030 nii kiiresti nagu võimalik on. Euroopa Komisiooni poolt läbitud uuring näitas, et umbes 85% Euroopa residentidest toetavad

¹ Energy return on investment is a ratio of energy produced in relation to the energy used to create it (Investopedia, 2022).

seda eesmärki. Plaanis on olemas mitu sambaid, et seda eesmärki saavutada ning üks neist ongi taastuvenergia sektori edasi arendamine ja investeeringute suurendamine.

1.3. Taastuvenergia tarbimise mõju majanduskasvule

Empiirilised tulemused on segased ja vastuolulised. Li ja Leung (2021) uurisid TE tarbimise mõju majanduskasvule OECD Euroopa 7 riigis (Saksamaa, Itaalia, Holland, Poola, Hispaania, Türgi ja Inglismaa) perioodil 1985–2018. Autorid ei leidnud pikaajalist ega lühiajalist TE tarbimise mõju majanduskasvule. Põhjuseks võib olla see, et arenenud riikides TE kasutamise suurendamine toob kaasa ainult TE osakaalu suurenemist energia kogutarbimises, energia kogutarbimine ise jääb samaks. TE tarbimise statistiliselt olulist positiivset ega negatiivset mõju majanduskasvule ei leidnud ka Menegaki (2011) 27 EL riikides perioodil 1997–2007.

Sarnase uuringu viisid läbi Rafindadi ja Ozturk (2017) Saksamaal perioodil 1971. a. 1. kvartaal – 2013. a. 4. kvartaal. Erinevalt Li ja Leungi (2021) ja Menegaki (2011) tulemustest nad leidsid, et TE tarbimine avaldab positiivset mõju Saksamaa majanduskasvule. Sarnast tulemust said ka Alper ja Oguz (2016), kes uurisid TE tarbimise mõju Euroopa Liidu 8 riigi (Bulgaaria, Küpros, Tšehhi, Eesti, Ungari, Poola, Rumeenia, Sloveenia) majanduskasvule perioodil 1990–2009. Nad leidsid, et TE tarbimine avaldab statistiliselt olulist mõju ainult Bulgaaria, Eesti, Ungari, Poola ja Sloveenia majanduskasvule. Autorid mainivad ka seda, et võrreldes teiste Euroopa Liidu riikidega on uuritud riikides suhteliselt väike TE osakaal energiatarbimise portfelligis, mis võiks uuringu tulemusi mõjutada. TE positiivset mõju majanduskasvule leidsid ka Pirlogea ja Cicea (2012) Rumeenias, kuid mitte Hispaanias. TE positiivne mõju majanduskasvule ei ilmunud ka kui nad vaatlesid kõiki Euroopa Liidu riike ühes valimis.

Marques ja Fuinhas (2012) uurisid Euroopa Liidu 24 riikide andmeid perioodil 1990–2007. Nad leidsid, et TE kasutamine mõjutab majanduskasvu negatiivselt. Selle põhjuseks toovad autorid välja, et tõenäoliselt kuna TE kasutamine on kallis, see tõstab elektrihindasid ja tootmiskulusid ning tekitab tootmisest saadavat kasumit ja tootmismahdade vähendamist. Sarnase tulemuseni jõudsid ka Asiedu *et al.* (2021). Erinevalt Marques ja Fuinhas (2012) uuringust, nad kasutasid Euroopa Liidu 26 riikide andmeid ja kasutasid pikema perioodi – 1990–2018. Huvitavalt nad leidsid, et nii taastuvenergia tarbimise kasv kui ka taastumatu energia tarbimise kasv mõlemad mõjutavad majanduskasvu negatiivselt. Kuid kuna tulemus näitas ka seda, et taastuvenergia

tarbimise kasv oluliselt vähendab süsihappegaasi heidet, nad jõudsid järelduseni, et taastuvenergia tarbimine peab ikka kasvama ning selle sektorisse on vaja investeerida rohkem.

Uuringuid, kus käsitletakse TE mõju majanduskasvule on päris palju, ning tulemused on segased. Suurt mõju tulemustele avaldab uuritavate riikide valik. Erinevates riikides on erinev suurus nii majanduslik kui ka geograafiline, erinev tööstuse suurus. Näiteks Nõukogude-järgsetes Euroopa riikides tootmine on olnud reeglina energiamahukam kui Lääne-Euroopas ning selle muutmine nõuab aega (Śmiech ja Papież, 2014). Lisaks sellele on tähtis ka perioodi valik, kuna viimaste 30 aastate jooksul paljudes riikides on toimunud suur muutus TE tarbimise suhtes.

1.4. Keskkonnamaksude mõju majanduskasvule

Eelnevalt oli mainitud, et TE tarbimise suurendamisega kaasneb ka keskkonnamaksude sätestamine. „Keskkonnamaks on Euroopa rahvamajanduse arvepidamise süsteemis käsitletud maks, mille kehtestamise aluseks on tõestatud spetsiifilise negatiivse keskkonnamõju füüsiline ühik (või sellega sarnane asendaja)“ (Statistikaamet, 2022). Keskkonnamaksudesse kuuluvad energia, saaste-, transpordimaksud, kütuse- ja elektriaktsiisid jm (Statistikaamet, 2022). Empiiriliste uuringute tulemused, kus käsitletakse keskkonnamaksude mõju majanduskasvule, on segased ka. He *et al.* (2021) Hiina, Malaisia ja Soome andmete põhjal ning Confrey *et al.* (2013) Iirimaa andmete põhjal leidsid, et keskkonnamaksud avaldavad positiivset mõju majanduskasvule. Lisaks autorid mainisid, et keskkonnamaksude kasutamise tulemusena esineb nii nimetatud kahekordne dividend. See tähendab, et keskkonnamaksude abil väheneb teistest maksudest tulenev maksukoormus, mis takistab majanduskasvu. See efekt suurendab positiivset mõju majanduskasvule. Andrei *et al.* (2016) jõudsid sarnase tulemuseni ja leidsid, et pikaajaliselt keskkonnamaksud mõjutavad Rumeenia majanduskasvu positiivselt.

Abdullah ja Morley (2014) uurisid keskkonnamaksude mõju majanduskasvule eraldi Euroopa Liidu riikides ja OECD riikides perioodil 1995-2006. Erinevalt He *et al.* (2021), Confrey *et al.* (2013) ja Andrei *et al.* (2016) uuringutest, Abdullah ja Morley (2014) ei leidnud kinnitust, et ilmub positiivne või negatiivne keskkonnamaksude mõju majanduskasvule. He *et al.* (2019) leidsid positiivset pika- ja lühiajalist keskkonnamaksude mõju Hiina majanduskasvule, kuid Rootsi majanduskasvule need ei mõjuta üldse. Üheks põhjuseks toovad autorid välja Rootsi väga hästi struktureeritud ning arenenud maksusüsteemi. Gradus ja Smulders (1993) väidavad, et

keskkonnamaksud kahjustavad majanduskasvu kui need puudutavad sektoreid, millele majanduskasv toetub kõige rohkem. Lisaks suurenenud keskkonnamaksukoormus ja hoolitsemine keskkonna eest vähendab investeeringuid keskkonda reostatavasse sektorisse.

2. ANDMETE ÜLEVAADE

Analüüsi teostamiseks olid valitud aastased makroandmed Euroopa Liidu 27 riigi kohta perioodil 2004-2020. Majanduskasvu näitajaks oli valitud SKP kasv (2010. aasta hindade baasil). Majanduskasvule mõjude analüüsimiseks olid võetud 4 näitajat kirjanduse põhjal: energiatõhusus energiatarbimise näol, TE tarbimine ning keskkonnamaksud. Lisaks valitud näitajatele olid võetud ka kontrollnäitajad – kapitali ühe töötaja kohta kasv (*net fixed assets per employed person*) ning aastase töötundide arvu ühe töötaja kohta kasv, neid eraldi ei analüüsita. Valitud näitajate baasil olid arvutatud nende kasvumäärad, mistõttu analüüsiv periood hõlmab ainult 2005-2020. Keskkonnamaksud ja töötundide arv töötaja kohta olid võetud OECD andmebaasist. Ülejäänud näitajad olid võetud Eurostat andmebaasist. Kõik autori poolt tehtud arvutused ning kasutatud andmed on olemas elektroonilises lisas, mille lingi võib leida kasutatud allikate peatükis.

Energiatõhususe kasv oli arvutatud esmase energiatarbimise põhjal. TE tarbimine on jagatud kaheks – elekter ja soojus. Keskkonnamaksud kasv oli arvutatud keskkonna maksutulude baasil. Valitud riigid olid jaotatud kolme gruppi: grupp 1, grupp 2 ning grupp 3. Esmaseks analüüsiks andmed on jagatud 2020. aasta SKP järgi, et jälgida riikide suuruste erinevusi. Regressioonanalüüsiks on andmed grupeeritud keskmise taastuenergia tarbimise järgi. Põhjuseks on see, et taastuenergia tarbimise osakaalude erinevus riikides on päris suur.

Riikide jaotus on toodud tabelites 1 ja 2. Tabel 1 näitab, et kõige väiksem TE tarbimine on ELi väiksemates riikides nagu Luksemburg, Holland, Küpros, Malta ja Iirimaa. Nagu on näha tabelist 2, need riigid ei ole kõige väiksemad SKP järgi, välja arvatud Poola, Ungari ja Slovakkia. Seega väikese TE tarbimise põhjuseks peab olema just väike pindala ja ressursside suurus, mis mõlemad piiritlevad selliste suurte projektide teostamist nagu tuule ja päikeseparke ning ka suurte hüdroelektrijaamade paigaldamist. Poola suurim sektor on töötlemisesektor, mis seletab madala TE osakaalu tarbimises, kuna EL'is töötlemisesektoris kuni 2/3 energiatarbimist moodustab naturaalgasid tarbimine (Eurostat, 2022h; Trading Economics, 2023). Esimese grupi suurima TE tarbimisega riigid on peamiselt Skandinaavia riigid ehk Taani, Soome Rootsi ja nende juurde liituvad ka Eesti ja Läti. Lisaks esimeses grupis on ka Kesk- ja Lõuna-Euroopa riike. Teises grupis

on suurimad Lõuna-Euroopa riigid – Itaalia, Hispaania ja Kreeka. Ülejäänud riigid on peamiselt Kesk- ja Lääne-Euroopast.

Tabel 1. Euroopa Liidu riikide jaotus taastuvenergia tarbimise järgi

Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
Taani	Leedu	Ungari
Eesti	Sloveenia	Poola
Horvaatia	Bulgaaria	Slovakkia
Läti	Itaalia	Küpros
Austria	Hispaania	Belgia
Portugal	Kreeka	Iirimaa
Rumeenia	Saksamaa	Holland
Soome	Prantsusmaa	Luksemburg
Rootsi	Tšehhi	Malta

Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Tabel 2. Euroopa Liidu riikide jaotus SKP per capita järgi

Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
Luksemburg	Prantsusmaa	Slovakkia
Iirimaa	Itaalia	Eesti
Taani	Küpros	Leedu
Rootsi	Hispaania	Ungari
Holland	Malta	Poola
Austria	Sloveenia	Horvaatia
Soome	Portugal	Läti
Belgia	Tšehhi	Rumeenia
Saksamaa	Kreeka	Bulgaaria

Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Tabelist 2 on näha, et esimesesse gruppi on sattunud peamiselt Skandinaavia riigid ja suurimad Lääne- ja Kesk-Euroopa riigid. Teises grupis on enamasti Lõuna-Euroopa riigid ja ülejäänud Kesk-Euroopa riigid, mis ei sattunud esimesse gruppi. Kolmandas grupis on peamiselt Ida-Euroopa riigid.

2.1. Kirjeldav statistika

Leitud andmete puhul Exceli ja Stata abil oli arvatud kolme grupi kirjeldav statistika, mis sisaldab gruppide maksimume, miinimume ja geomeetrilisi keskmisi. Geomeetrilisi keskmisi kasutatakse, kuna tegemist on kasvumääradega, mistõttu aritmeetiliste keskmiste interpreteerimine ei oleks korrektne. Statistika on toodud tabelis 3. Statistika analüüsi alustatakse SKP kasvust, järgmisena analüüsitakse TE tarbimise, energiatõhususe ja keskkonnamaksete kasvu.

SKP kasv kõikides gruppides on keskmiselt sarnane. Kõik kasvumäärad on vaadeldud perioodi vältel positiivsed, välja arvatud energiatarbimise kasvumäär. See tähendab, et TE tarbimine, keskkonnamaksutulu ja SKP kasvavad iga aasta, kusjuures energiatarbimine langeb.

Tabel 3. Kirjeldav statistika

Grupp	Näitaja, %	Geomeetriline keskmine	Miinumum	Maksimum
1	SKP kasv	1,5	-14,6	12
	TE (elekter)	1,3	-2,9	6,3
	TE (soojus)	1,0	-7,1	6,6
	Keskkonnamaksud	0,6	-22,1	36,9
	Energiatõhusus	-1,0	-22,3	17,3
2	SKP kasv	1,0	-14,8	11,1
	TE (elekter)	1,2	-1,6	5,8
	TE (soojus)	0,9	-2,3	5,5
	Keskkonnamaksud	0,9	-16,1	23,2
	Energiatõhusus	-1,4	-21,1	6,7
3	SKP kasv	2,6	-8,6	24,4
	TE (elekter)	1,0	-1,2	8,2
	TE (soojus)	0,8	-2,4	10,7
	Keskkonnamaksud	0,5	-21,4	19,5
	Energiatõhusus	-0,7	-15,7	14,1

Allikas: autori arvutused elektroonilises lisas

Keskmine SKP kasv kolmandas grupis ületab esimese ja teise grupi SKP kasvu vähemalt ühe protsendipunkti võrra. Kuna kolmandas grupis on enamus väikestest EL riikidest, nende majanduslik olukord on volatiilsem, kui suurtes riikides. Keskmine TE kasv on kõige suurem esimeses grupis. TE elektri keskmine kasv on natuke suurem, kui soojuse keskmine kasv tõenäoliselt kuna TE elektri tarbimise kasvu suhtes pannakse rohkem rõhku ELi poliitikates. Tuleb lisada, et TE tarbimise osakaalude puhul kõik maksimumid olid saavutatud 2020. aastal ning kõik miinumumid 2004. aastal. See näitab küll seda, et perioodi jooksul riigid on aktiivselt töötanud, et suurendada oma TE tarbimise osakaalu energia kogutarbimises.

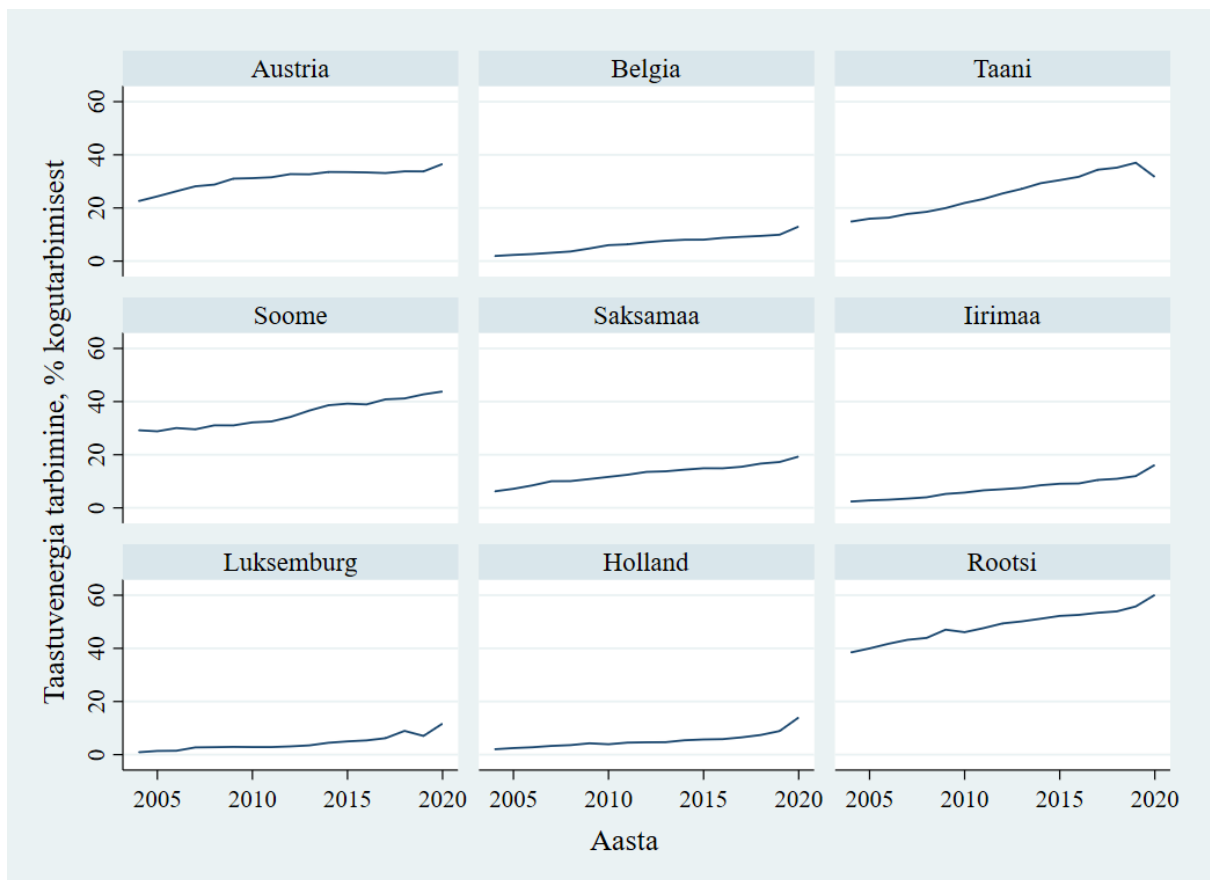
Järgmisena vaatleme keskkonnamakse. Keskkonnamaksude keskmine kasv ei erine palju gruppide vahel, kuid on kõige väiksem igas grupis võrreldes teiste näitajatega. Kasvumäärad on positiivsed igas grupis, mis näitab, et iga aasta keskkonnamaksutulu natuke kasvab. Kuna gruppides on riigid erinevuse suurusega, nende tootmine erineb palju ka. Riikides, kus tootmine on suurem, on vaja rohkem kasvatada makse, et hoida saastet kindla taseme juures.

Viimane näitaja, mida analüüsitakse, on energiatõhususe kasv. See näitab energiatarbimise protsentuaalset ajalist muutust. Energiatarbimist võivad mõjutada tehnoloogiline areng ja ka EL-i poliitika eesmärgid energiatarbimise suhtes. Energiatarbimise vähendamine on tähtis nii poliitiliste kui ka keskkondlike põhjuste tõttu. Efektivsem energiatarbimine aitab energiasõltuvuse ning keskkondliku kahju vähendamiseks. Energiatõhususe keskmine muutus on igas grupis negatiivne, mis on ilmselt seotud nii tehnoloogilise arengu kui ka ELi poliitikaga. ELi poliitika töötab mitme viiside kompleksiga, sealhulgas ka keskkonnamaksud, toetused, sätestatud piirid jm.

2.2. Aegridade dünaamika analüüs

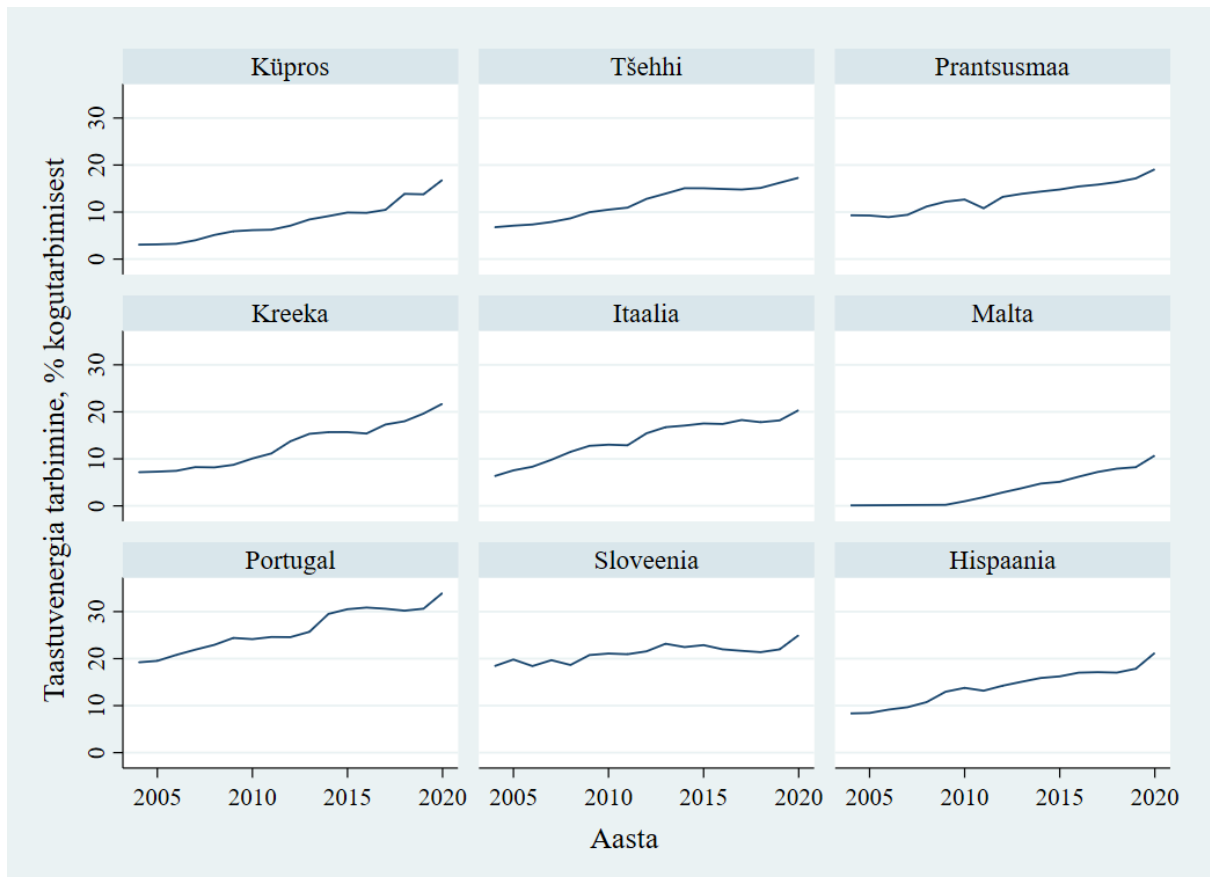
Valitud näitajate ajalise dünaamika analüüsimiseks olid koostatud joonised. Analüüsiv periood on 2004–2020. Valimist ei eemaldata 2009. ja 2020. aasta kriiside vaatlusi, et analüüsida, kuidas valitud näitajad käituvad majandussurutise ajal. Kuna näitajad on väga erinevate suurustega, siis grupe ja näitajaid analüüsitakse eraldi, et oleks näha nii gruppide vahelisi kui ka grupisisesid erinevusi. Igal joonisel on toodud ühe grupi ühe näitaja dünaamika. Jooniste lihtsamaks analüüsimiseks kasutatakse TE tarbimise osakaalud, energiatõhususe indeksina baasaastaga 2015 ning keskkonnamakse protsendina SKP-st. Joonised 1.1., 1.2., ja 1.3. näitavad esimese grupi taastuvelektri tarbimise muutuse dünaamikat.

Joonistelt 1.1., 1.2., ja 1.3. on näha esimese, teise ja kolmanda grupi TE tarbimise dünaamikat. Esiteks on näha, et perioodi jooksul iga grupi riikides toimub TE tarbimise kasv. See on ilmselt seotud sellega, et Euroopa Liit aktiivselt motiveerib riike suurendada TE tarbimist, et vähendada kahju keskkonnale ning sõltuvust välisriikide energiaressurssidest. Teiseks joonisel 1.1. on näha ka seda, et esimeses grupis on erinevus riikide vahel päris suur, ühesõnaga on riike väga suurte väärtustega, näiteks Austrias, Taanis, Soomes ja Rootsis. Kus 2020. aastal oli TE tarbimine vahemikus 38%–60% ja 2004. aastal peamiselt üle 20%. On ka mitu riiki, mille 2020. aasta väärtused on väiksemad kui paljudes 2. ja 3. grupi riikides, näiteks Luksemburg, Holland ja Iirimaa – nende riikide TE tarbimine on vähem kui 20%.



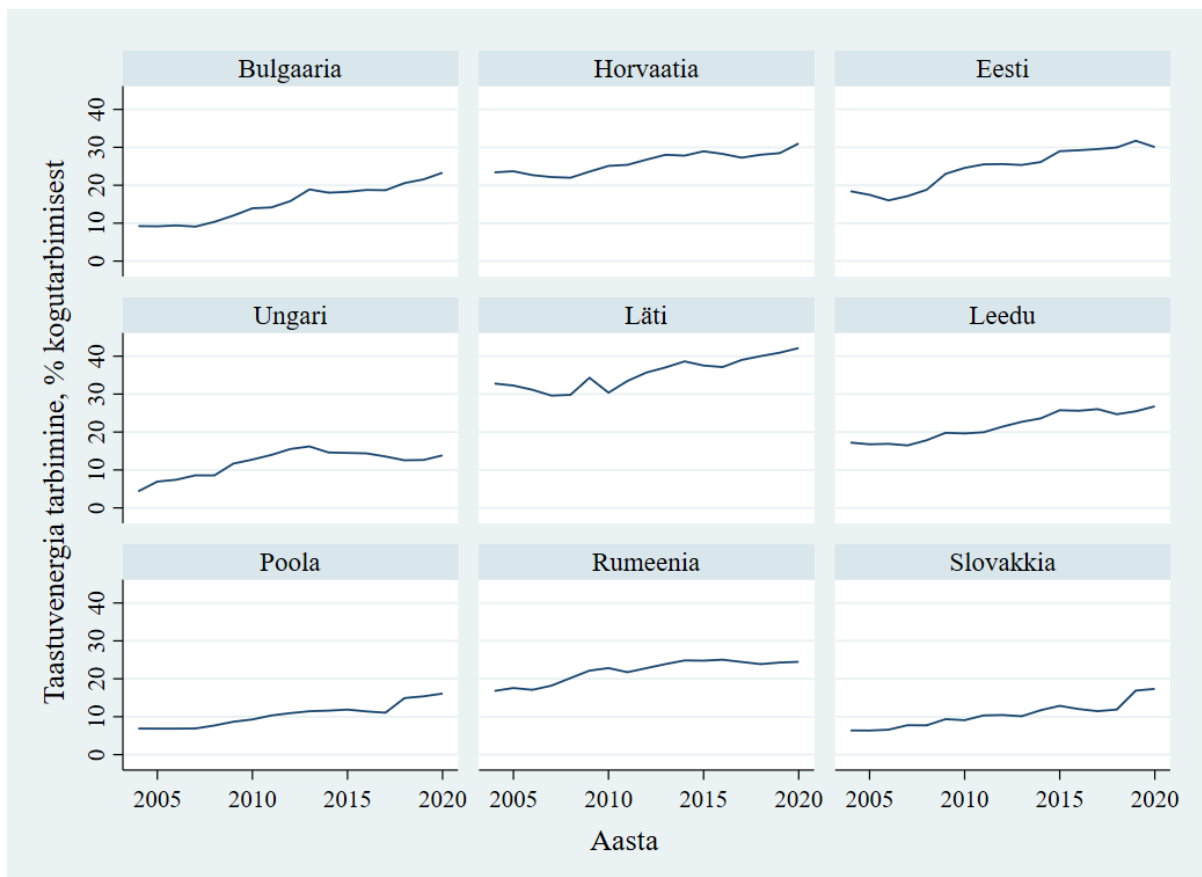
Joonis 1.1. Taastuvenergia tarbimise dünaamika perioodil 2004–2020. Grupp 1
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Joonis 1.2. näitab, et teise grupi riikide väärtused on üksteisele lähedasem kui oli esimeses grupis. Peamiselt ei ületa grupis 2 riikide TE tarbimine 25%. Välja arvatud Portugal, kus algne TE tarbimine ehk 2004. aasta tarbimine on suurem kui ülejäänud grupi riikides, mis oli natuke alla 20%. Kuigi riikides on toimunud aktiivne TE tarbimise kasv vaadeldud perioodi jooksul, Sloveenias suurt kasvu ei ole näha. Sloveenia TE tarbimine kogu perioodi jooksul varieerub ligikaudselt 20% ja 25% vahel, mis on väga väike kasv võrreldes teiste grupi liikmetega.



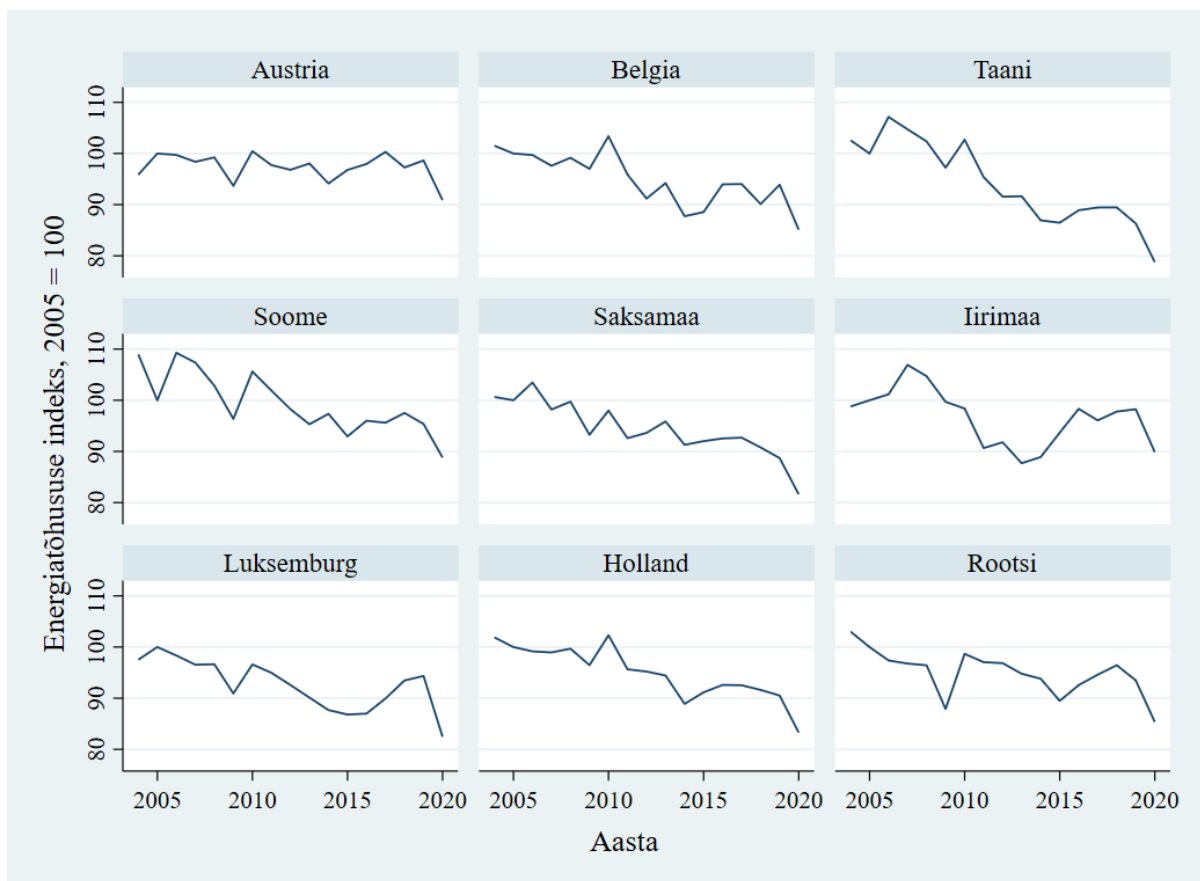
Joonis 1.2. Taastuenergia tarbimise dünaamika perioodil 2004–2020. Grupp 2
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Jooniselt 1.3. võib märgata, et kolmanda grupi paljude riikide TE osakaal vaadeldud perioodi algul on suurem kui mõnede riikide TE tarbimine gruppides 1 ja 2. Kolmandas grupis 5/9 riikide TE tarbimine perioodi algusel on 20% lähedane. Need on näiteks Horvaatia, Eesti, Läti, Leedu ja Rumeenia, kus TE tarbimine varieerub ligikaudselt 20% ja 30% vahel, ning Lätis jõuab 40%-ni. Baltikumi TE tarbimise edukust võib seletada nende riikide suurusega, kuna väiksemates riikides on lihtsam energianõudlust rahuldada ja seal on ka vähem tootmist.



Joonis 1.3. Taastuenergia tarbimise dünaamika perioodil 2004–2020. Grupp 3
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisis olevate andmete põhjal

Edasi analüüsitakse gruppide energiatõhususe indeksi, mis on toodud joonistel 2.1., 2.2. ja 2.3. Igas grupis energiatõhususe indeks on kahanev, välja arvatud kolmas grupp. Esimeses grupis energiatõhususe indeksi väärtused 2020. aasta juures on vahemikus 90 – 80 punkti, kus Taani ja Soome indeksi langus 2020. aastaks oli kõige suurem (Joonis 2.1.). Peamiselt dünaamika algpunktiks on 100, kuid Taani, Soome ja Iirimaa puhul on näha, et perioodi alguses on väärtused, mis on 100 ja 110 punkti vahel. Energiatõhususe indeksi langus näitab energiatarbimise langust. EL on seadnud eesmärgi saavutada süsiniku neutraalsust, et kasvuhoonegaasi heide oleks nullilähedane. Seetõttu riigid püüavad energiatõhusust parandada, et energia oleks kasutatud võimalikult efektiivselt, näiteks keskkonnamaksude abil. Lisaks on näha, et esineb suur volatiilsus, milleks on raske leida kindlat põhjust. See võib olla seotud energia hindade volatiilsusega või sesoonsete põhjustega.

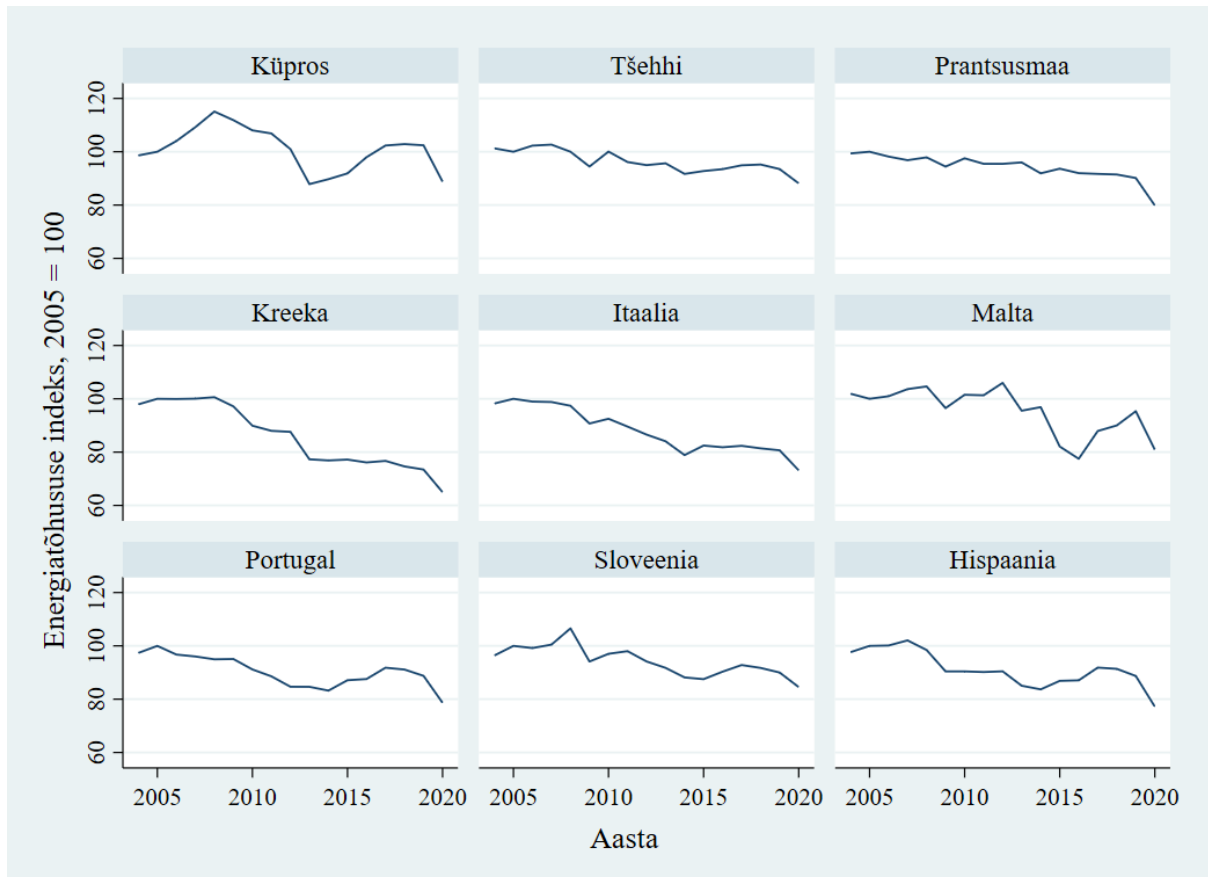


Joonis 2.1. Energiatõhususe indeksi dünaamika perioodil 2004–2020, baasaasta 2005=100.

Grupp 1

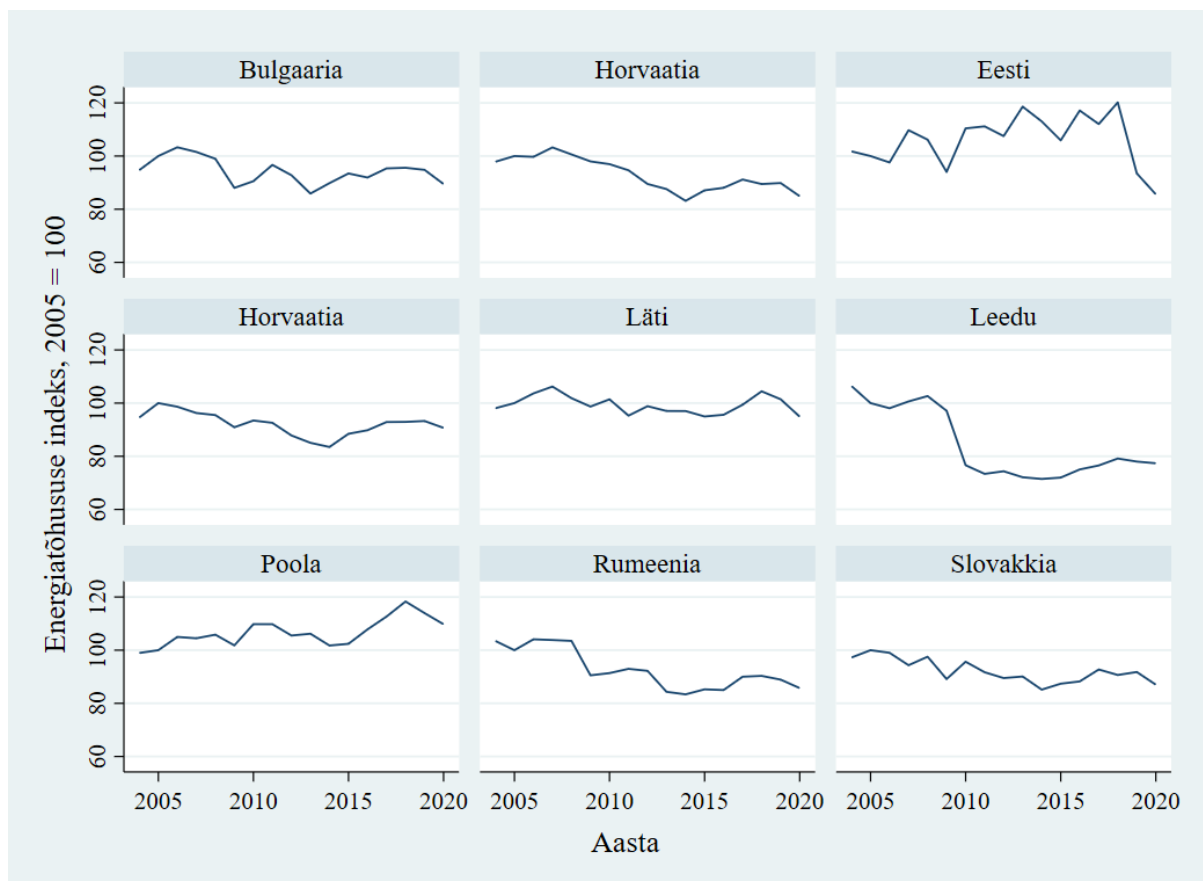
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Joonis 2.2. näitab teise grupi energiatõhususe indeksi dünaamikat. Teises grupis on energiatõhususe indeksi dünaamika siledam kui esimeses grupis, välja arvatud Malta ja Küpros, kus dünaamika on hüppeline. Küpros on ka ainuke, kus indeksi väärtus jõuab peaaegu 120 punktini. Ülejäänud riikidel indeksi dünaamika algpunkt on ligikaudu 100 punkti. On võimalik, et Lõuna-Euroopa riikides energiatarbimise volatiilsus ei ole väga suur, kuna talve perioodidel ei tõuse energianõudlus sama palju kui Põhja-Euroopa riikides, kuid see ei seleta Malta ja Küprose erinevust teistest 2. grupi liikmetest.



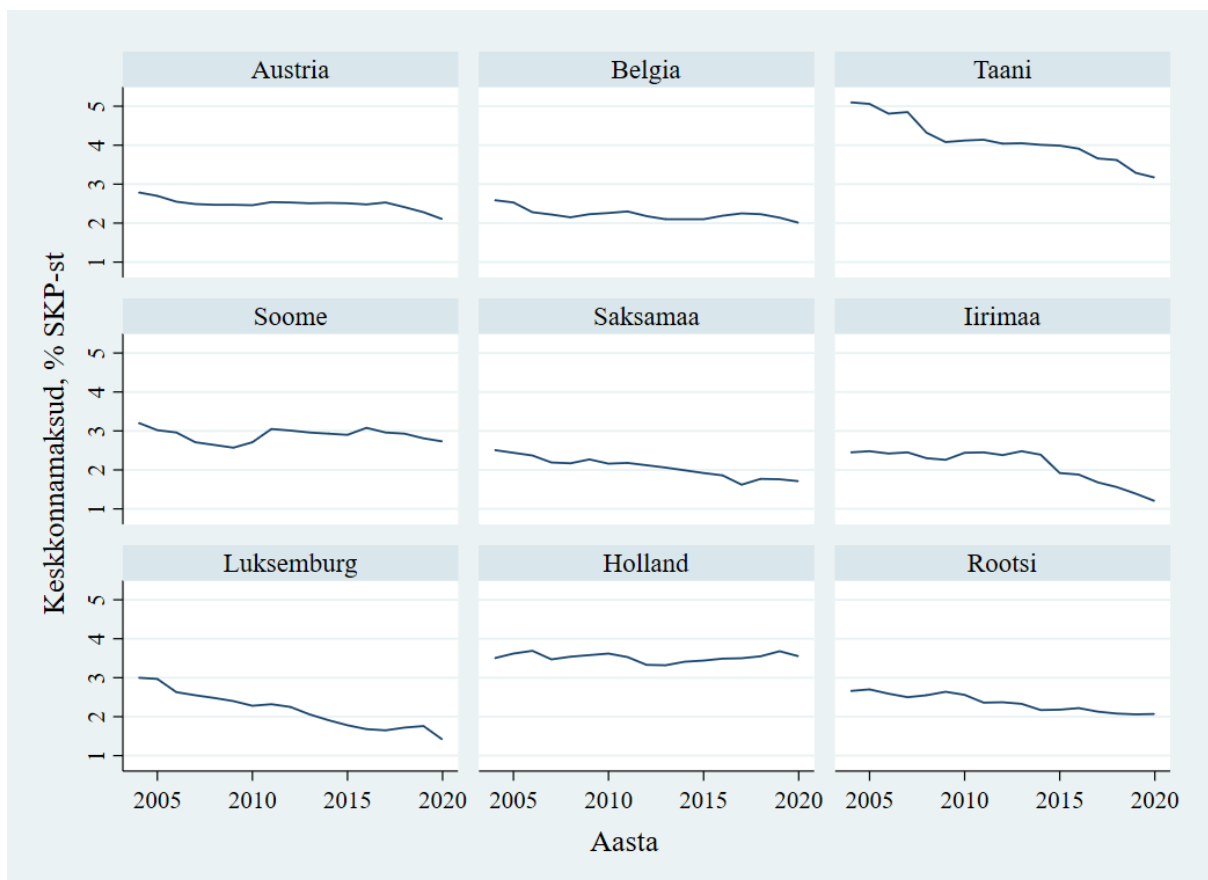
Joonis 2.2. Energiatõhususe indeksi dünaamika perioodil 2004–2020, baasaasta 2005=100.
Grupp 2
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Kolmanda grupi energiatõhusus varieerub rohkem kui teise grupi indeks, mida illustreerib joonis 2.3. Kõige väiksem indeks on Leedus 80 ja 60 punkti vahemikus. Leedu puhul tuleb välja tuua ka seda, et 2010 aasta juures oli suur energiatarbimise langus, mis on seotud 2009. aasta majanduskriisiga. Erinevalt esimese ja teise grupi riikidest, kolmandas grupis on riike, kus oli energiatarbimise kasvtrend. Eestis on see kasvtrend väga hüppeline ning 2020. aastaga võrreldes 2018. aastal toimus väga järsk langus. Poolas see trend oli siledam, kuid sarnane langus toimus samal ajal kui Eestis.



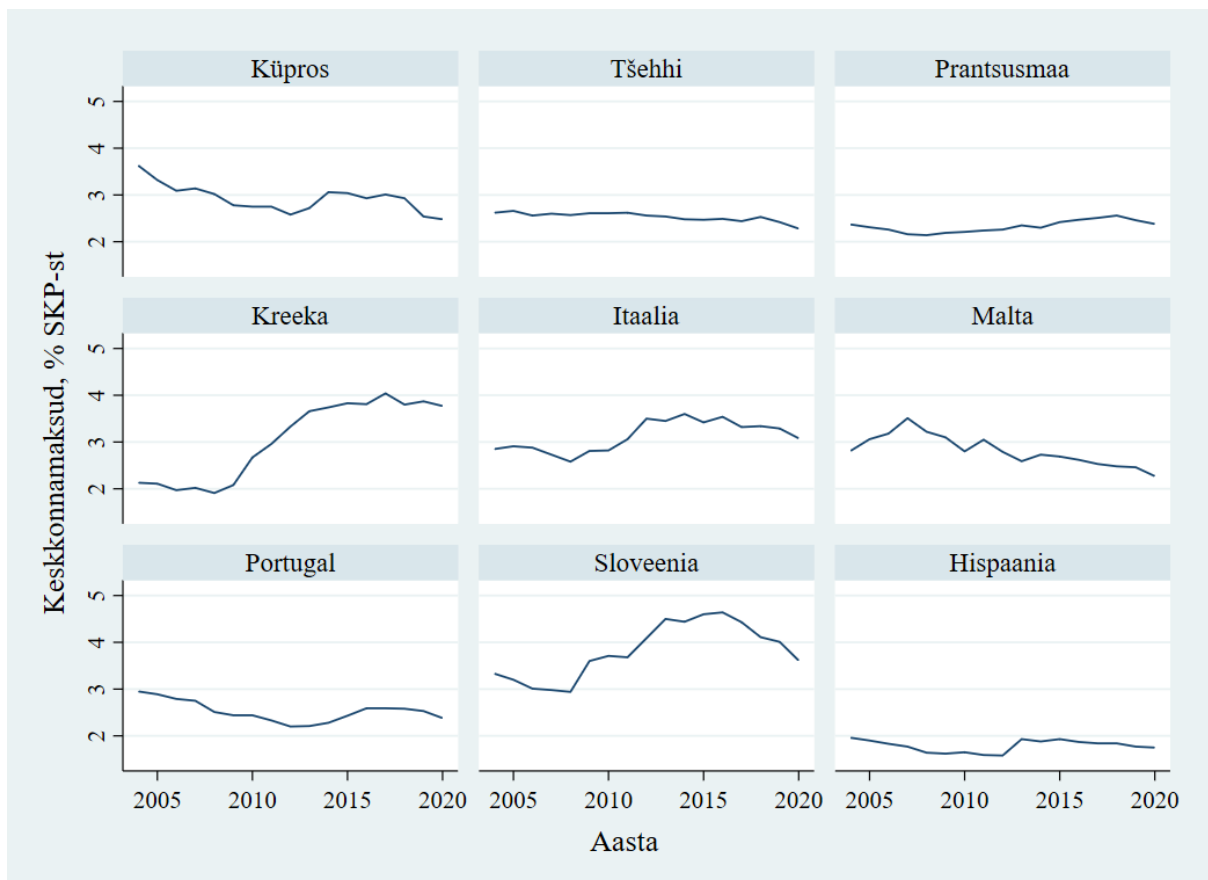
Joonis 2.3. Energiatõhususe indeksi dünaamika perioodil 2004–2020, baasaasta 2005=100.
Grupp 3
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Viimasena analüüsitakse keskkonnamaksude dünaamikat. Kolmandas grupis keskkonnamaksud varieeruvad ainult 1% ja 5% vahel. Esimeses grupis (Joonis 3.1.) on keskkonnamaksude dünaamika päris stabiilne ning peamiselt kahaneva trendiga. Kõige suurem alguspunkt oli Taanis, kus 2004. aastal olid keskkonnamaksud ligikaudu 5%, samal ajal teistes riikides need olid 3% juures. Hollandis ei ole märgatavat kahanevat trendi, keskkonnamaksud varieerusid stabiilselt 3% ja 4% vahel. Keskkonnamaksude suurus sõltub ka kindla riigi olukorrast. Keskkonnamaksude tulu hakkab langema kui maksustamise põhjuse suurus hakkab vähenema. Teisisõnu kui hakatakse kasutama rohkem TE ja energiatarbimine väheneb, siis väheneb ka maksukohustus. Maksukohustust võiks vähendada, kui mõned riigid vähendavad tööstus- või transpordisektori valdavust, mis mõlemad on energiamahukad (Bertoldi *et al.*, 2018).



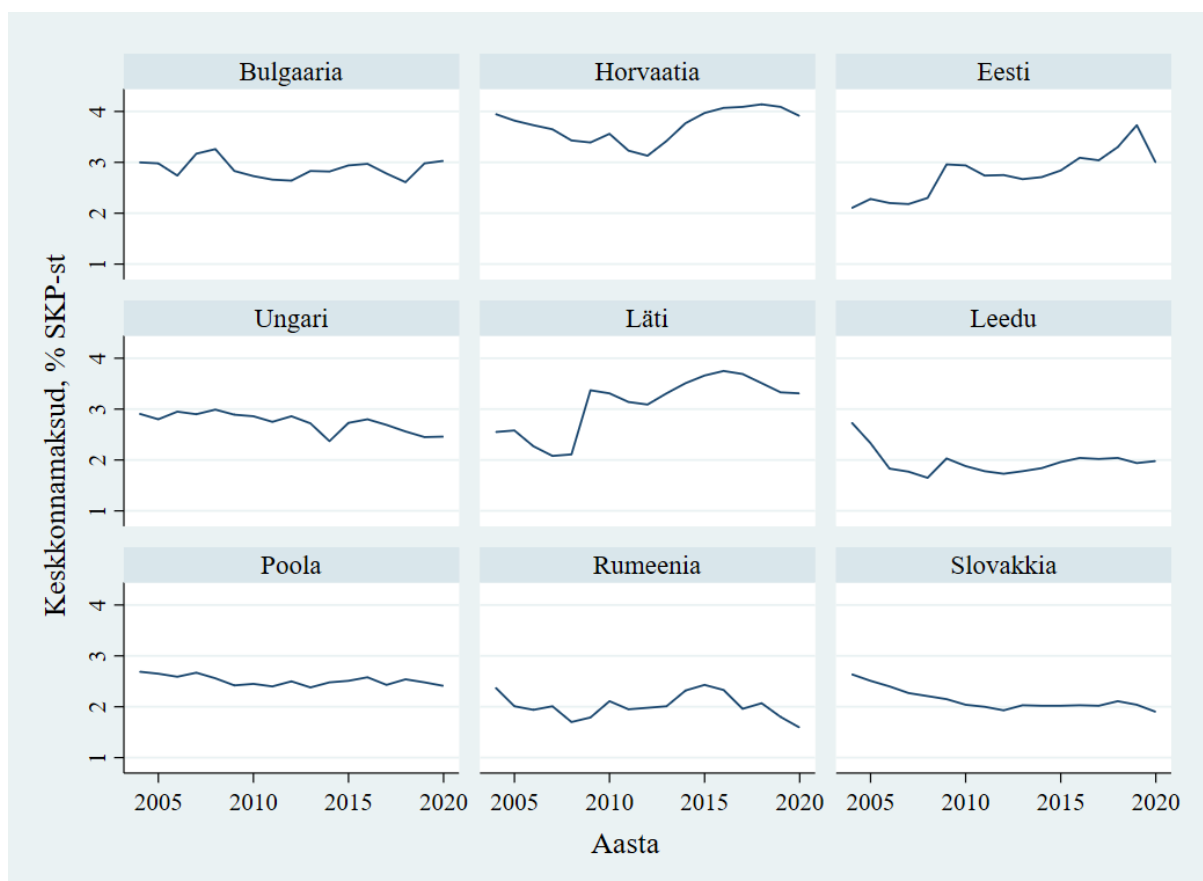
Joonis 3.1. Keskkonnamaksude dünaamika perioodil 2004–2020. Grupp 1
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Jooniselt 3.2. võib näha, et grupis 2 keskkonnamaksud muutuvad palju kaootilisemateks kui esimeses grupis. Kreekas ja Sloveenias keskkonnamaksude dünaamika on kahanev perioodi alguses ja alates 2009. aastast toimub suur kasv 2016–2017. aastani ning pärast seda keskkonnamaksud jälle hakkavad langema. Küproses ja Itaalias keskkonnamaksud liiguvad sarnaselt, kuid mitte nii järsult. Ülejäänud riikides see liikumine on sarnase suunaga ka, kuid veel siledam. Üks stsenaarium, mis võiks sellist dünaamikat seletada on see, et keskkonnamaksude kasutamise algusel nendes riikides ei suudeti saavutada nõutud tulemust, mistõttu keskkonnamaksude määra tõsteti ja seega suurenes ka maksude osakaal SKP-s.



Joonis 3.2. Keskkonnamaksude dünaamika perioodil 2004–2020. Grupp 2
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Viimane joonis (joonis 3.3.) näitab kolmanda grupi keskkonnamaksude dünaamikat. Selles grupis ei ole näha keskkonnamaksude languse trendi nagu oli esimeses grupis, välja arvatud Slovakkias. Horvaatias, Lätis, Eestis ja Rumeenias on sarnane languse – kasvu – languse liikumine, nagu oli teises grupis. Ülejäänud riikides dünaamika on suhteliselt stabiilne, kuigi esinevad mõned hüpped. Suurimad keskkonnamaksud on Eestis, Lätis ja Horvaatias, kus väärtus jõuab 4 protsendini.



Joonis 3.3. Keskkonnamaksude dünaamika perioodil 2004–2020. Grupp 3
Allikas: autori poolt koostatud elektroonilises lisas olevate andmete põhjal

Baltikumaade suurt keskkonnamaksude väärtust võib seletada sellega, et seal on üsna kõrge energiamahukus võrreldes teiste riikidega (Eurostat, 2022a).

3. MUDELI ÜLESEHITAMINE

Sissejuhatuses mainitud hüpoteesi testimiseks viiakse läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi. Meetodiks kasutatakse fikseeritud efektiga mudelit, kuna tegemist on kogupopulatsiooniga. Kontrollnäitajateks on netokapitali kasv protsentides ja aastase töötundide arvu kasv töötaja kohta. Analüüsi teostamiseks kasutatakse tarkvara Stata. Mudel testitakse 4 andmete plokkidega, kuna riikide erinevused võivad tugevalt mõjutada tulemusi. Esimene valim hõlmab 27 riigi andmeid, teine spetsifikatsioon hõlmab esimese grupi riikide andmeid. Kolmas ja neljas mudelid põhinevad vastavalt teise ja kolmanda grupi riikide andmetel. Mudelit ja korrelatsioonmaatriksi, mis on tehtud terve valimi põhjal, märgistatakse baasmudeliks ja -korrelatsioonmaatriksiks.

3.1. Korrelatsioonanalüüs

Esialgu viiakse läbi korrelatsioonanalüüsi baasvalimi ja kolme alamvalimi lõikes. Tulemused võrreldakse omavahel, et selgitada kas gruppide kaupa esineb erinevusi muutujate omavaheliste seoste tugevuses ja suunas. Kolme alamvalimi korrelatsioonanalüüsi tulemused võrreldakse omakorda baaskorrelatsioonmaatriksiga. Lisaks testitakse korrelatsioonikordajate statistilist olulisust. Baaskorrelatsioonimaatriks ja kolme grupi maatriksid on toodud tabelis 4.

Tabel 4. Korrelatsioonimaatriks

Grupp	Näitajad	SKP kasv	TE (elekter)	TE (soojus)	Energia tõhusus
Baas	TE (elekter)	-0,23***	1,00	–	–
	TE (soojus)	-0,06	0,13**	1,00	–
	Energiatõhususe	0,27***	-0,30***	-0,002	1,00
	Keskkonnamaksud	0,13**	-0,02	0,05	0,03
1	TE (elekter)	-0,31***	1,00	–	–
	TE (soojus)	-0,07	0,24***	1,00	–
	Energiatõhusus	0,24***	-0,29***	-0,03	1,00
	Keskkonnamaksud	0,23**	-0,04	-0,06	0,02
2	TE (elekter)	-0,35***	1,00	–	–
	TE (soojus)	-0,19**	0,14	1,00	–
	Energiatõhusus	0,25***	-0,41***	-0,07	1,00
	Keskkonnamaksud	0,03	0,06	0,15*	-0,05
3	TE (elekter) kasv	0,04	1,00	–	–
	TE (soojus) kasv	0,03	-0,11	1,00	–
	Energiatõhusus	0,28***	-0,20**	0,07	1,00
	Keskkonnamaksud	0,19**	-0,07	0,07	0,16*

Allikas: autori arvutused elektroonilises lisan

Märkused: Energiatõhususeks kasutatakse kasvumäära, mis näitab energia tarbimise ajalist muutust. Korrelatsioonikordajate statistiline olulisus nivool 1%, 5% ja 10% on tähistatud vastavalt ***, ** ja *.

Kõikides gruppides esineb positiivne seos energiatarbimise ja SKP kasvude vahel ehk energiatarbimise suurenemisel SKP suureneb ka. Energiatarbimise langus on positiivselt seotud majanduskasvuga ainult kui see on saavutatud läbi tõhusama energia kasutamise, seega kui energiatarbimise langus on saavutatud teiste meetodiga, siis see võib mõjutada majandust negatiivselt (Belke *et al.*, 2011). Kuna ELi riikide energiatarbimise langus on enamasti seotud ELi sätestatud poliitikatega ehk on soovitud, et energiatarbimine langeks, tulemus näitab, et paljudes riikides see energiatarbimine vastupidi kasvav ehk eesmärk veel saavutatud ei ole.

Igas grupis on taastuvelektri ja taastuvsoojuse seos SKP kasvuga negatiivne. See tähendab, et kui taastuvelektri ja taastuvsoojuse tarbimine kasvab, SKP langeb. Lisaks sellele suurem energiatarbimine vastab ka riikidele suurema tootmisega, mis ise on positiivselt seotud majanduskasvuga. Taastuvelektri tarbimise kasvu ja SKP kasvu vahel esineb statistiliselt oluline seos ainult esimeses ja teises grupis ja seetõttu ka baasmudelil, kus korrelatsioonikordaja varieerub -0,27 ja -0,35 punkti vahel. Negatiivse seose esinemine tähendab, et esimeses ja teises grupis kui taastuvelektri tarbimine kasvab, SKP langeb. TE soojuse kasvu seos SKP kasvuga ei ole statistiliselt oluline üheski grupis.

Kui keskkonnamaksutulu kasvab, siis SKP kasvab ka, mis on tõestatud esimese ja kolmanda grupi puhul, kus on statistiliselt oluline korrelatsioonikordaja. Energiatõhususe ja taastuvelektri vahel esineb negatiivne ja statistiliselt oluline korrelatsioon igas grupis, mis on seotud sellega, et ELi poliitika motiveerib energiatarbimise langust ja taastuvelektri tarbimise kasvu.

3.2. Regressioonanalüüs

Andmete ülevaate peatükkis oli mainitud, et andmetes esineb visuaalne trend. Selle eemaldamiseks on kasutatud kasvumäärad. Selleks, et saaks hinnata sõltumatute muutujate poolt avaldava mõju kasutatakse esimese järku viitaegu. Kõikides gruppides esineb heteroskedastiivsus, seega kasutatakse kohandatud standardvigu. Kuna vaadeldud perioodi jooksul oli kaks majandussurutist, nende mõju leevendamiseks 2009. ja 2020. aastate vaatlused on regressioonmudelitest ära võetud.

Mudeli kuju:

$$SKPkasv_{it} = a_i + b_1 lag_{TE}_{it} + b_2 lag_{TS}_{it} + b_3 lag_{entohus}_{it} + b_4 lag_{keskmaks}_{it} + b_5 lag_{K}_{it} + b_6 lag_{L}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

kus

$SKPkasv_{it}$ – riikide SKP kasv protsentides,

a_i – riigipõhine konstant,

b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 – koefitsiendid,

lag_{TE}_{it} – eelmise perioodi taastuvelektri osakaalu kasv energiatarbimises,

lag_{TS}_{it} – eelmise perioodi taastuvsoojuse osakaalu kasv energiatarbimises,

$lag_{entohus}_{it}$ – eelmise perioodi energiatõhususe kasv,

$lag_{keskmaks}_{it}$ – eelmise perioodi keskkonna maksutulu kasv,

lag_{K}_{it} – eelmise perioodi netokapitali kasv töötaja kohta,

lag_{L}_{it} – eelmise perioodi töötundide arvu kasv töötaja kohta,

ε_{it} – vealiige,

i – riik,

t – aasta.

3.2.1. Gruppide võrdlemine

Järgmiselt olid hinnatud alamvalimite mudelid, mis võrreldakse omavahel ja baasmudeliga.

Regressioonanalüüsi tulemused on toodud tabelis 5.

Tabel 5. FE mudelid

Näitaja	Baasmudel	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
TE	-0,28** (0,12)	-0,35** (0,15)	-0,44 (0,28)	0,24 (0,50)
TS	-0,01 (0,08)	0,06 (0,13)	-0,11 (0,10)	0,06 (0,15)
Energiatõhusus	-0,01 (0,03)	-0,07 (0,05)	-0,07 (0,05)	0,08 (0,05)
Keskkonnamaksud	-0,02 (0,03)	0,02 (0,05)	-0,09 (0,06)	-0,03 (0,03)
Konstant	2,97*** (0,13)	2,89*** (0,31)	2,51*** (0,25)	3,27*** (0,36)
Vaatluste arv	351	117	117	117
Gruppide arv	27	9	9	9
Grupisisene R ²	0,15	0,21	0,30	0,10
Grupivaheline R ²	0,06	0,08	0,56	0,02

Allikas: autori arvutused elektroonilises lisan

Märkused: Sõltuvaks muutujaks on protsentuaalne SKP kasv. Muutujate statistiline olulisus nivool 5% ja nivool 1% on tähistatud vastavalt ** ja ***. Kohandatud standardvead on toodud sulgudes. TE tähistab taastuvelektri osakaalu kasvu tarbimises, protsendi punktides. Energiatõhusus näitab energiatarbimise kasvu protsentides. Keskkonnamaksud näitavad maksutulu kasvu protsentides. Grupp 1 sisaldab enamasti Põhja-Euroopa riike ja mõned Lõuna- ning Kesk-Euroopa riike, grupp 2 enamasti Lõuna- ja Kesk-Euroopa riike ning grupp 3 Ida-Euroopa riike ning kõige väiksemaid Euroopa riike.

Lõplik esimese grupi mudel näeb välja järgmiselt:

$$SKPkasv_{it} = 2,89_i + -0,35_1 lag_TE_{it} + 0,25_2 lag_K_{it} + 0,32_3 lag_L_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

kus

$SKPkasv_{it}$ – riikide SKP kasv protsentides,

a_{it} – riigipõhine konstant,

b_1, b_2, b_3 – koefitsiendid,

lag_TE_{it} – eelmise perioodi taastuvelektri osakaalu kasv energiatarbimises,

lag_K_{it} – eelmise perioodi netokapitali kasv töötaja kohta,

lag_L_{it} – eelmise perioodi töötundide arvu kasv töötaja kohta,

ε_{it} – vealiige,

i – riik,

t – aasta.

Esimese grupi grupisisene determinatsioonikordaja on 0,21, mis tähendab, et mudel seletab 21% hajuvust esimese grupi sees. Teise grupi puhul on grupisisene seletusvõime 30% ja kolmandas 10%. See tähendab, et valitud näitajad seletavad grupisisest hajuvust kõige parem esimeses ja teises grupis. Esimeses grupis mudel seletab ainult 8% riikide vahelist erinevust. Kolmandas grupis on see väärtus veel väiksem – 2%. Teises grupis on riikide vaheline erinevus seletatud mudeliga kõige paremini, kuna grupivaheline determinatsioonikordaja on 56%.

Neljast valitud näitajatest ainult üks näitab statistiliselt olulist mõju SKP kasvule. Ainult esimeses grupis TE on statistiliselt oluline nivool 5% ning avaldab negatiivset mõju SKP kasvule. Leitud seos on piisavalt tugev, et mõjutada baasvalimi tulemust, kus esines samasuunaline TE elektri mõju SKP kasvule. TE koefitsient esimeses mudelis on $-0,35$, mis tähendab, et taastuvelektri tarbimise osakaalu suurenemine ühe protsendipunkti võrra, vähendab järgmise aasta SKP kasvu $0,35$ protsendipunkti võrra.

Teises grupis on TE näitaja marginaalselt statistiliselt oluline negatiivse koefitsiendiga. Kolmandas grupis see on positiivse koefitsientidega, kuid ei ole statistiliselt oluline. See tähendab, et seose olemasolu ei ole tõestatud, aga teise grupi puhul mõju võib avalduda marginaalselt. TE soojuse näitaja koefitsient on negatiivne ainult teises grupis ja baasmudelis. Energiatõhususe koefitsient on marginaalselt statistiliselt oluline ainult kolmandas grupis positiivse koefitsiendiga, aga ülejäänud gruppides see ei ole statistiliselt oluline. Keskkonnamaksude näitaja on marginaalselt statistiliselt oluline negatiivse koefitsiendiga ainult teises grupis.

3.3. Järeldused

Taastuvelektri tarbimise kasvu mõju SKP kasvule on statistiliselt oluline ainult grupis, kus on kõige suurem taastuenergia tarbimise osakaal võrreldes teiste gruppidega. Samas selle grupi enamuse riikide SKP oli suurem kui teistes gruppides, mis näitab, et üheks mõjuriks ongi riikide ressursside suurus. Tulemused näitavad, et kuigi need riigid on edukad taastuenergia tarbimise suurendamisel ja seega ka ELi TE poliitika eesmärkide saavutamisel, need edukad tulemused toimuvad mõnevõrra majanduskasvu arvelt. Negatiivset mõju kinnitavad ka korrelatsioonanalüüsi jooksul leitud tulemused, kus korrelatsioonikordaja oli $-0,31$. Leitud langeb kokku sellega, mida leidsid Marques ja Fuinhas (2012) ning Asiedu *et al.* (2021), aga on vastuolus sellega, mida leidsid Rafindadi ja Ozturk (2017) ja Perlogea ja Cicea (2012). Negatiivne mõju tekib seepärast, et suure taastuenergia tarbimise saavutamine nõuab suuri investeeringuid suurtesse projektidesse nt tuuleparkide, päikesepaneelide parkide ja hüdroelektrijaamade rajamine ja pidev hooldus, mis on üsna kallis ja aega nõutav. Selline kallidus tõstab tootmiskulusid ja seega ka ostuhindasid, mis võib negatiivselt peegelduda nõudluses.

On mitmeid viisi, kuidas soodustada taastuenergia tootmist ja tarbimist. Esimene on subsiidiumid, mis langetavad tootjatel esinevad tootmiskulusid ja seega teevad hindasid ka väiksemateks. Eesti näitel võiks välja tuua Eleringi väikeste tootjate subsiidiumi, mida makstakse välja toodetud MWh alusel. Kuid sede toetust võib kasutada ainult tuule- ja päikeseenergia parkide jaoks, mis olid rajatud enne aastat 2021 ja kestab 12 aastat. Alates 2021. aastast selline toetuskeem enam ei kehti. (Elering, 2023) Teine viis on erinevate taastuenergia projektide finantseerimine nii ettevõtete kui ka ELi poolt. Taastuvsoojuse tarbimise kasvu ja SKP kasvu vahel statistiliselt olulist mõju leitud ei olnud. Põhjuseks on see, et ELi poliitika rõhustab rohkem taastuvelektri tarbimise kasvu. Euroopa Komisioon on sätestanud eesmärgi saavutada 69% taastuvelektri osakaalu kogutarbimises ning taastuvsoojuse tarbimise osakaal kogutarbimises peab saavutama keskmist 2,3 protsendilist aastast kasvumäära perioodil 2021-2030.

Keskkonnamaksude ja SKP kasvu vahel ei olnud leitud statistiliselt olulist seost. See tulemus langeb sellega, mida leidsid Abdullah ja Morley (2014) ning sellega, mida leidsid He *et al.* (2019) Rootsi kohta. Mõju puudus tähendab, et keskkonna maksutulude kasv ei too kaasa olulisi muutusi tootmises, et see mõjutaks SKP kasvu. Teiseks võimaluseks on ka see, et keskkonnamaksude muutused motiveerivad tootjaid parandada enda energiatõhusust nii, et muutus ei suurendaks kulutusi. Kuigi leitud kirjanduses oli mainitud, et energiatarbimine võib olla positiivselt seotud majanduskasvuga, antud töös sellele kinnitus leitud ei olnud. Analüüsi tulemusena eesmärgid olid täidetud ning hüpotees oli ümber lükatud kõikide näitajate puhul.

Vaatamata sellele, et ainult üks valitud näitaja on statistiliselt oluline ainult kahes mudelis, tulemus ikka võimaldab teha mõned järeldused. Tuleb arvestada sellega, et valimi suurus on päris väike eriti gruppide analüüsimisel, kuna andmete kättesaadavus on piiratud ning saadud andmete põhjal olid arvutatud näitajate kasvumäärad, periood hõlmab ainult 15 aastat. Sellisel juhul seose tõestuse puudumine ei tähenda kindlalt selle seose puudumist. On võimalik, et valitud periood ei peegelda õiglaselt näitajate raames toimunud muutuseid või näitajate mõju on kindlates gruppides nii marginaalne, et seda ei piisa statistilise seose tõestamiseks, seda näitab ka marginaalse statistilise olulisuse leidmine mitmes grupis.

Kuigi tulemused näitavad negatiivset mõju, võib kindlusega öelda, et see ei mõjuta riikide otsuse taastuenergia tarbimise suurendamise osas. Tulemuste interpreteerimisel tuleb arvestada sellega, et esimeses grupis suurim osa riikidest on väga tugeva majandusega riigid, seega negatiivne mõju majanduskasvule ei pruugi tekitada märkimisväärseid probleeme majandusolukorras. Tasub välja

tuua, et taastuvelektri osakaalu suurendamine tarbimises on tähtis eesmärk keskkonna säästlikuse jaoks. See eesmärk on tähtis, kuna taastuvelektri tarbimise kasv aitab lahendada mitu probleemi. Esimene probleem ongi energiasõltuvus ja teine on sise põlemismootoriga autodelt tulenev saaste. Kuid ikkagi tasub öelda, et taastuenergia tarbimise plaanide koostamisel tuleb arvestada potentsiaalse negatiivse mõjuga, mis võib avalduda majanduskasvule. Lisaks taastuenergia toomine muutub paremaks ja efektiivsemaks aja möödudes, kuna tehnoloogiline areng annab võimalust aeglaselt muuta seda protsessi soodsamaks.

KOKKUVÕTE

Antud töö eesmärk oli analüüsida taastuvenergia (TE) tarbimist ja sellega seotud näitajate seost SKP kasvuga, et välja selgitada kas oleksid riigid selle informatsiooni kasutada oma majanduskasvu mõjutamiseks. Töö ülesanneteks oli uurida taastuvate ja ka taastumatute energiaallikate põhiolemust, nende mõju majanduskasvule ning leida kuidas selline mõju erineb sõltuvalt riikide grupist. Teema aktuaalsust toetab Euroopa Liidu eesmärk saavutada süsinikuneutraalsust aastaks 2030, vähendada enda energiasõltuvust välistest riikides (sh Venemaalt) ja täiesti loobuda fossiilkütuste tarbimisest. Lisanäitajateks olid valitud energiatõhusus ja keskkonnamaksud. Kontrollnäitajateks kasutati netokapitali ja aastast töötundide arvu töötaja kohta. Töös kasutati 27 Euroopa Liidu riigi aastaseid paneelandmeid perioodil 2004-2020. Perioodivalik on seotud andmete kättesaadavusega. Andmed olid võetud Eurostat ja OECD andmebaasidest. SKP kasv on protsentides 2010. aasta hindades. Kuna aegridade analüüsimisel oli leitud trend, kasutatud sõltumatute muutujate alusel olid arvatud nende muutujate kasvumäärad, mis näitavad protsentuaalset muutust võrreldes eelmise perioodiga. Selleks, et võiks analüüsida sõltumatute näitajate poolt avaldatavat mõju SKP kasvule, kasutatakse esimest järku viitaegu.

Kirjanduse otsides oli leitud palju aktuaalseid uuringuid valitud teemal. Aga loetud tööde tulemused olid väga erinevad. Taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel oli leitud nii positiivne, negatiivne kui ka puuduv seosed. Sarnane situatsioon on ka teiste näitajatega. Vaatamata sellele, et oli leitud informatsioon ei olnud ühtlane, olid püstitatud hüpoteesid, et taastuvenergia tarbimine, energiatõhusus ja keskkonnamaksud on positiivselt seotud SKP kasvuga. Hüpoteeside testimiseks olid kasutatud korrelatsioon- ja regressioonanalüüs. Regressioonanalüüsi meetodiks oli valitud fikseeritud efektiga mudel, kuna tegemist on kogupopulatsiooni paneelandmetega. Mudeli ehitamisel aluseks oli võetud Solow tootmisfunktsioon, kuhu oli lisatud energiaga seotud näitajad. Esialgselt oli otsustatud jagada andmeid SKP järgi, kuna riikide suurus võiks mõjutada analüüsi tulemust. Regressioonmudeli testimiseks olid andmed jagatud kolmeks grupiks keskmise taastuvenergia tarbimise järgi. Seega igas grupis on 9 riiki. Regressioonanalüüsiks loodud esimeses grupis on enamasti Põhja-Euroopa riigid, teises grupis

Lõuna-Euroopa ja mõned Ida-Euroopa riigid ja kolmandas grupis ülejäänud Ida-Euroopa riigid ja väiksemad riigid. Lisaks oli testitud ka koguvalim.

Hüpoteesid olid ümber lükatud TE, keskkonnamaksude ja energiatõhususe jaoks kõikides gruppides. Keskkonnamaksude ja energiatõhususe seos SKP kasvuga ei olnud tõestatud üheski grupis. Taastuvenergia mõju SKP kasvule oli tõestatud ainult esimeses grupis ja baasmudelil ning mõju on negatiivne koefitsiendiga -0,35 elektri jaoks. See tähendab, et esimeses grupis taastuvelektri osakaalu kasv tarbimises 1 protsendipunkti võrra põhjustab järgmise aasta SKP langust 0,35 protsendipunkti võrra. Kuigi teises grupis taastuvelektri tarbimise kasv oli ka negatiivse koefitsiendiga ning see oli marginaalselt statistiliselt oluline. Põhjuseks võib välja tuua seda, et taastuvenergiade üleminek on väga kallis, mistõttu püstitatud taastuvenergia eesmärkide saavutamine võiks negatiivselt mõjutada riikide majandusseisundi. Tuleb arvestada sellega, et negatiivne mõju majanduskasvule ei hakka mõjutama taastuvenergia eesmärke. Kuid leitud tulemus näitab, et taastuvenergiade üleminek ei ole piisavalt hästi läbi mõeldud ega struktureeritud nii, et mõju majandusele oleks peetud meeles. Kuigi taastuvenergia tarbimise suurendamise eesmärk on üks tähtsamatest eesmärkidest, mis ilmselt mõjutab ühiskonna hästi, riigid peavad pöörata rohkem tähelepanu võimalikele mõjudele, mis toob kaasa selle eesmärgi täitmine. Riigid peaksid panema rohkem rõhku subsiidiumite kasutamisele ning suurendada investeeringuid taastuvenergia sektorisse, kuna selle teema uurimine suurendab teemakohaseid teadmisi ning annab võimalust teha ülemineku protsessi soodsamaks ja efektiivsemaks majanduse jaoks.

Läbi viidud analüüsi interpreteerimisel tuleb arvesse võtta seda, et andmete kättesaadavus oli piiratud. See olukord, et teiste valitud näitajate puhul statistiliselt oluline avaldav mõju ei olnud tõestatud, ei tähenda kindlasti selle mõju puudumist. Tehtud tööd tasub jätkata lisades rohkem perioode, kuna uuringu tulemused võivad varieeruda sõltuvalt valitud perioodilt. Pidev tehnoloogiline areng ja aktiivne taastuvenergia teema uurimine aitavad leida soodsamaid ja efektiivsemaid meetodeid, kuidas seda võib kõige paremini implementeerida ühiskonna elus.

SUMMARY

RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN THE EUROPEAN UNION

Anna Krumgolts

The goal of this paper was to give an overview of relationship between renewable energy consumption, energy efficiency, environmental taxes and economic growth in order to find out whether countries could use such information to influence their economic growth. Net fixed assets per worker and yearly worked hours per worker were used as control variables. Based on literature author made a hypothesis that there is a positive relationship between renewable energy consumption, energy efficiency, environmental taxes and economic growth.

For the research, yearly data was acquired from Eurostat and OECD databases for 27 countries of European Union (excluding United Kingdom). The chosen period was 2004–2020. The choice of period was restricted by availability of the data. In the beginning, the data was divided into three groups by GDP per capita of 2020. Ergo, the first group included nine countries with the highest GDP per capita, the second group consisted of nine countries with smaller GDP per capita and the third group of the smallest GDP per capita. The reasoning behind that is the fact that countries with the biggest economies have more resources to increase renewable energy consumption. For the regression analysis it was decided to regroup the data into 3 groups by their average renewable energy consumption.

To test the hypothesis author did a correlation and regression analysis. For regression analysis it was decided to use a fixed effects model, because the whole population was used. During visual analysis of data a time trend was noticed. To reduce the impact of trend, growth rates for the variables were calculated. In order to be able to analyse the impact of independent variables on the dependent one author used first order lags.

As a result of the analysis author failed to accept the hypothesis as it was found that in the first group a 1 percentage point growth of the renewable electricity consumption caused decrease in economic growth of the next period by 0.35 percentage points, which is consistent with findings of Marques ja Fuinhas (2012) and Asiedu *et al.* (2021), but inconsistent with the findings of Rafindadi and Ozturk (2017) as well as of Perlogea and Cicea (2012). The rest of the analysed variables were not found statistically relevant in promoting economic growth. The result means, that although the countries in the first group are quite successful in increasing their share of renewable energy in consumption, it takes a toll on their economic growth. This can be explained by the expensiveness of the renewable energy projects – high production costs either increase prices and lower the demand or decrease profitability. With regard to these findings, countries should bear in mind the potential negative effect of the renewable energy growth on their economies. A possible solution would be to increase the use of subsidies and increase investments into research and development of the green energy sector as technology development might help to eventually reduce the costs.

While interpreting the results of this work, the size of used panels should be taken into consideration as small period length may have failed to truthfully reflect the behaviour of chosen variables. In addition to that it is possible that the impact of chose variables is too marginal to be seen as statistically significant, which means that statistical insignificance of the variables in other groups does not mean, that the impact is absent. It is worth to continue the research while adding more periods.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Abdullah, S., & Morley, B. (2014). Environmental taxes and economic growth: Evidence from panel causality tests. *Energy Economics*, 42, 27–33.
- Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953–959.
- Andrei, J., Mieila, M., Popescu, G. H., Nica, E., & Cristina, M. (2016). The impact and determinants of environmental taxation on economic growth communities in Romania. *Energies*, 9(11), 902.
- Asiedu, B. A., Hassan, A. A., & Bein, M. A. (2021). Renewable energy, non-renewable energy, and economic growth: evidence from 26 European countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 11119–11128.
- Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Roubaud, D., & Farhani, S. (2018). How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions? *Energy policy*, 113, 356–367.
- Belke, A., Dobnik, F., & Dreger, C. (2011). Energy consumption and economic growth: New insights into the cointegration relationship. *Energy Economics*, 33(5), 782–789.
- Bertoldi, P., Diluiso, F., Castellazzi, L., Labanca, N., & Serrenho, T. (2018). Energy consumption and energy efficiency trends in the EU-28 2000-2015. *JRC Report, European Commission*.
- Bodansky, D. (2007). *Nuclear energy: principles, practices, and prospects*. Springer Science & Business Media.
- Conefrey, T., Fitz Gerald, J. D., Valeri, L. M., & Tol, R. S. (2013). The impact of a carbon tax on economic growth and carbon dioxide emissions in Ireland. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(7), 934–952.
- Dell'Anna, F. (2021). Green jobs and energy efficiency as strategies for economic growth and the reduction of environmental impacts. *Energy Policy*, 149, 112031.
- Elering. (2023). *Taastuenergia toetus*. Kasutatud 25. aprill 2023
<https://elering.ee/taastuenergia-toetus>
- European Commission. (2022). *Renewable energy targets*. Kasutatud 20. november 2022
https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en

- European Commission. (2023). *REPowerEU: affordable, secure and sustainable energy for Europe*. Kasutatud 25. aprill 2023 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
- Eurostat. (2022a). *Energy statistics – an overview*. Kasutatud 14. detsember 2022 https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption
- Eurostat. (2022b). *Renewable energy statistics*. Kasutatud 14. detsember 2022 https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics
- Eurostat. (2022c). *From where do we import energy?* Kasutatud 12. november 2022 <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>
- Eurostat. (2022d). *Share of energy from renewable sources*. Environment and energy. Kasutatud 8. november 2022 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN_custom_3798512/default/table
- Eurostat. (2022e). *GDP main components (output, expenditure and income)*. Economy and finance. Kasutatud 8. november 2022 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_GDP_custom_3796483/default/table
- Eurostat. (2022f). *Energy efficiency*. Environment and energy. Kasutatud 9. november 2022 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_EFF_custom_3808162/default/table
- Eurostat. (2022g). *Main GDP aggregates per capita*. Economy and finance. Kasutatud 8. november 2022 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_PC_custom_3798629/default/table
- Eurostat. (2022h). *Final energy consumption in industry – detailed statistics*. Kasutatud 25. aprill 2023 [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Final_energy_consumption_in_industry_-_detailed_statistics#:~:text=Energy%20products%20used%20in%20the%20industry%20sector,-In%202020%2C%20electricity&text=Renewables%20and%20biofuels%20accounted%20for,%25%20\(see%20Figure%201\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Final_energy_consumption_in_industry_-_detailed_statistics#:~:text=Energy%20products%20used%20in%20the%20industry%20sector,-In%202020%2C%20electricity&text=Renewables%20and%20biofuels%20accounted%20for,%25%20(see%20Figure%201))
- Eurostat. (2023i). *Capital stock based productivity indicators at industry level*. Kasutatud 25. aprill 2023 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_CP_A21_custom_5708786/default/table
- Euroopa Parlamendi ja nõukogu 21. detsembri 2018 aasta direktiiv 2018/2001/EU, mis käsitleb Euroopa Liidu edendamist taastuvenergia tarbimise suurendamises.

- Gradus, R., & Smulders, S. (1993). The trade-off between environmental care and long-term growth—pollution in three prototype growth models. *Journal of Economics*, 58(1), 25–51.
- Hall, C., Lambert, J., & Balogh, S. (2014). EROI of different fuels and the implications for society. *Energy Policy*, 64, 141–152.
- He, P., Zhang, Y., Yuan, Y., Qiao, Y., Xin, L., & Zou, X. (2019). The relationship between environmental taxation, environmental performance and economic growth: comparative study of Sweden and China 1985-2016. *Ekoloji*, 28(107), 401–410.
- He, P., Ya, Q., Chengfeng, L., Yuan, Y., & Xiao, C. (2021). Nexus between Environmental Tax, Economic Growth, Energy Consumption, and Carbon Dioxide Emissions: Evidence from China, Finland, and Malaysia Based on a Panel-ARDL Approach. *Emerging Markets Finance & Trade*, 57(3), 698–712.
- Investopedia. (2022). *Energy return on investment (EROI): Overview, Calculations*. Kasutatud 8. november 2022 <https://www.investopedia.com/terms/e/energy-return-on-investment.asp>
- Krumgolts, A. (2023). Lõputöö andmed ja toorväljavõted. Kasutatud 11. mai 2023 <https://drive.google.com/drive/folders/1FGGBksQJIQspXFtEoTLfKR-1xysi2kTI?usp=sharing>
- Li, R., & Leung, G. C. (2021). The relationship between energy prices, economic growth and renewable energy consumption: Evidence from Europe. *Energy Reports*, 7, 1712–1719.
- Mahmood, T., & Ahmad, E. (2018). The relationship of energy intensity with economic growth: Evidence for European economies. *Energy strategy reviews*, 20, 90–98.
- Marques, A., & Fuinhas, J. (2012). Is renewable energy effective in promoting growth? *Energy Policy*, 46, 434–442.
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy economics*, 33(2), 257–263.
- Murphy, D. J., & Hall, C. A. (2010). Year in review—EROI or energy return on (energy) invested. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185(1), 102–118.
- Naqvi, S., Wang, J., & Ali, R. (2021). Towards a green economy in Europe: Does renewable energy production has asymmetric effects on unemployment? *Environmental Science and Pollution Research*, 29(13), 18832–18839.
- OECD. (2022a). Average annual hours actually worked per worker. Labour. Kasutatud 2. detsember 2022 <https://stats.oecd.org/#>
- OECD. (2022b). Environmentally related tax revenue. Environment. Kasutatud 8. november 2022 <https://stats.oecd.org/#>

- Pirlogea, C., & Cicea, C. (2012). Econometric perspective of the energy consumption and economic growth relation in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5718–5726.
- Rafindadi, A. A., & Ozturk, I. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130–1141.
- Reynolds, D. B. (1994). Energy grades and economic growth. *The Journal of Energy and Development*, 19(2), 245–264.
- Śmiech, S., & Papież, M. (2014). Energy consumption and economic growth in the light of meeting the targets of energy policy in the EU: The bootstrap panel Granger causality approach. *Energy Policy*, 71, 118–129.
- Stern, D. I. (2011). The role of energy in economic growth. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 26–51.
- Trading Economics. (2023). *Poland industrial production*. Kasutatud 25. aprill 2023
<https://tradingeconomics.com/poland/industrial-production>

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks²

Mina Anna Krumgolts

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vaheline seos euroopa liidu riikide näitel, mille juhendaja on Natalia Levenko.

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

11.05.2023 (kuupäev)

² Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.