

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Carol Kuuskman

**TAASTUVENERGIA TARBIMISE MÕJU
MAJANDUSKASVULE EUROOPA LIIDU RIIKIDE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Õppekava rakenduslik majandusteadus, peeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Heili Hein, MA

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 7003 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Carol Kuuskman 11.05.2023

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE.....	4
SISSEJUHATUS	5
1. ÜLEVAADE TAASTUV- JA MITTETAASTUVAST ENERGIAST EUROOPA LIIDUS	7
1.1. Energiaallikate liigitus ja omadused	7
1.2. Erinevate energiaallikate kasutamine Euroopa Liidu 27 liikmesriigis	10
1.3. Majanduskasvu, taastuvate ning mittetaastuvate energiaallikate seos	13
2. ANDMED JA METOODIKA	16
2.1. Andmete kirjeldus.....	16
2.2. Kirjeldav statistika.....	22
2.3. Uurimismetoodika kirjeldus	24
3. ANDMEANALÜÜS	26
3.1. Andmeanalüüsi tulemused.....	26
3.2. Andmeanalüüsi järeldused.....	30
KOKKUVÕTE	32
SUMMARY.....	34
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	36
LISAD	42
Lisa 1. Gretlis korrelatsioonimaatriksi teine versioon.....	42
Lisa 2. Gretli mudeli aruanded	43
Lisa 3. Töö andmestik	44
Lisa 4. Lihtlitsents	45

LÜHIKOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on mõista, millist mõju avaldab taastuva ja mittetaastuva energia tarbimine majanduskasvule Euroopa Liidu 27 riigis. Peamiseks hüpoteesiks on, et taastuenergia tarbimine mõjutab majanduskasvu positiivselt. Uurimisprobleemiks on, kuidas mõjutavad taastuvate ja mittetaastuvate energiaallikate tarbimine Euroopa Liidu 27 riigi majanduskasvu. Uurimisprobleemi lahendamiseks uuritakse varasemat teaduskirjandust, millest lähtuvalt püstitatakse uurimisküsimused.

Peamiselt kasutatakse töös Eurostati andmebaasi, kuid sobiva andmestikuga andmetabelite leidmiseks kasutati ka Maailmapanga andmebaasi. Töös koostatakse regressioonanalüüsi Euroopa Liidu 27 riigi kohta. Vaatluse aluseks perioodiks valiti aastad 2004–2021, sest selle ajaperioodi kohta oli piisav andmestik olemas. Töös kasutatakse sõltumatute muutujatena fossiilkütuste ja taastuenergia osakaalu kogu energia lõpptarbimisest, valitsuse kulutused haridusele, kapitali kogumahutavus põhivarasse (investeeringud) ning kaupade ja teenuste eksporti SKP-st. Sõltuvaks muutujaks võetakse käesolevas bakalaureusetöös majanduskasv.

Mudeli tulemustest selgus, et parimaks mudeliks osutus kahesuunaline fikseeritud efektiga mudel kasutades ajaefekti ja kohandatud standardvigu. Antud mudeli selgitusvõime oli 71% ning kõik mudelisse kaasatud sõltumatud muutujad olid statistiliselt olulised, v.a. ajaefekt 2005. aastal ja konstant. Mudelist selgus, et majanduskasvu ja taastuenergia vaheline seos on negatiivne, seega töös püstitatud hüpotees antud valimi ja perioodi juures kinnitust ei leidnud.

Võtmesõnad: Majanduskasv, taastuenergia, fossiilkütused, valitsuse kulutused haridusele, eksport, GFCF, paneelandmete analüüs

SISSEJUHATUS

Taastuvenergia on viimastel aastatel pakkunud väga palju kõneainet Euroopa Liidus (edaspidi EL) ja maailmas laiemalt. Taastuvenergia alla kuulub peamiste allikatena tuul, päike, vesi, mõõn, maasoojus, prügilagaas, biogaas ja biomass (Elering, 2021). Mittetaastuva energia alla liigituvad erinevad fossiilkütused nagu nafta, põlevkivi ja süsi ning ka tuumaenergia. Enamik praegusest maailma energiavajadusest tuleneb mittetaastuvast energiast ning seda ligi 81% ulatuses ning vaid 1,7% tuleb taastuvatest energiaallikatest (Usman & Makhdum 2021).

Euroopa riigid on teinud jõupingutusi saavutamaks suurem taastuvenergia osakaal. Nimelt toodeti aastal 2018 Euroopa Liidus taastuvatest energiaallikatest 18% Euroopa Liidu energia lõppkasutusest ning aastal 2004 oli see osakaal vaid 8,5% (Smolović *et al.*, 2020). Käesoleva töö teema on aktuaalne, sest Euroopa Liit on seadnud 2030. aastaks siduvad eesmärgid, milleks on taastuvate energiaallikate osakaalu saavutamine EL-i energiaallikate jaotuses vähemalt 32% (Euroopa Komisjoni teatis ...). Olukorras, kus liikmesriikidel tuleb pingutada, et see eesmärk saavutada, tekib küsimus, kui suurt mõju avaldab see liikmesriikide majandusele. Majanduse käekäigu hindamiseks kasutatakse töös majanduskasvu. Praeguses keerulises majandussituatsioonis, mida iseloomustab kõrge inflatsioon ning pärsitud majanduskasv, on oluline teadvustada, milline on taastuvenergia suurema kasutuselevõtu mõju majandusele.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on mõista, millist mõju avaldab taastuva ja mittetaastuva energia tarbimine majanduskasvule Euroopa Liidu 27 riigis. Peamiseks hüpoteesiks, millele käesolev töö kinnitust otsib, on, et taastuvenergia tarbimine mõjutab majanduskasvu positiivselt. Uurimisprobleemiks on, kuidas mõjutavad taastuvate ja mittetaastuvate energiaallikate tarbimine Euroopa Liidu 27 riigi majanduskasvu. Uurimisprobleemi lahendamiseks uuritakse varasemat teaduskirjandust, millest lähtuvalt püstitatakse uurimisküsimused.

Uurimisküsimused

- 1) Milline on taastuenergia ja fossiilkütuste tarbimise seos majanduskasvuga Euroopa Liidu 27 riigi näitel?
- 2) Kas aastaks 2030. on reaalne saavutada taastuenergia allikate osakaal vähemalt 32%?

Peamiselt kasutatakse töös Eurostati andmebaasi, kuid sobiva andmestikuga andmetabelite leidmiseks kasutati ka Maailmapanga andmebaasi. Töös koostatakse regressioonanalüüsi Euroopa Liidu 27 riigi kohta. Vaatluse aluseks perioodiks valiti aastad 2004–2021, sest selle ajaperioodi kohta oli piisav andmestik olemas. Regressioonanalüüsi käigus testitakse erinevaid mudeleid ning valitakse välja see mudel, mis kirjeldab valitud muutujate vahelist seost kõige paremini. Töös kasutatakse sõltumatute muutujatena fossiilkütuste ja taastuenergia osakaalu kogu energia lõpptarbimisest, valitsuse kulutused haridusele, GFCF (ingl k *gross fixed capital formation*) ning kaupade ja teenuste eksporti SKP-st. Sõltuvaks muutujaks võetakse käesolevas bakalaureusetöös majanduskasv. Töös koostatakse kõikide sõltumatute muutujate kohta andmete kirjeldav statistika.

Antud töö koosneb kolmest peatükist. Esimeses peatükis tuginetakse varasemale kirjandusele ning tutvustatakse majanduskasvu, taastuenergia ja selle kasutamist ning lisaks antakse ülevaade ka teistest majanduskasvu mõjutatavatest teguritest ning nende vahelistest seostest EL 27 riigis. Teises peatükis tuuakse välja, milliste meetoditega antud uurimus läbi viiakse, kirjeldatakse andmestikku ning sõltumatuid ja sõltuvat muutujat. Kolmandas peatükis kirjeldatakse, kuidas andmeanalüüs täpsemalt läbi viidi ning milline mudel kirjeldas kõige paremini majanduskasvu, taastuenergia ning muude kontrollmuutujate seost EL 27 riigis. Peale selle tuuakse kolmandas peatükis ka välja andmeanalüüsi tulemused ning tehakse järeldused.

1. ÜLEVAADE TAASTUV- JA MITTETAASTUVAST ENERGIAST EUROOPA LIIDUS

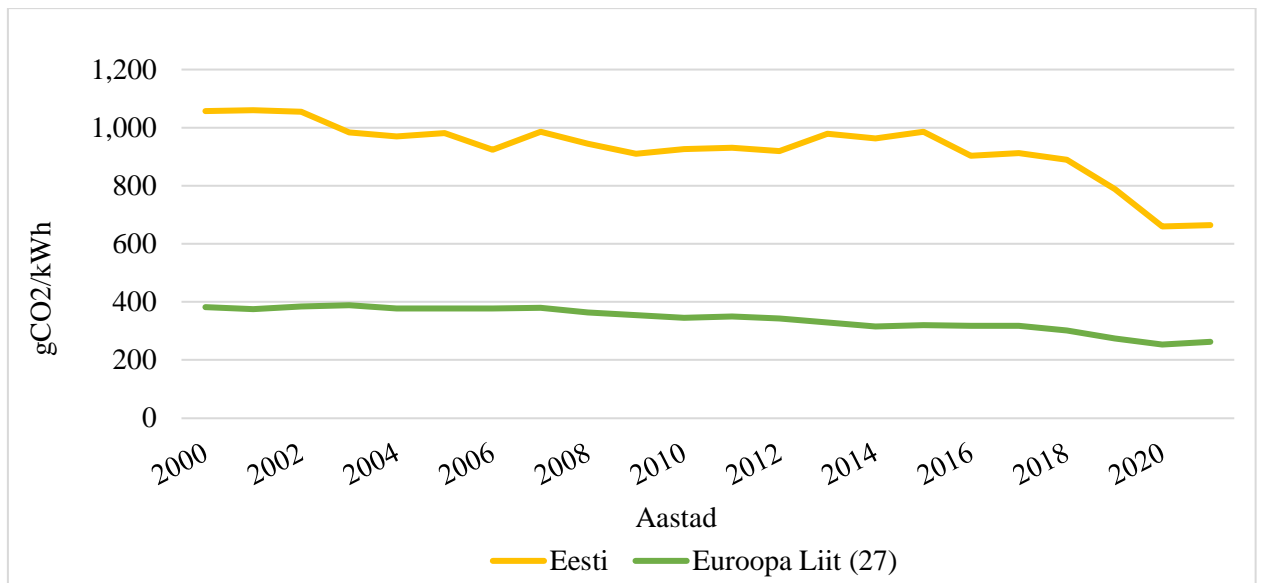
1.1. Energiaallikate liigitus ja omadused

Taastuvad energiaallikad köidavad kasutajate tähelepanu oma omadustega. Pidev nõudluse kasv nafta järele, süsinikuheite väga suur kogus ja liigne sõltuvus teistest riikidest on vaid mõned tegurid, mille tõttu on taastuvaid energiallikaid aina rohkem väärtustama hakatud. (Aneja *et al.*, 2017) Taastuvenergia on energiaallikas, mis on toodetud looduslike tootmisfaktorite poolt. Looduslike energiaallikaid on väga mitmeid. Alustades otse päikeselt tulenevatest allikatest nagu soojus, fotokeemia ja fotoelekter kui ka kaudselt nagu tuul, biomassi salvestatud fotosünteesiline energia ja hüdroenergia. Samuti liigitub taastuvenergia alla ka muudest keskkonna looduslikest liikumistest pärit energiad nagu geotermiline ja loodete energia. (Ellabban *et al.*, 2014; EL direktiiv 2018/2001/EL) Lisaks on Eleringi (2021) kodulehel välja toodud peale eelmainitute taastuvenergiaallikate veel ka biogaas, biomass ja prügilagaas. Loodete energia on eelmainitutest kõige vähem tuntud. Nimelt on loodete energia põhjustajaks Maa, Kuu ja Päikese gravitatsiooniline külgetõmbejõud. Nende suhteline liikumine kutsub esile loodete liikumised nii maailma ookeanides kui ka meredes. (Nicholls-Lee *et al.*, 2008).

Taastuvad energiaallikad on omavahel väga tihedalt seotud. Nimelt on taastuvate ressursside kasutamise eeliseks see, et taastuvad energiaallikad on geograafiliselt jaotunud nii, et ka arengumaadel on võimalus toota stabiilse kuluga elektrit pikemas perspektiivis. Teadagi kasutatakse päikseenergia salvestamiseks päiksepaneeli ning tuule muundamiseks elektriks tuulikuid. Näiteks mõjutab päikeselt kiirgav soojus tuuli, mistõttu ongi kasutusel tuuleturbiinid. Päikse ja tuule koosmõjul tekib vee aurumine ning kui vee aur peaks muutuma lumeks või vihmaks, on seda omakorda võimalik püüda hüdroelektrienergia jaamades energiaks muundades. (Alrikabi, 2014)

Kindlasti tekitab mitmeid küsimusi, mis päikselt, tuulest ja veest saadud energiaga peale hakata, siis tegelikult saab elektrienergiat kasutada praktiliselt kõikjal. Alrikabi (2014) on oma uurimuses leidnud, et päikeseenergiat saab kasutada mitmesugustel eesmärkidel nagu näiteks kaubanduslik ja tööstuslik. Energiavaldkonnas on hetkel kõige väärtuslikumad energiaallikad päike ja tuul. Täiustades nii päikese, tuule kui ka vesiniku energiasid, võiksid need tulevikus olla isegi veel väärtuslikumad energiaallikad, kui nad seda on praegu. (Alrikabi, 2014) Mõistagi on päikese, tuule ja vee energia sedasorti energiatüübid, mis ei lõppe kunagi Maal otsa ning ühtlasi on need ka kõikide eelmainitud energiaallikate kõige suuremaks positiivseks omaduseks. Päikeseenergiat saab kasutada näiteks otse kodude või muude hoonete kütmiseks ja valgustamiseks. Samuti on võimalik salvestada ja toota päikeseenergia abil ka uut elektrit päikesepaneelide läbi, lisaks veel soojendada vett ning ühtlasi on võimalik ka kasutada seda jahutamiseks.

Lisaks päikese kaudu toodetavale energiale toodetakse energiat palju ka tuulest. Tuuleenergia kasutamine aitab mõistagi vähendada CO₂ emissioonide hulka ning on ka varasemaid uurimusi, kus on leitud, et eelmainitud energialiigi kasutamine suurendab töökohtade arvu. Peale selle tuuakse välja tuuleenergia kasutamise positiivsete külgedena veel energiasõltuvuse vähendamist teistest riikidest, energiaallikate mitmekesistamist ja säästva arengu propageerimist. (Mostafaeipour, 2010). Mõeldes, milliseid energiaallika liike võib tänapäeval Euroopa Liidu riikides näha, siis võib välja tuua, et Euroopas on üsna laialt levinud hüdroelektrijaamad. Hüdroelekter on samuti üks taastuvatest energiaallikaliikidest. Nagu päikese- ja tuuleenergia muudamisel elektriks on ka hüdroenergial nii positiivseid kui negatiivseid külgi. Positiivse mõjuna saab hüdroelektrijaamade puhul välja tuua CO₂ väikse koguse, see-eest aga negatiivne mõju avaldub kaudse mõjuna ökosüsteemile. Kõige suurem negatiivne mõju esineb kaudselt pinnase erosioonis. (Li *et al.*, 2022) Alljärgneval joonisel 1 on välja toodud CO₂ emissioonikogus Euroopa Liidu 27 riigis ning võrdluseks on lisatud ka Eesti. Jooniselt on näha, et Euroopa Liit on suutnud hoida tervikuna CO₂ taset vähenemas, kuid Eestis on olukord olnud muutlikum. Suures plaanis liigutakse siiski madalama CO₂ taseme poole.



Joonis 1. CO₂ emissioonikogus Euroopa Liidu 27 riigis ja Eestis
Allikas: Carbon intensity of electricity, 2000 to 2021 (2021)

Viimastel aastatel on kodumajapidamised proovinud üha enam leida erinevaid võimalusi, kuidas vähendada elektrikulusid. Taastuvatest energiaallikatest on kõige laialdasemalt erakasutuses päikesepaneelid, mis paigaldatakse näiteks majade katustele. Päikesepaneel ise on sellist tüüpi elektrijaam, mis ei eralda kasvuhoonegaase ega ole muul moel keskkonnale kahjulik. Samuti kasutatakse päikesepaneeli ka tööstuslikel eesmärkidel ning sellisel juhul paigaldatakse päikesepaneelid näiteks põldudele ning neid on kordades rohkem, võrreldes tavalise kodumajapidamisega. Lisaks eelmainitud positiivsetele aspektidele saab veel välja tuua, et sellist tüüpi elektrijaama töötamise ajal ei eraldu inimestele ega loomadele hingamisprobleeme tekitavaid osakesi ega raskemetalle nagu näiteks plii, mis tekib fossiilkütuste kaevandamisel. Negatiivseteks külgedeks on päikesepaneelidel loomastiku ja taimestiku hävitamine päikesepaneeli rajatavas asukohas ning peale selle ka nende üsna kallis hind. Samuti loetakse negatiivseks kaudseks mõjuks ka päikesepaneelidega seotud transpordikulud. (Vezmar *et al.*, 2014)

Taastuvate energiaallikate kõrval on mitmeid aastakümneid juba kasutatud ka mittetaastuvaid energiaallikaid. Mittetaastuvate energiaallikate alla kuuluvad näiteks söe-, nafta-, tuuma- ja gaasienergia (Furlan & Mortarino, 2018). Mõistagi on mittetaastuvad energiallikad jõudnud oma eluea viimasesse faasi, kus neid ei ole enam piisavalt jätkusuutlikku tulevikku silmas pidades. Fossiilkütuste ressursside rohkus on loonud sellise majanduse, mis sõltub tugevalt loodusvarade sektorist (Amri, 2017).

1.2. Erinevate energiaallikate kasutamine Euroopa Liidu 27 liikmesriigis

Euroopa Liit on kohustuslikud tegevused üles märkinud lepingutega. Euroopa Liidu toimimise lepingu artiklis 194 on välja toodud, et EL energiapoliitika üks eesmärgid on taastuvenergia edendamine (Consolidated ..., 2012). 2016. aastal novembris avaldas Euroopa Komisjon kaheksast seadusandlikust aktist koosneva kogumi „Puhas energia kõigile eurooplastele“ – ühtlasi kutsutakse seda ka talvepaketi. See pakett käsitleb energiapoliitika raamistikku perioodil 2020–2030. (Papież *et al.*, 2019) Taastuvenergia kasutamine on üha olulisem just seetõttu, et aastaks 2030 on Euroopa Liit sätestanud täiendavaid nõuded. 2018. aasta detsembris jõustus uus taastuvenergia direktiiv (2018/2001/EL), millega sätestati Euroopa Liidule uus siduv eesmärk saavutada aastaks 2030 taastuvate energiaallikate osakaal EL-i energiaallikate jaotuses vähemalt 32%. Samuti oli ka siduvaks eesmärgiks vähendada EL riikides 2030. aastaks kõigis majandusharudes kasvuhoonegaaside heidet vähemalt 40% võrreldes 1990. aastaga (EL määrus 2018/1999/EL). Seejuures on Euroopa Liit eeldanud eelmainitud paketi, et aastaks 2050. saavutatakse taastuvenergia osakaal 100% ehk EL tervikuna on kliimanetraalne (Mišek *et al.*, 2022).

Euroopa Liidus on 27 riiki, kes on ühinenud Euroopa Liidu poolt välja töötatud ideega vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside heidet kõikides majandusharudes vähemalt 40% võrreldes 1990. aastaga. Aastal 2020 oli Euroopa Liidu üldine kasvuhoonegaaside heite tase 34% madalam võrreldes 1990. baasaastaga, tonnides on see 1,94 miljardit tonni CO₂-te (süsinikdioksiidi ekvivalenti) vähem (Continued ..., 2021).

Madalam CO₂ tase on jätkusuutliku tuleviku jaoks oluline, sest selle tõttu suudetaks vältida planeedi liiga kiiret soojenemist. Taastuvenergia laialdasemaks kasutuselevõtuks on vaja väga hästi läbimõeldud infrastruktuuri. Praeguse majanduse ümberstruktureerimine hoopis uue energialiigi suhtes, milleks on taastuvenergia, on mõistagi keeruline protsess. Paljud riigid ise, ka EL üldiselt, arutlevad selle üle, kuidas taastuvenergia kasutuselevõtt mõjutab muid olulisi majandussektoreid nagu tööhõive ja SKP. (Valadkhani & Nguyen, 2019) Seoses Euroopa Liidu poolt kehtestatud nõuetega aastateks 2030. saavutada taastuvate energiaallikate osakaal EL-i energiaallikate jaotuses vähemalt 32% ning aastaks 2050 saavutada kliimanetraalsus, on riigid teinud nii mõndagi. Taastuvenergia kasutamine mõjub igale Euroopa Liidu riigile erinevalt, sest kasutuselevõtu kulud ja tõhususe tase on riigiti väga erinev. Enamikel Euroopa Liidu riikidel maagaasile ja üleüldiselt taastuvatele energiallikatele ülemineku netomõju olnud positiivne. Eelkõige on see üleminek mõjunud positiivselt just tööhõivele, võrreldes näiteks EL-i riike

Austraaliaga, kus eelmainitud tegevuste järelmõju oli negatiivne. (Valadkhani & Nguyen, 2019) Samuti avaldab taastuvenergia positiivset mõju pikemas vaateaknas veel tööstuse konkurentsivõimele ja regionaalsele arengule. Mainimata ei saa jätta ka seda, et taastuvenergia asendab suurenes osas ka fossiilseid kütuseid, mistõttu saavad osad EL riigid vähem nafatasaaduseid importida. Läbi fossiilkütuste asendamise suurenevad ka riikide maksebilansid, mis on vägagi positiivne tulemus. (Kaygusuz *et al.*, 2007)

Mõistagi kõik direktiivid ja eesmärgid, mis EL vastu võtab, mõjutavad ka liikmesriikide majandust. Taastuv- ja mittetaastuv energia mängivad maailma majanduses suurt rolli. Nimelt pakuti Euroopa Komisjoni poolt välja ÜRO COP25 kliimatippkohtumisel Madridis kliimastrateegia ehk teisisõnu roheline kokkulepe. Selle kliimastrateegia eesmärgiks on saavutada 2050. aastaks Euroopa Liidus süsinikdioksiidivaba keskkond ehk muutuda kliimaneutraalseks (Tutak *et al.*, 2021). Samuti tehti ka vahepealseid eesmärgi, et 2030. aastaks peaks olema taastuvenergia osa EL-i energiavalikus vähemalt 32% (Musiał *et al.*, 2021). Kõige enam vajaks muutust transpordisektor, sest mõistagi liiguvad enamik sõidukeid mittetaastuvenergiast toodetud kütuse abil, milleks on fossiilkütus. Viimastel aastatel on jõudsalt kasvanud ka hübriid- ja elektriautode kasutamine, kuid arvestades seda, kui väike osa kogu Euroopa Liidu elanikkonnast on valinud eelmainitud kütuseliigiga autod, on nende mõju veel üsna väike. Keskkonnasäästlike autode ostu motiveerimiseks pakkus 2020.–2021. aastal Eesti Keskkonnainvesteeringute keskus välja toetuse, mis oli suurusjärgus 5000 eurot ühe soetatud elektriauto kohta. Toetuse saamiseks oli ka muid tingimusi, näiteks tuleb autoga 4 aasta jooksul sõita vähemalt 80 000 km. (Riik toetab ..., 2022)

Kõikide EL poolt sätestatud nõuete valguses on kogu maailmas aina rohkem püüdnud tähelepanu mõtteviis säästev areng. Juba 1992. aastal Rio de Janeiro toimunud ÜRO tippkohtumisel tõusis säästev areng rahvusvahelise poliitika üheks olulisemaks temaks. Burtlandi komisjon tegi ettepanku aastal 1987, et säästva arengu tähendus võiks olla järgmine – „jätkusuutlik areng on areng, mis rahuldab Euroopa Liidu vajadusi olevikus ilma tulevikuvajadusi rahuldamata“. (Chichilnisky, 1997, lk 468) Mitukümmend aastat hiljem on EL jõudnud tasemele, kus liikmesriikide teadlikkust taastuvenergia vajalikkusest on piisavalt tõstetud ning seetõttu on taastuvenergia osakaal Euroopa Liidus viimastel aastatel märkimisväärselt kasvanud. Täpsemalt on taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaal summaarses energia lõpptarbimisest viimastel aastatel peaaegu kahekordistunud: 2004. aastal oli see 8,5% ja 2016. aastal juba 17,0%. Kõige olulisemad taastuvad energiaallikad on EL riikides olnud aastakümneid puit, muud tahked

biokütused ja taaskasutatavad jäätmed. 2016. aastal oli kõige olulisemaks taastuvaks energiaallikaks hüdroenergia. 2016. aastal oli puidu, tahkete biokütuste ja taaskasutatavate energiaallikate osakaal esmatootmisel 49,4%. Edetabeli järgmistel astmetel võis näha hüdroenergiat ja tuuleenergiat. Üha enam on räägitud ka tõusu ja mõõna energiast, kuid 2016. aasta seisuga on vajalik tehnoloogia olemas vaid kahel riigil, milleks on Prantsusmaa ja Brexiti käigus Euroopa Liidust lahkunud Ühendkuningriik. (Eurostat, 2019) Seoses EL ettepanekuga aastaks 2020 saavutada 20% taastuenergia osakaal energia summarsest lõpptarbimisest on mitmed riigid püüdnud teha oma parima selle eesmärgi täitmiseks. Siinkohal saab näiteks tuua Rootsi, kelle tulemuseks 2016. aastal energia lõpptarbimisest kasutada taastuvaid energiaallikaid oli 53,9%. Järgmisel kohal oli Soome 38,7% ning Läti, kelle taastuenergia osakaal energia summaarsest lõpptarbimisest oli 37,2%. Kõige väiksemate taastuenergia osakaaludega energia summaarsest lõpptarbimisest olid Luksemburg (5,4%), Malta (6,0%) ja Belgia (8,7%). 2019. aasta seisuga olid mõned riigid, kes suutsid eesmärgi juba varem kui plaanitud ületada ning nendeks riikideks olid Eesti, Rootsi ja Horvaatia. (Eurostat, 2019)

Selleks, et üleüldiselt maailmas saaks hakata laialdasemalt kasutama taastuvaid energiaallikaid, on vaja luua jätkusuutlik infrastruktuur kogu Euroopasse, kuid mõistagi esitab see inimkonnale suuri väljakutseid. 2023. aastaks on Euroopa Liit teinud suuri samme rohelisema tuleviku suunas. EL on ehitanud juba mitmed väärtuslikud elektrijaamad, kus saab toota elektrit taastuvatest energiaallikatest. Euroopa Liidu taastuenergia jaoks vajaminev infrastruktuur on maailmas esikohal oma võimsuse poolest. Euroopa taastuenergiatööstus on juba jõudnud 10 miljardi euro suuruse aastakäibeni ja annab tööd 200 000 inimesele (Kaygusuz *et al.*, 2007). Taastuenergia jaoks vajaminev tehnoloogia ei ole sedavõrd võimas, kui seda on aastakümneid kasutatud taastumatute energiaallikate oma. Kuigi taastuenergia tehnoloogia installeeritud võimsus ühiku kohta on kapitalimahukam, siis välditud väliskulusid arvesse võttes osutub taastuenergiasse investeerimine ühiskonnale odavamaks võrreldes ettevõtete investeringutega tavaenergiasse (Kaygusuz *et al.*, 2007).

Teatavasti kasutatakse hetkel kõige enam just taastumatuid energiaallikaid, sest selleks vajaminevat infrastruktuuri on nüüdseks ehitatud juba mitukümmend aastat. Hetkel on kasutusel suurel hulgal mittetaastuvatest energiallikatest toodetud energia, mis ulatub kogu maailmas ligi 81%-ni, mis teeb inimeste järeltulijate elu paarisaja aasta pärast Maal keeruliseks või lausa võimatuks. Kõigest 1,7% tuleb taastuvatest energiallikatest, mis on liiga väike osakaal saavutamaks tuleviku perspektiivis elamiskõlblik planeet. (Usman & Makhdam, 2021) Selle

parandamiseks on teinud erinevad riigid erinevaid tegevusi nagu elektriautode ostu toetused ning elektribusside ja -trollide laialdasem kasutuselevõtt.

1.3. Majanduskasvu, taastuvate ning mittetaastuvate energiaallikate seos

Kõik energialiigid avaldavad teatavat mõju riikide majandusele ning eelkõige riikide SKP-le. Energiaallikad on pälvinud nõnda palju tähelepanu, sest fossiilkütuste edasise kasutamise kindlus väheneb iga aastaga aina enam. Taastumatute energiaallikate (eelkõige nafta) hinnad on väga muutlikud ning võrreldes viimaste aastatega ka praegu ühed kõrgemad. Samuti erinevad keskkonnamõjud, mis tulenevad taastumatute energiaallikate töötlemisel, on viimastel aastatel just Euroopa Liidu poolt püüdnud palju tähelepanu. Nagu ka eelnevalt mainitud, on EL seadnud uusi eesmärgi tulevasteks aastateks ning võtnud vastu uusi seadusi, mis mõjutavad taastumatute energiaallikate kasutamist tulevikus. Aspergis ja Payne (2012) on oma töös leidnud, et just kallinenud ja muutlikud hinnad taastumatutel energiaallikatel ning fossiilkütustest tulenev kasvuhoonegaaside heitkogus on põhjused, miks taastuvenergia on viimasel ajal suure tähelepanu all. Rahvusvahelise energia väljavaate (2010) prognooside kohaselt on taastuvenergia kõige kiiremini kasvav energiaallika liik maailmas (Outlook, 2010). Ajavahemikus 2007–2035 kasvab taastuvenergia kasutamine maailmas elektri tootmiseks keskmiselt 3% aastas ning selle tarbimine 2,6% aastas. (Aspergis & Payne, 2012)

Sel teemal on uurimuse koostanud mitmed autorid ning samuti on leitud ka teistes uuringutes, et taastuvenergia mõjutab majandust ja majanduskasvu. Sahlian *et al.* (2021) on oma uurimuses leidnud, et kõik taastuvenergia liigid võivad majanduskasvule mõjuda positiivselt. Samuti nende uuring leidis, et üldiselt energiatarbimine mõjutab majanduskasvu positiivselt. Euroopa Liidu riikide põhjal läbiviidud eelnevate uuringute kohaselt mõjutab taastuvenergia tarbimine majanduskasvu positiivselt ning see on pikas perspektiivis statistiliselt oluline tegur. Lühiajaliselt osutus taastuvenergia tarbimise mõju majandustegevusele uutes liikmesriikides negatiivseks ning kahjuks ei esinenud ka statistilist olulisust riikides, kes olid juba varasemalt EL liikmesriigid. (Smolović *et al.*, 2020)

Ntanos *et al.* (2018) uuris 25 Euroopa riigi taastuvenergia tarbimise seost majanduskasvuga. Nimelt leiti, et riigid, kus SKP algne tase on kõrgem, kasutavad rohkem taastuvaid energiaallikaid, võrreldes riikidega, kelle esialgne SKP tase oli madalam. See-eest Marques ja Fuinhas (2012)

leidsid 24 Euroopa riigi andmetel perioodil 1990–2007, et mitmed energiaallikad mõjutavad siiski majanduskasvu ning et taastuenergia võib majanduskasvu mõjutada nii positiivselt kui ka negatiivselt. Lisaks Ntanosele leiti varasematest uuringutest, et tegelikult võib naaberriikide SKP mõjutada teineteist. Varem läbiviidud uuringus uuriti Euroopa 27 riigi ruumilist sõltuvust aastatel 1991–2015 ning uuringu tulemused olid üllatavad. Olukorras, kus ühe riigi taastuenergia tarbimine suureneb 1% võrra, suureneb naaberriikide majanduskasv kuni 0,054% võrra. (Chica-Olmo *et al.*, 2020) Sarnastele tulemustele on jõudnud ka teised varasemad autorid. Näiteks on ühes varasemas uurimuses leitud, et taastuenergia esmatootmise 1% kasv suurendab SKP-d elaniku kohta 0,05–0,06% (Armeanu *et al.*, 2017).

Peale eelmainitud uuringute on Bilan *et al.* (2019) viinud läbi analüüsi majanduskasvu ja taastuenergia vahel. Nimelt nende tulemused tõestasid seda, et taastuenergial on suur mõju EL-i regiooni majanduskasvule. Nimelt leiti, kui majandus kasvab, siis see omakorda toob endaga kaasa energiatarbimise kasvu just taastuenergia osas. See hüpotees ei leidnud kinnitust Euroopa Liidu liikmekandidaatide ja potentsiaalsete kandidaatide puhul. Nende töö peamiseks järeltuleks oli, et EL liikmesriigid peaksid hoogustama oma toetavat poliitikat taastuenergia sektori kiirema arengu edendamiseks. Seda just seetõttu, et vaadates pikemalt tulevikku, siis taastuenergiasektori areng suurendab SKP-d ning vähendab kasvuhoonegaaside heitkoguseid.

Alljärgnevalt on koostatud varasema kirjanduse põhjal kokkuvõtlik tabel 1, mis annab ülevaate, milliseid seoseid on eelnevad uuringud leidnud.

Tabel 1. Kokkuvõtlik tabel varasemast kirjandusest

Uuringu läbiviijad	Tulemused			
	taastuenergia mõjutab SKP-d positiivselt	taastuenergia mõjutab SKP-d negatiivselt	taastuenergia mõjutab majanduskasvu positiivselt	taastuenergia mõjutab majanduskasvu negatiivselt
Sahlian <i>et al.</i> (2021)	Jah	–	Jah	–
Smolović <i>et al.</i> (2020)	–	–	Jah	Jah
Ntanos <i>et al.</i> (2018)	Jah	–	Jah	–
Marques & Fuinhas (2012)	–	–	Jah	Jah
Chica-Olmo (2020)	Jah	–	Jah	–
Armeanu (2017)	Jah	–	Jah	–
Bilan (2019)	Jah	–	Jah	–

Allikas: Kuuskman (2023); tuginedes varasemale kirjandusele

Tabelist 1 selgub, et enamik autoreid on varasemast kirjandusest leidnud, et taastuenergia ja riikide SKP vahel esineb positiivne seos ning et taastuenergia siiski suurendab majanduskasvu. Mõned üksikud autorid on leidnud, et taastuenergia avaldab ikkagi kahepoolset mõju – nii positiivset kui negatiivset riikide SKP-le.

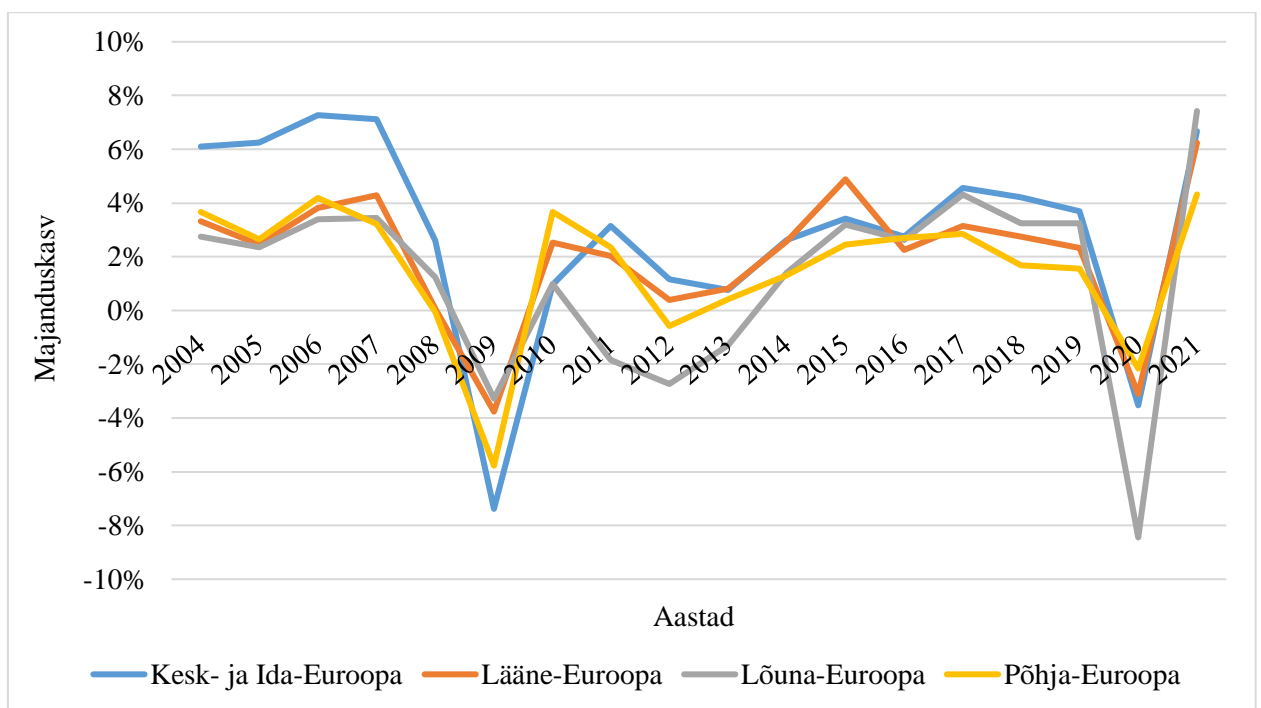
2. ANDMED JA METOODIKA

2.1. Andmete kirjeldus

Käesolevas bakalaureusetöös tuginetakse taastuenergia ja majanduskasvu seose uurimiseks sekundaarandmetele, mis on pärit Eurostati ja Maailmapanga andmebaasidest. Eurostatis on enamik vajalikke andmeid leitavad ning Maailmapanga andmebaasi kasutatakse seetõttu, et Eurostatis ei olnud osade EL riikide näitajat ekspordi kohta aastast 2004. Töös kasutatakse paneelandmeid ning perioodiks on valitud 2004–2021, sest just selles ajavahemikus olid kõikidel teguritel olemas arvvaartused. Samuti ei olnud varasemas kirjanduses eelmainitud perioodi uuritud. Töös tuuakse peatükis 2.2. välja andmete kirjeldav statistika. Andmed, mida on kasutatud andmeanalüüsis ning ka kirjeldavas statistikas, on leitavad täies mahus lisas 3. Töös võetakse vaatluse alla 27 riiki: Austria, Belgia, Bulgaaria, Eesti, Hispaania, Holland, Horvaatia, Iirimaa, Itaalia, Kreeka, Küpros, Leedu, Luksemburg, Läti, Malta, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Rootsi, Rumeenia, Saksamaa, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Taani, Tšehhi ja Ungari.

Mudeli koostamisel võttis töö autor aluseks varasema empiirilise kirjanduse. Mudelisse lisatakse veel olulisi tunnuseid varasema kirjanduse põhjal, kuid peamiseks muutujateks, mille vahel seost otsitakse, on taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest (%) ja majanduskasv (%). Mudeli sõltuvaks muutujaks on valitud majanduskasv ning sõltumatuteks muutujateks on valitud kapitali kogumahutavus põhivarasse ehk edaspidi GFCF ning kaupade ja teenuste eksport – sarnaseid tegureid kasutati ka Sahlian *et al.* (2021), Smolović *et al.* (2020) ja Ntanos *et al.* (2018) poolt nende uurimistöodes. Varasemate uuringute mudelites on võetud sõltumatuteks muutujateks Aneja *et al.* (2017) poolt mittetaastuva energia tarbimine ning Iqbal *et al.* (2022) poolt eksport. Seetõttu ka käesolevas töös lisatakse sõltumatute muutujate hulka fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest (%) ja kaupade ja teenuste eksport (%). Lisaks eelmainitutele lisatakse käesolevas töös mudelisse ka valitsuse kulutused haridusele suhtena SKP-sse. Eelmainitud näitajat kasutasid Maneejuk ja Yamaka (2021) oma uurimistöös.

Majanduskasv üks olulisemaid näitajaid selleks, et mõista, milline on riigi majanduse käekäik. Jooniste ülevaatlikkuse huvides on Euroopa jagatud nelja suuremasse piirkonda: Põhja-Euroopa, Kesk- ja Ida-Euroopa, Lääne-Euroopa ja Lõuna-Euroopa. Põhja-Euroopa alla kuuluvad riigid nagu Rootsi, Taani ja Soome. Lääne-Euroopa piirkonna hulka kuuluvad riigid nagu Prantsusmaa, Belgia, Holland, Luksemburg, Saksamaa, Iirimaa ja Austria. Kesk- ja Ida-Euroopa alla kuuluvad riigid nagu Bulgaaria, Horvaatia, Tšehhi, Eesti, Ungari, Läti, Leedu, Poola, Sloveenia, Rumeenia ja Slovakkia. Lõuna-Euroopa piirkonda kuuluvad riigid nagu Malta, Kreeka, Itaalia, Portugal, Küpros ja Hispaania. Joonisel 2 on välja toodud eelmainitud piirkondade keskmine majanduskasv perioodil 2004–2021.



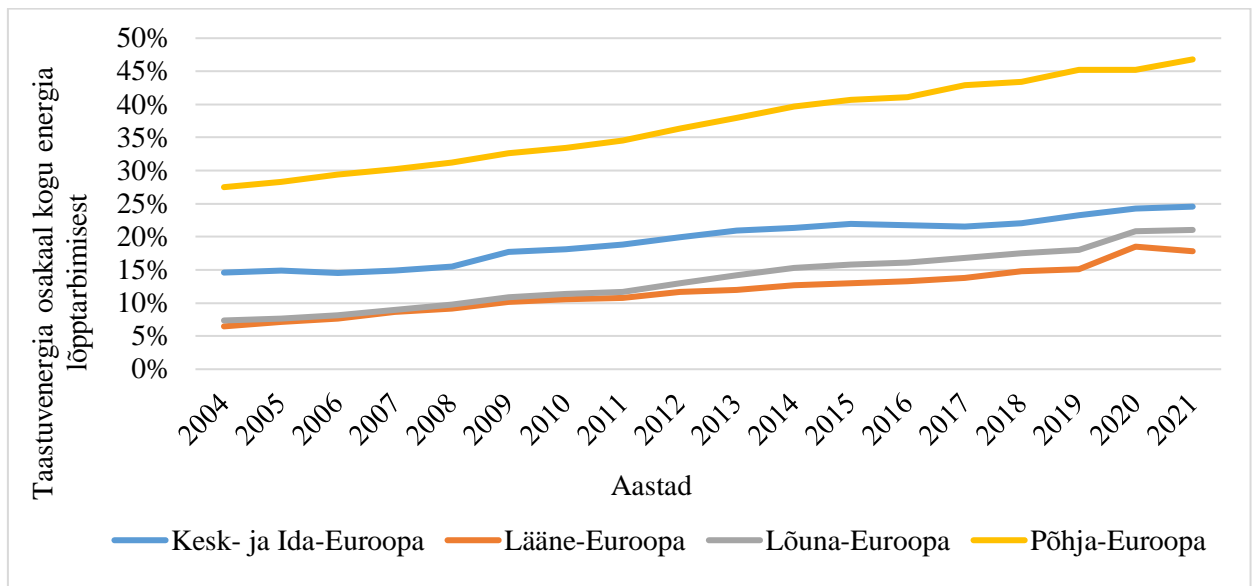
Joonis 2. Majanduskasvu näitaja Kesk- ja Ida-Euroopas, Lääne-Euroopas, Põhja-Euroopas ja Lõuna-Euroopas perioodil 2004–2021

Allikas: Eurostat, tabel *GDP and main components ...* (2021)

Jooniselt 2 on näha, et 2008. aasta ülemaailmse majanduskriisi mõju tabas majandust kõige tugevamalt alles 2009 ja 2010, sest siis oli majandus kõvasti languses ja seda lausa viie protsendipunkti võrra võrreldes varasemate aastatega. Pärast sügavat majanduskriisi hakkas Kesk- ja Ida-, Lääne ja Põhja-Euroopa riikide majandus taas elavnema. Seda kuni 2020. aasta ülemaailmse COVID-19 pandeemiani. Lõuna-Euroopa majandus taastus ülemaailmsest finantskriisist aegamööda ning jõudis teiste Euroopa piirkondadega sarnasele tasemele alles 2014. aastal. Jooniselt selgub, et COVID-19 ei mõjutanud EL riikide majanduskasvu väga tugevalt, sest

just sellel aastal oli kõikide piirkondade keskmine majanduskasv vaatluse all oleval perioodil kõrgeim.

Lisaks majanduskasvule võeti mudelisse ka taastuvenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest protsentides. Joonisel 3 on välja toodud taastuvenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest Euroopa neljas piirkonnas.

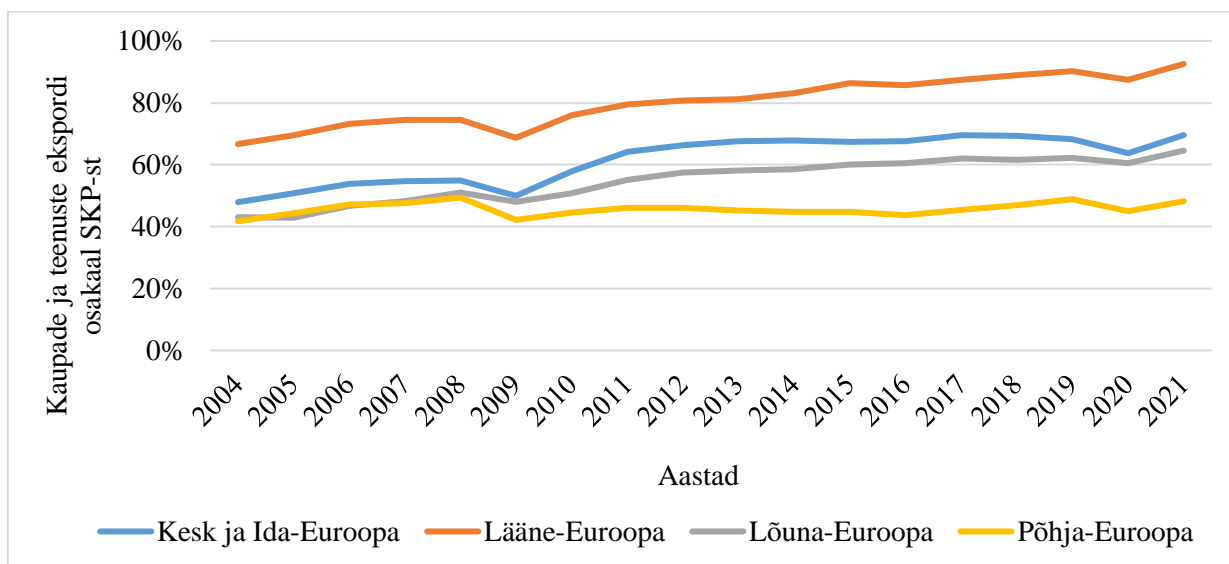


Joonis 3. Taastuvenergia osakaal energia lõpptarbimisest protsentides Kesk- ja Ida-Euroopas, Lääne-Euroopas, Põhja-Euroopas ja Lõuna-Euroopas perioodil 2004–2021

Allikas: Eurostat, tabel *Share of renewable energy in ...*

Jooniselt 3 on näha, et kõikides Euroopa piirkondades keskmiselt on iga aastaga alates aastast 2004 suurenenud taastuvenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest. Kindlasti avaldab sellele mõju Euroopa Liidu direktiiv (2018/2001/EL), mis sätestab, et aastaks 2030 peab taastuvate energiaallikate osakaal EL-i elektriallikate jaotuses olema vähemalt 32% ning aastaks 2050. peab olema saavutatud kliimanetraalsus. Kõige suurem taastuvenergia osakaal energia lõpptarbimisest on Põhja-Euroopa riikides, sest riikides nagu Rootsi, Taani ja Eesti on palju tuuleparke ja päikesepaneele, mis eelmainitud näitajat tõstavad. Kõige madalam taastuvenergia osakaal on Lõuna- ja Lääne-Euroopas. Üheks põhjuseks, miks Lääne-Euroopas on madalam taastuvenergia osakaal on see, et Saksamaal oli ning on siiani väga suur tuumaenergia osakaal võrreldes teiste Euroopa piirkondadega. Tuumaenergia kasutamine pärsib taastuvenergiaks vajaliku taristu pidevat ehitamist ning tehnoloogia arendamist, kuid viimastel aastatel on hakatud Saksamaalgi olukorda muutma. Liigutakse siiski taastuvenergia arendamise suunas. (Schreurs, 2013)

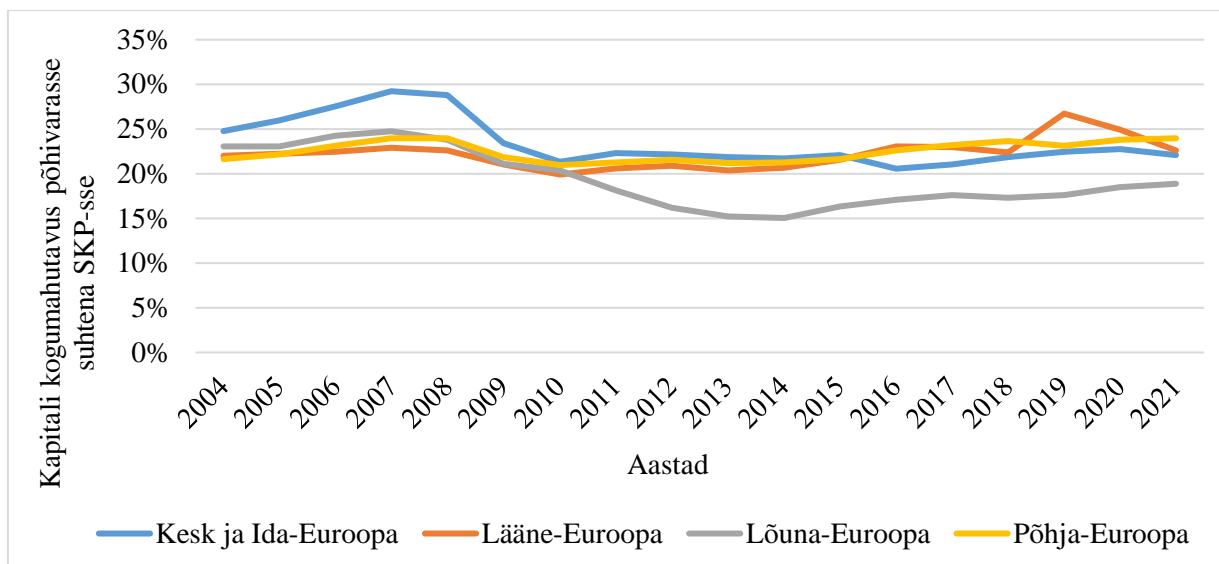
Lisaks eelmainitud teguritele on sõltumatuks muutujaks valitud käesolevas töös toodete ja teenuste eksport. Iqbal *et al.* (2022) on samuti kasutanud oma uurimuses majanduskasvu mõjutajana eksporti ning seetõttu lisatakse ka käesolevas töös eksport mudelisse. Joonisel 4 on välja toodud Euroopa nelja piirkonna keskmine kaupade ja teenuste ekspordi tase perioodil 2004–2021.



Joonis 4. Kaupade ja teenuste eksport protsentides SKP-st Kesk- ja Ida-Euroopas, Lääne-Euroopas, Põhja-Euroopas ja Lõuna-Euroopas perioodil 2004–2021
Allikas: Maailmapank, tabel *exports of goods and services (% of GDP)*

Joonis 4 illustreerib kaupade ja teenuste ekspordi protsentides SKP-st ning on näha, et aastatega on eelmainitud näitaja osakaal SKP-st aina kasvanud. Kõige kõrgem ekspordi osakaal SKP-st on Lääne-Euroopa riikidel, kusjuures 2004. aastal oli eelmainitud väärtus keskmiselt 63,69%, kuid 2021. aastaks oli see näitaja tõusnud juba 92,58%. Kõige madalamal tasemel ekspordi poolest on Põhja-Euroopa riigid. Kõikide Euroopa piirkondade puhul on näha, et 2008. aasta finantskriis mõjutas neid väga tugevalt, sest kriisijärgselt on nende eksporditase on võrreldes kriisieelse perioodiga kõrgemal.

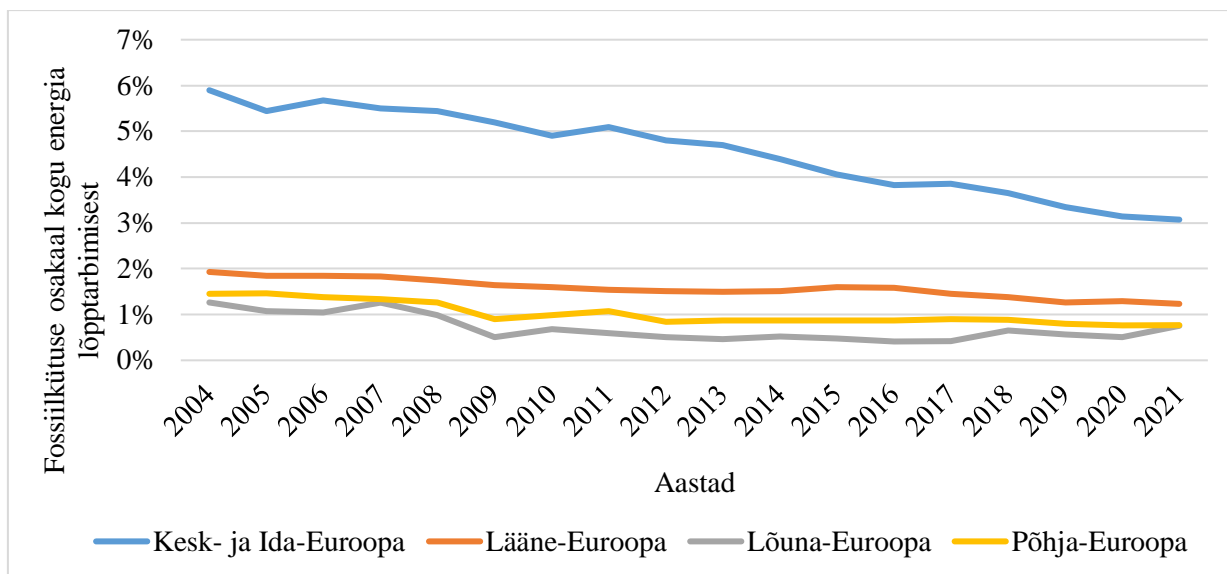
Mudelist ei saa välja jätta veel ka olulist komponenti – investeeringuid põhivarasse ehk kapitali kogumahutavus põhivarasse ehk GFCF. See tegur koosneb residendist tootjate tehtud investeeringutest põhivarasse mingi perioodi jooksul, millest on maha arvatud toote võõrandamise või müügiga seotud kulutused (Euroopa Komisjon. Kapitali kogumahutus..., 2023) Joonisel 5 on välja toodud GFCF näitaja Euroopa neljas piirkonnas keskmiselt protsendina SKP-st.



Joonis 5. Euroopa Liidu nelja piirkonna GFCF näitaja protsendina SKP-st Kesk- ja Ida-Euroopas, Lääne-Euroopas, Põhja-Euroopas ja Lõuna-Euroopas perioodil 2004–2021
Allikas: Eurostat, *Gross fixed capital formation ...*

Jooniselt selgub, et enne finantskriisi 2008. ja 2009. aastal oli GFCF näitaja kõikides Euroopa piirkondades kõrgem, võrreldes finantskriisi järgse perioodiga. Pärast finantskriisi jäid Lõuna-Euroopas tehtud investeeringud põhivarasse võrreldes teiste piirkondadega kordades kesisemaks. Enne finantskriisi leidis aset kinnisvarabuum, mistõttu on GFCF näitaja enne 2008. aastat üsna kõrgel tasemel võrreldes kriisijärgsete aastatega. Aastast 2009 saab täheldada kõikides piirkondades põhivaradesse investeeringute vähenemist. Seda seetõttu, et GFCF näitaja hõlmab endas ka ehitisega seotud investeeringuid kui ka SKP-d. Inimesed olid tuleviku suhtes ebakindlad ning paljud olid kaotanud ka raha ja töökoha, mis pärssis GFCF samal kõrgel tasemel püsimist. Alates aastast 2014 on Lõuna-, Lääne- ja Põhja-Euroopa piirkondades GFCF näitaja olnud tõusuteel ning seda kuni tänaseni, kuid Kesk- ja Ida-Euroopas hakkas eelmainitud näitaja tõusma alates aastast 2016.

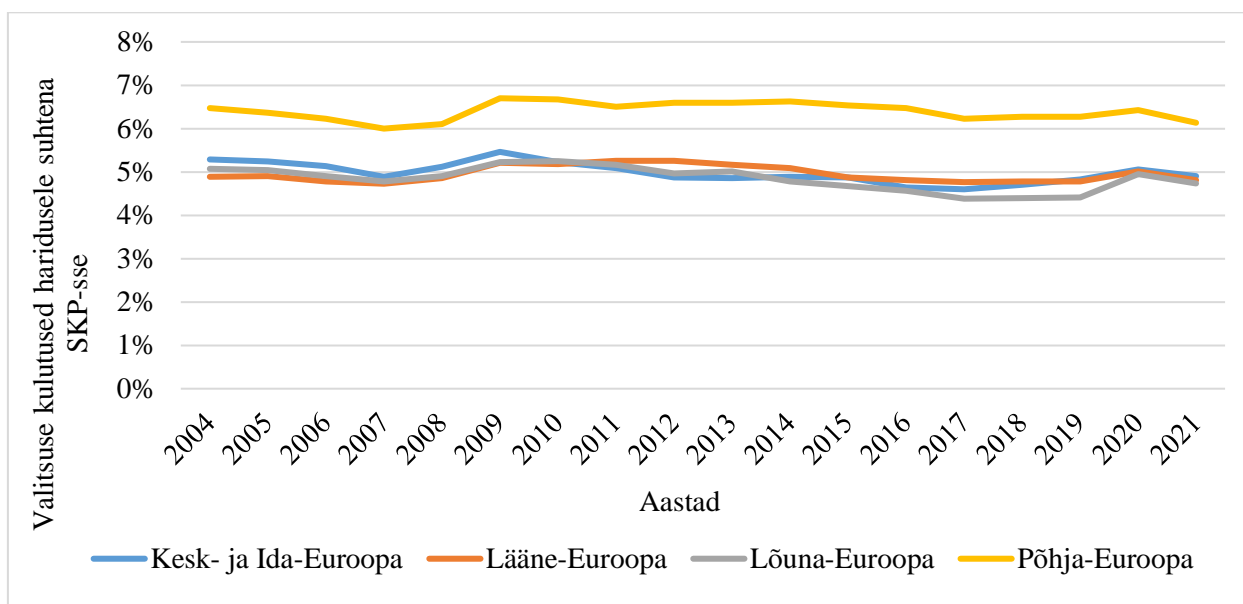
Joonisel 6 on lisaks kõikidele eelnevatele sõltumatutele muutujatele välja toodud fossiilkütuse osakaal kogu energia lõpptarbimisest protsentides. Joonisel on näha Euroopa nelja piirkonna keskmine näitaja.



Joonis 6. Fossiilkütuse osakaal kogu energia lõpptarbimisest protsentides Kesk- ja Ida-Euroopas, Lääne-Euroopas, Põhja-Euroopas ja Lõuna-Euroopas perioodil 2004–2021
Allikas: Eurostat, *Share of fuels in final energy consumption*

Jooniselt 6 selgub, et fossiilkütuste osakaal on Kesk- ja Ida-Euroopas olnud tugevas langustrendis. Aastal 2004 oli fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest 6,33%, kuid 2021. aastal oli see näitaja 3,34% – see tähendab ligikaudu 50% langust. Lääne-Euroopas on samuti näha kerget langustrendi. 2004. aastal oli eelmainitud näitaja vastavalt 1,93% ning 2021. aastal 1,23%. Põhja- ja Lõuna-Euroopas on samuti näha langustrendi vastavalt 0,7 ja 0,5 protsendipunkti võrra. Üheks suureks mõjuteguriks, miks fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest on langustrendis, on see, et Euroopa Liit on sätestanud uusi direktiive ja nõudmisi tulevasteks aasteks, millist liiki energiaallikaid peavad EL riigid kasutama ning kui suurel määral.

Joonisel 7 on välja toodud lisaks eelnevatele ka valitsuse kulutused haridusele suhtena SKP-sse.



Joonis 7. Valitsuse kulutused haridusele suhtena SKP-sse Kesk- ja Ida-Euroopas, Põhja-Euroopas ja Lõuna-Euroopas perioodil 2004–2021

Allikas: Eurostat, *General government expenditure by function ...*

Jooniselt 7 selgub, et valitsuse kulutused haridusele on püsinud vaatluse all oleval perioodil ühtlased ning kõikumist esineb vähe. Kõige suurema osa kulutustest haridusele tehakse Põhja-Euroopa riikides, kusjuures 2021. aastal moodustasid keskmiselt kulutused haridusele 6,13% SKP-st. Kõige madalam hariduste kulutuste osakaal SKP-st on Lõuna-Euroopas, kusjuures seal on eelmainitud näitaja suurus vaid 4,73% SKP-st.

2.2. Kirjeldav statistika

Selleks, et andmeid paremini illustreerida, luuakse kirjeldava statistika tabel kõikide sõltumatute muutujate kohta, mis on mudelisse kaasatud. Kirjeldav statistika võimaldab mõista, kui suur on andmete varieeruvus ning kui suured on maksimaalsed ja minimaalsed väärtused. Tabelis 2 on välja toodud peamised kirjeldava statistika näitajad kõikide töös kasutatavate muutujate kohta.

Tabel 2. Kirjeldav statistika kõikide sõltumatute muutujate kohta

	Miini- mum	Mak- simum	Kesk- mine*	Asüm- meetria- kordaja	Variat- siooni- kordaja	Standard -hälve	Lühend
Majanduskasv (%)	-0,15	0,24	1,02	-0,44	–	–	EGRO
Taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest (%)	0,10	62,57	18,14	0,91	136,12	11,68	RENE
Kaupade ja teenuste eksport suhtena SKP-sse	18,98	211,43	63,29	1,76	1250,7	35,4	EXPO
Kapitali kogumahu- tavus põhivarasse suhtena SKP-sse	10,70	54,30	22,11	1,35	19,42	4,41	GFCF
Fossiilkütuse osakaal kogu energia lõpptarbimisest (%)	0,00	20,53	2,53	3,28	12,88	3,59	FOSS
Valitsuse kulutused haridusele suhtena SKP-sse (%)	2,80	7,10	5,10	-0,06	0,87	0,94	GEDU

* Aritmeetiline keskmine, v.a. majanduskasvu puhul, kus tegu on geomeetrilise keskmisega.

Allikas: autori koostatud Eurostati ja Maailmapanga andmebaaside põhjal

Käesoleva bakalaureusetöö raames uuritakse peamiselt majanduskasvu ja taastuenergia vahelist seost. Lisaks on mudelisse võetud teisigi sõltumatuid muutujaid, mis on eelmainitud seose puhul olulised mõjutajad. Tabelist 2 selgub, et majanduskasvu puhul on minimaalseks väärtuseks -0,15, mis on pärit Leedust aastast 2009 ning maksimum väärtuseks 0,24, mis on pärit Iirimaalt aastast 2015. Selgub, et majanduskasv on kokkuvõttes keskmiselt kasvutrendis, sest geomeetriline keskmine on 1,02 ehk 2%.

Taastuenergia osakaalu kogu energia lõpptarbimisest näitaja puhul on näha, et minimaalsed ja maksimaalsed väärtused erinevad teineteisest märkimisväärselt. Kui taastuenergia osakaalu minimaalne väärtus kogu energia lõpptarbimisest on ligi kaudu 0,1, siis maksimaalne väärtus on 62,57. Samuti variatsioonikordaja põhjal saab öelda, et andmete hajuvus on suur, sest variatsioonikordaja väärtus on 136,12. Asümmeetriakordaja on eelmainitud näitaja puhul 0,91, mis tähendab, et andmestik on positiivse asümmeetriaga.

Kaupade ja teenuste ekspordi suhtena SKP-st on samuti maksimaalse ja minimaalse väärtuse vahe väga suur – vastavalt 211,43 ja 18,98. Maksimaalne väärtus pärineb aastast 2021 Luksemburgist ning minimaalne väärtus pärineb Kreekast aastast 2009. Kreeka on läbi aegade olnud ekspordi

taseme poolest EL riikidest üks madalamaid. Samuti on Kreeka olnud üks suletumaid majandusi EL riikidest. (Böwer *et al.* 2014)

GFCF puhul on näha, et maksimaalse ja minimaalse väärtuse vahe on ligikaudu viiekordne. Minimaalne väärtus pärineb aastast 2019 Kreekast ning seda seetõttu, et Kreeka riik on viimase 20 aasta jooksul väga suurtes võlgades, mistõttu investeringud on jäänud juba aastast 2007 pigem tahaplaanile. Eelkõige tegeletakse võlgade tagasi maksmisega. Aastal 2020 on näha mõningast tõusutrendi investeringute juures, kuid siiski ei ole see võrreldav teiste EL riikidega. (Hua *et al.* 2022) Maksimaalne väärtus pärineb aastast 2019 Iirimaalt ning seda seetõttu, et Iirimaal muudeti põhivara ja investeringute arvele võtmise süsteemi, mistõttu on eelmainitud näitaja märkimisväärselt tõusnud (Knibbe, 2022).

Uurides fossiilkütuse osakaalu kogu energia lõpptarbimisest, siis antud näitaja on samuti suure varieeruvusega. Nimelt on eelmainitud teguri variatsioonikordaja 12,88 ning standardhälve 3,59. Mõlemad väärtused näitavad, et andmete hajuvus on väga suur. Asümmeetriakordaja näitab, et andmed on paremale poole kaldu. Aritmeetiliseks keskmiseks on fossiilkütuste osakaalu puhul energia lõpptarbimisest 2,53%, mis on üsna väike näitaja.

2.3. Uurimismetoodika kirjeldus

Bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada, millist mõju avaldab taastuva ja mittetaastuva energia tarbimine majanduskasvule Euroopa Liidu 27 riigis. Antud töös kasutatakse regressioonanalüüsi hindamiseks, kuidas sõltumatud muutujad nagu kaupade ja teenuste eksport, GFCF, valitsuse kulutused haridusele, fossiilkütuse ja taastuvenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest mõjutavad sõltuvaks muutujaks valitud majanduskasvu. Sarnaseid uurimusi sarnaste sõltumatute muutujatega on varasemalt analüüsinud Bhattacharya *et al.* (2016) ja Leitão (2014). Selleks, et viia läbi andmete analüüs, koostatakse järgmine mudel:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it-1} + \beta_2 x_{2it-1} + \beta_3 x_{3it-1} + \beta_4 x_{4it-1} + \beta_5 x_{5it-1} + u_{it}$$

kus

y_{it} – sõltuv tunnus ehk majanduskasv (%);

x_1 – GFCF ehk kapitali kogumahutavus põhivarasse protsendina SKP-st;

x_2 – eksport kaupade ja teenuste puhul protsendina SKP-st;

x_3 – fossiilkütuse osakaal protsendina kogu energia lõpptarbimisest;
 x_4 – taastuvenergia osakaal protsendina kogu energia lõpptarbimisest;
 x_5 – valitsuse hariduskulutused protsendina SKP-st;
 u – jääkliige;
 i – riigi number;
 t – aeg aastates.

Andmeanalüüsiks kasutatakse töös vabavarana kättesaadavat ökonomeetriapaketti Gretl ning lisaks tabeltöötlusprogrammi Microsoft Excel. Andmeanalüüsis võetakse statistilise olulisuse piiriks olulisuse nivoo 5%. Analüüsi käigus viiakse läbi erinevad testid, mille tulemused ja kirjeldused on leitavad alljärgnevalt.

Andmete uurimise käigus koostatakse kõikide aegridade puhul joonised, et näha, kas andmetes esineb trendi. Paneelandmete puhul kehtib reegel, kui objektide arv N on suurem kui ajaperioodide arv T , siis statsionaarsuse testimine ei ole vajalik (Baltagi, 2005). Luues mudelit ning olukorras, kus mõni muutuja ei ole statistiliselt oluline, võib mudelisse lisada sama muutuja esimest järku diferentsi. Järgnevalt tuleb hinnata, kas diferentsitud aegread on statistiliselt olulised ning kui jah, siis tohib need diferentsid mudelisse jätta. Lisaks eelmainitutele testitakse mudelis Waldi testiga grupiviisilist heteroskedastiivsust. Heteroskedastiivsuse puhul on nullhüpoteesiks heteroskedastiivsuse puudumine ehk erinevused üksikute gruppide dispersioonide ja ühendatud dispersioonide vahel on väikesed (Gujarati & Porter 2009). Samuti kontrollitakse analüüsi käigus autokorrelatsiooni olemasolu. Autokorrelatsiooni testitakse Gretlis Durbin-Watsoni statistikuga. Durbin-Watsoni statistiku puhul on kindlaks reegliks see, kui teststatistiku väärtus on ligikaudu 2, siis autokorrelatsiooni ei esine (Vörk, 2003). Heteroskedastiivsuse ja autokorrelatsiooni arvesse võtmiseks kasutatakse Gretlis kohandatud standardvigu.

Antud bakalaureusetöö raames koostatakse mudel vastavalt sellele, kas mudelis leitavate vealiikmete ja sõltumatute muutujate vahel esineb korrelatsioon, mida testitakse Hausmani testiga. Hausmani testi puhul, juhul, kui võetakse vastu nullhüpotees, kasutatakse juhuslike efektidega ehk RE mudelit, teisel juhul fikseeritud efektidega mudelit ehk FE mudelit. Lisaks eelnevatele mudelitele analüüsitakse töös kahe-suunalist fikseeritud efektiga mudelit, kasutades ainult ajaefekti ning ajaefekti koos kohandatud standardvigadega. Samuti koostatakse töös ühendatud mudel ning analüüsitakse seda.

3. ANDMEANALÜÜS

3.1. Andmeanalüüsi tulemused¹

Käesoleva bakalaureusetöö raames viidi andmeanalüüs läbi programmis Gretl. Kõigepealt alustati korrelatsioonimaatriksi loomisega (Tabel 3). Analüüsides korrelatsioonimaatriksi absoluutväärtusi, siis kõige tugevamini on seotud omavahel tunnused taastuvenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest ja kaupade ja teenuse eksport, vastavalt 0,3725 (negatiivne seos). Kõige nõrgemini on seotud tunnused GFCF ja valitsuse kulutused haridusele, vastavalt 0,0025 (positiivne seos). Majanduskasv on kõige tugevamini seotud GFCF näitajaga ning nende seose tugevus on 0,2835. Seoses sellega, et korrelatsioonanalüüsi käigus olid kõikide muutujate korrelatsioonikordajate absoluutväärtused väiksemad kui 0,8, siis see tähendab, et ei tule arvestada multikollineaarsusega (Kennedy, 2008). Samuti on paneelandmete modelleerimisel reegel, kui objektide arv N on suurem kui ajaperioodide arv T, siis statsionaarsust ei ole vajalik testida. Käesolevas lõputöös on riikide ehk objektide arv 27 ning ajaperioodide arv 18, seetõttu ei ole vajalik statsionaarsust kontrollida. (Baltagi, 2005)

Tabel 3. Korrelatsioonimaatriksi esimene versioon

	GEDU	EXPO	RENE	FOSS	GFCF	EGRO
GEDU	1	-0,0330	0,3494	-0,1435	0,0025	-0,1617
EXPO		1	-0,3725	-0,0680	-0,0456	0,2005
RENE			1	-0,2156	0,0881	-0,0839
FOSS				1	0,0708	0,1556
GFCF					1	0,2835
EGRO						1

Allikas: Autori arvutused kasutatud allikate lisas 3 toodud andmete põhjal

¹ Gretli väljatrükke on võimalik vaadata lisas 2 väljatoodud lingi kaudu

Järgmisena koostati ühendatud mudeli testi põhjal esimene versioon regressioonianalüüsist (Tabel 4). Kõigepealt hinnati ühendatud mudelit. Sõltuvaks tunnuseks määrati majanduskasv ning sõltumatuteks tunnusteks määrati GFCF, fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest, taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest, kaupade ja teenuste eksport ning valitsuse kulutused haridusele. Mudeli aruandest selgub, et näitajad GFCF, fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest, kaupade ja teenuste eksport ja valitsuse kulutused haridusele on statistiliselt olulised nivool 0,01 ja konstant on oluline nivool 0,05. See-eest taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest ei ole statistiliselt oluline. Seetõttu võetakse taastuenergia muutujast esimest järku diferents ning siis koostatakse uuesti ühendatud mudeli test. Uue testi eesmärgiks on proovida saavutada siiski statistiliselt oluline näitaja.

Seoses taastuenergia muutujast esimest järku diferentsi võtmisega koostati ka uus korrelatsioonimaatriks (Lisa 1). Käesolevast aruandest selgub, et kõige tugevamini on seotud omavahel majanduskasv ja esimest järku taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest, vastavalt 0,3453 (negatiivne seos). Kõige nõrgemini olid omavahel seotud tunnused valitsuse kulutused haridusele ja GFCF vastavalt 0,0027 (negatiivne seos). Analüüsides korrelatsioonikordajaid, siis on näha, et suurima absoluutväärtusega korrelatsioonikordaja väärtus on 0,3453 ning see on väiksem, kui 0,8, mis tähendab, et käesolevas andmeanalüüsis ei ole vaja arvestada multikollineaarsusega (Kennedy, 2008).

Järgnevalt teostati uus ühendatud mudeliga test ning esialgse taastuenergia osakaalu asemele lisati eelmainitud näitaja esimest järku diferents. Teise testiga saavutatakse kõikide sõltumatute muutujatega statistiline olulisus. See-eest GFCF, fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest, taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest esimest järku diferents ja kaupade ning teenuste ekspordi puhul on tunnused statistiliselt olulised nivool 0,01, kuid valitsuse kulutused haridusele on statistiliselt olulised nivool 0,05. Konstant on oluline nivool 0,1. Mudeli aruandest selgub, et mudeli seletusvõime ehk näitaja R-ruut (ingl k *R-squared*) on 0,27. Teisisõnu see tähendab, et majanduskasvu muutustest ligi 27% seletavad ära mudelisse lisatud muutused.

Ühendatud mudel testitud, liiguti seejärel andmete analüüsimiseks järgmiste mudeliteni – juhuslike efektidega mudel, fikseeritud efektidega mudel või kahesuunaline fikseeritud efektidega mudel. Selleks, et võrrelda juhusliku efektiga mudelit ning fikseeritud efektiga mudelit, vaadatakse F-testi (ingl k *test for differing group intercepts*) olulisuse tõenäosust. Järgnevalt viidi läbi fikseeritud efektiga mudeli analüüs. Mudelis tulid statistiliselt olulisteks näitajateks kõik

modelisse kaasatud sõltumatud muutujad, välja arvatud konstant. Determinatsioonikordaja suuruseks tuli 0,39, mis tähendab, et 39% näitab, kui suures osas on majanduskasvu tunnus ära seletatud modelisse valitud sõltumatute muutujate poolt. F-testi tulemusena selgub, et F-testi näitaja on $8,87 \times 10^{-08} < 0,05$. See tähendab, et vabaliikmed on erinevad ning fikseeritud efektiga mudel on parem kui juhuslike efektidega mudel. Lisaks kontrolliti ka grupiviisilist heteroskedastiivust Waldi testiga. Waldi testi p-väärtus on $7,65 \times 10^{-65}$ ehk vastu tuleb võtta sisukas hüpotees ning heteroskedastiivsus esineb. Durbin-Watsoni testiga selgus, et autokorrelatsioon esineb. Seetõttu analüüsiti uut fikseeritud efektidega mudelit, kusjuures nüüd kasutati kohandatud standardvigu. Uuest mudeli aruandest selgub, et determinatsioonikordaja palju ei muutunud, vastavalt 0,39 ehk 39% ning ainsa muutujana ei jäänud statistiliselt oluliseks nivool 0,01 enam GFCE näitaja – uus olulisuse nivoo oli 0,05. Konstant antud mudelis oluliseks ei jäänud.

Selleks, et veenduda, kumb mudelitest on käesoleva uurimisküsimuse lahendamiseks parem, viiakse läbi ka juhuslike efektidega mudeli hindamine. Juhuslike efektidega mudeli aruandest selgub, et kõik modelisse kaasatud muutujad on statistiliselt olulised nivool vähemalt 0,1. Antud mudeli kogudeterminatsioonikordaja oli 26,9%, mis on kehvem tulemus, võrreldes fikseeritud efekti mudeliga. Selleks, et mõista, kumb mudel on parem, viiakse läbi ka Breusch-Pagani test ning selle p-väärtus oli $0,81 > 0,05$ ehk juhuslike efektidega mudeli kasutamine ei ole õigustatud. Sama tulemust näitab ka Hausmani test, sest selle p-väärtus on $2,07 \times 10^{-13} < 0,05$ ning see tähendab, et fikseeritud efektiga mudel on parem võrreldes juhuslike efektiga mudeliga.

Alljärgnevalt on välja toodud kokkuvõtlik tabel kõikide mudelite ja mudelite parameetrite kohta. Tabelis 4 on lisatud info ka läbiviidud testide kohta.

Tabel 4. Kõikide läbiviidud testide ja muutujate kokkuvõtlik tabel

Muutuja	(1) OLS I	(2) OLS II	(3) FE	(4) RE	(5) FE, HAC	(6) FE + t,	(7) FE + t, HAC
Konstant	-0,27** (0,01)	-0,024* (0,01)	0,032 (0,04)	-0,024* (0,01)	0,032 (0,07)	0,028 (0,03)	0,028 (0,04)
RENE	0,00024 (0,0002)						
D_RENE		-0,011*** (0,001)	-0,01*** (0,001)	-0,011*** (0,001)	-0,010*** (0,002)	-0,0033*** (0,001)	-0,0033*** (0,0006)
EXPO	0,00028*** (5,26×10 ⁻⁵)	0,00026*** (4,65×10 ⁻⁵)	0,00096*** (0,0002)	0,00027*** (4,68×10 ⁻⁵)	0,00096*** (0,0003)	0,00073*** (0,0002)	0,00073*** (0,0002)
GFCF	0,0026*** (0,0004)	0,0025*** (0,0004)	0,0026*** (0,0005)	0,0025*** (0,0004)	0,0026** (0,001)	0,0023*** (0,0004)	0,0023** (0,001)
FOSS	0,0016*** (0,0005)	0,0013*** (0,0005)	0,0059*** (0,002)	0,0013*** (0,0005)	0,0059*** (0,002)	0,0029** (0,001)	0,0029* (0,001)
GEDU	-0,0069*** (0,002)	-0,0046** (0,002)	-0,027*** (0,005)	-0,0047** (0,002)	-0,027*** (0,008)	-0,014*** (0,004)	-0,014** (0,006)
Vaatluste arv	486	459	459	459	459	459	459
Riikide arv	27	27	27	27	27	27	27
R ²	17%	27%	39%	27%	39%	71%	71%
White'i testi p- väärtus / grupisisene Waldi test	0,019	1,11×10 ⁻⁶	7,65×10 ⁻⁶⁵			5,15×10 ⁻²⁷¹	0
Kitsenduste f- testi p- väärtus			8,87×10 ⁻⁸		0,05	1,56×10 ⁻⁵	1,26×10 ⁻⁶
Durbin-Watson [p-väärtus]		1,688	1,757	1,757	1,757	1,616	1,616
Breush-Pagani testi p-väärtus				0,81			
Hausmani testi p-väärtus				2,07×10 ⁻¹³			
Waldi testi p- väärtus						4,36×10 ⁻⁸⁸	

Allikas: Autori arvutused kasutatud allikate loetelus toodud andmete põhjal

Märkused:

- Olulisuse nivood on 0,1, 0,05 ja 0,01 on tähistatud vastavalt *, ** ja ***
- Sõltuvaks muutujaks on määratud majanduskasv

• Mudelid on jaotatud veergudesse:

- (1) ühendatud mudel I
- (2) ühendatud mudel II
- (3) fikseeritud efektiga mudel
- (4) juhuslike efektidega mudel
- (5) fikseeritud efektiga mudel, kasutades kohandatud standardvigu
- (6) kahe-suunaline fikseeritud efektiga mudel (kasutatud ajaefekti)
- (7) kahe-suunaline fikseeritud efektiga mudel (kasutatud kohandatud standardvigu ja ajaefekt)

Käesolev bakalaureusetöö andmestik hõlmab endas mitmeid majandusšokke, alustades majanduskriisist 2008 ja 2009 ning lõpetades Covid-19 pandeemiaga. Seetõttu viiakse töös läbi kahe-suunalise fikseeritud efektiga mudeli hindamine, lisades seejuures juurde vastavad fiktiivsed tunnused. Mudeli aruandest selgub, et Waldi testi p-väärtus on $4,36 \times 10^{-88}$, mis viitab et ajaefekt on oluline tegur ning seda ei tohiks mudelist eemaldada. Mudeli determinatsioonikordaja tõsis märkimisväärselt, olles nüüd ligikaudu 71%. Samuti on näha, et võrreldes juhuslike efektiga mudeliga, siis valitsuse kulutused haridusele muutusid oluliseks nivool 0,01, olles enne olulised nivool 0,05. Heteroskedastiivsuse ja autokorrelatsiooni esinemise kontrollimiseks kasutati Waldi testi ja Durbin-Watsoni statistikut ning mõlemad viitasid sellele, et nii heteroskedastiivsus kui ka autokorrelatsioon esinevad. Sellega arvestamiseks viidi järgnevalt läbi kahe-suunalise fikseeritud efektiga mudeli hindamine, kusjuures lisati lisaks ajaefektile juurde ka kohandatud standardvead. Mudeli aruandest selgub, et võrreldes kahe-suunalise fikseeritud efektiga mudeliga kasutades ainult ajaefekti, siis muutusid fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest oluliseks nivool 0,1, GFCF ja valitsuse kulutused haridusele muutusid oluliseks nivool 0,05. Mudeli seletusvõime jäi sarnaseks – 71%. Ajaefektidest olid olulised nivool 0,01 kõik vaatlusperioodi aastad, välja arvatud 2004, mis oli oluline nivool 0,05, 2005, mis ei olnud üldse statistiliselt oluline ja 2006, mis oli oluline nivool 0,1.

3.2. Andmeanalüüsi järeldused

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on mõista, millist mõju avaldab taastuva ja mittetaastuva energia tarbimine majanduskasvule Euroopa Liidu 27 riigis. Mudelisse kaasati ka teisi sõltumatuid muutujaid nagu kaupade ja teenuste eksport, fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest, GFCF ning ka valitsuste kulutused haridusele. Seoses eelmises peatükis jõutud järeldusele, et

kahesuunaline fikseeritud efektiga mudel koos ajaefekti ja kohandatud standardvigadega on antud uurimuses kõige asjakohasem, siis tulemuste tõlgendamine teostatakse selle mudeli põhjal.

Kahesuunalise fikseeritud efektiga mudeli korral olid kõik teised sõltumatud muutujad statistiliselt olulised, välja arvatud konstant ning ajaefektidest aasta 2005. Mudeli seletusvõimeks hinnati 71%, mis tähendab, et mudelisse valitud sõltumatud muutujad ja nende fiktiivsed tunnused seletavad ära eelmainitud protsentuaalse osa majanduskasvu muutustest. Ülejäänud osa seletatakse ära teiste tunnuste poolt, mida mudelisse lisatud ei ole. Mudeli aruandest selgub, et GFCF, kaupade ja teenuste eksport ning fossiilkütuste osakaal mõjutavad majanduskasvu positiivselt ning valitsuste kulutused haridusele ja taastuenergiaosakaalu 1. järku diferents mõjutavad majanduskasvu negatiivselt. Varasemates uuringutes on samuti leitud, et taastuenergia osakaal mõjutab majanduskasvu negatiivselt. Olukorras, kus taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest suureneb ühe ühiku võrra, väheneb majanduskasv 0,0033 protsendipunkti võrra. Näiteks on oma uurimuses Menegaki ja Ozturk (2016) leidnud, et taastuenergia kasutamine on alles väga varajases staadiumis, mistõttu nõuab see riikidelt väga suurt algkapitali. Samuti põhjuseks, miks taastuenergia võib mõjutada majanduskasvu negatiivselt on see, et riigiti jaotuvad tulemused kaheks – madala rikkusega riikides on seos kahe eelmainitud muutuja vahel negatiivne ning kõrge sissetulekuga riikides on seos positiivne (Vural, 2021).

Kahesuunalise fikseeritud efektiga mudeli aruandest selgub, et ka teised näitajad on olulised tegurid mõjutamaks majanduskasvu. Näitaja GFCF mõjutab majanduskasvu positiivselt ning see tähendab, kui GFCF suureneb ühe protsendipunkti võrra, siis majanduskasv suureneb 0,0023 protsendipunkti võrra. Positiivne mõju on ka fossiilkütuste osakaalul kogu energia lõpptarbimisest ning kaupade ja teenuste ekspordil ehk kui eelmainitud tegurid suurenevad ühe protsendipunkti võrra, suureneb majanduskasv vastavalt 0,0029 ja 0,00073 protsendipunkti võrra. Ahmad *et al.* (2017) on jõudnud kaupade ja teenuste ekspordi osas sarnasele järeldusele. See-eest valitsuste kulutused haridusele mõjutavad majanduskasvu negatiivselt. Situatsioonis, kus valitsuse kulutused haridusele suurenevad ühe protsendipunkti võrra, väheneb majanduskasv ligikaudu 0,014 protsendipunkti võrra. Ejaz *et al.* (2018) leidis enda uuringus, et valitsuse kulutused mõjutavad majanduskasvu negatiivselt ning samale järeldusele on jõudnud ka Ifa ja Guetat (2018).

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on uurida, milline seos esineb majanduskasvu ning taastuva- ja mittetaastuva energia vahel. Valimiks valiti Euroopa Liidu 27 liikmesriiki ning vaatluse all olevaks perioodiks 2004–2021, sest sellise vaatlusperioodiga ei olnud varasemat uurimust teostatud. Lisaks varasematele teoreetilistele ja empiirilistele käsitlustele teostati seose uurimiseks andmeanalüüsipaketis Gretl regressioonanalüüs. Euroopa Liit on sätestanud direktiivi (2018/2001/EL), et aastaks 2030 peab taastuvate energiaallikate osakaal EL-i elektriallikate jaotuses olema vähemalt 32%. Töös läbiviidud analüüsi kohaselt peavad Lääne- ja Lõuna-Euroopa riigid selle nimel vaeva nägema, sest 2021. aasta lõpu seisuga oli nende taastuenergia osakaal alla 21%. Edasi liiguti järgmistes peatükkides andmeanalüüsini, kusjuures koostati regressioonmudelid. Sõltuvaks muutujaks valiti majanduskasv ning sõltumatuteks muutujateks fossiilkütuse ja taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest, kaupade ja teenuste eksport, GFCF ning valitsuse kulutused haridusele. Vajaminev andmestik võeti andmebaasidest nagu Eurostat ja Maailmapank ning andmebaaside valik osutus just selliseks seetõttu, et eelmainitud andmebaasides oli kogu vajalik info olemas. Andmeanalüüsi osas viidi läbi nii ühendatud mudeli, fikseeritud ja juhusliku efektiga mudeli kui ka kahesuunalise fikseeritud efektiga mudelite hindamised. Kõige paremaks mudeliks osutus kahesuunaline fikseeritud efektiga mudel koos ajaefekti ja kohandatud standardvigadega.

Mudeli tulemustest selgub, et kõik sõltumatud muutujad, mis mudelisse olid kaasatud, olid ka statistiliselt olulised, väljaarvatud konstant ja ajaefekt aastal 2005. Mudeli seletusvõimeks hinnati 71%, mis tähendab, et mudelisse valitud sõltumatud muutujad ja nende fiktiivsed tunnused seletavad ära 71% majanduskasvu muutustest. Edasistes uurimistöodes, lisades mudelisse juurde muid olulisi tunnuseid, mis mõjutavad majanduskasvu, suureneks ka mudeli selgitusvõime. Analüüsides mudelit selgus veel, et taastuenergia mõjutab majanduskasvu negatiivselt ehk olukorras, kus taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest suureneb ühe ühiku võrra, väheneb majanduskasv 0,0033 protsendipunkti võrra.

Bakalaureusetöö raames otsiti vastuseid hüpoteesile, kas taastuenergia omab positiivset mõju majanduskasvule ning andmeanalüüsi osas ei leidnud see hüpotees kinnitust. Hüpotees on

käesoleva valimi puhul ümber lükatud, sest taastuenergia kasutamine mõjutab majanduskasvu negatiivselt. Samuti leiti vastused küsimustele, kuidas mõjutavad taastuvad ja mittetaastuvad energiaallikad Euroopa Liidu riikide majanduskasvu. Fossiilkütuste osakaal mõjutab EL 27 riigi majanduskasvu positiivselt ehk fossiilkütuste osakaalu kogu energia lõpptarbimise ühe protsendipunktiline tõus tähendab, et majanduskasv suureneb 0,0029 protsendipunkti võrra. Samuti mõjutab majanduskasvu positiivselt ka kaupade ja teenuste eksport, kusjuures kaupade ja teenuste ekspordi suurenedes ühe protsendipunkti võrra, suureneb majanduskasv 0,00073 protsendipunkti võrra. Valitsuse kulutused haridusele mõjutavad majanduskasvu negatiivselt. Situatsioonis, kus valitsused kulutused haridusele suurenevad ühe protsendipunkti võrra, väheneb majanduskasv ligikaudu 0,014 protsendipunkti võrra. GFCF mõjutab majanduskasvu positiivselt ehk ühe protsendipunktilise tõusu korral suureneb majanduskasv 0,0023 protsendipunkti võrra.

Mudeli tulemused olid varasema kirjandusega sarnased. Edaspidistes uurimustes võib vaatluse alla valida näiteks pikema perioodi või teised riigid. Samuti võib mudelisse lisada muid olulisi tunnuseid, mis mõjutavad majanduskasvu. Oluliste tunnuste lisamisel võib suurenedada ka mudeli selgitusvõime.

SUMMARY

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH IN THE EUROPEAN UNION COUNTRIES

Carol Kuuskman

In recent years, renewable energy has provided a lot of discussion in the European Union and the world at large. The main sources of renewable energy include wind, sun, water, tide, geothermal heat, landfill gas and biogas (Elering, 2021). Non-renewable energy includes various fossil fuels such as oil, oil shale and coal, as well as nuclear energy. The world's current energy needs come from non-renewable energy and nearly 81% and only 1,7% comes from renewable energy sources (Usman & Makhdum 2021).

European countries have made efforts to achieve a higher proportion of renewable energy. In 2018, renewable energy sources in the European Union accounted for 18% of the final energy use of the European Union, and in 2004 this share was only 8.5% (Smolović *et al.*, 2020). This work is relevant because the European Union has stipulated a directive (2018/2001/EU) that by 2030 the share of renewable energy sources in the distribution of electricity sources in the EU must be at least 32%. Based on the data set for the sample period, Western and Southern European countries have to work hard for this, as their share of renewable energy was below 21% as of the end of 2021.

The aim of this bachelor's thesis is to understand the impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth in European Union 27 countries. The main hypothesis is that the consumption of renewable energy has a positive effect on economic growth. The research problem is how the consumption of renewable and non-renewable energy sources affects the economic growth of the 27 countries of the European Union. The paper uses the share of fossil fuels and renewable energy in the final energy consumption, government spending on education,

GFCF and export of goods and services from GDP as independent variables. Economic growth is taken as the dependent variable in this bachelor thesis. In the work, 27 European Union countries were analyzed and the period 2004–2021 was chosen. In terms of data analysis, 7 different models were created, and the best was the two-way fixed effect model using both the time effect and adjusted standard errors.

The data analysis of the given sample and period revealed that the hypothesis was not confirmed. There was a negative relationship between renewable energy and economic growth. In a situation where the share of renewable energy in the final energy consumption increases by one unit, economic growth decreases by 0,0033 percentage points. On the other hand, the share of fossil fuels in final energy consumption has a positive effect on economic growth, i.e. in a situation where the aforementioned indicator increases by one percentage point, economic growth increases by 0,0029 percentage points.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Ahmad, D., Afzal, M., Khan, U. G. (2017). Impact of exports on economic growth empirical evidence of Pakistan. *International Journal of Applied*, 5(2), 9.
- Alrikabi, N. K. M. A. (2014). Renewable energy types., 2(1), 61-64. DOI: 10.7763/JOCET.2014.V2.92
- Amri, F. (2017). The relationship amongst energy consumption (renewable and non-renewable), and GDP in Algeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.029>
- Aneja, R., Banday, U. J., Hasnat, T., Koçoglu, M. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Empirical evidence from panel error correction model. *Jindal Journal of Business Research*, 6(1), 76-85. DOI: 10.1177/2278682117713577
- Apergis, N., Payne, J. E. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy economics*, 34(3), 733-738. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.04.007>
- Apergis, N., Payne, J. E. (2014). Renewable energy, output, CO2 emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model. *Energy Economics*, 42, 226-232. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.01.003>
- Armeanu, D. Ş., Vintilă, G., Gherghina, Ş. C. (2017). Does renewable energy drive sustainable economic growth? multivariate panel data evidence for EU-28 countries. *Energies*, 10(3), 381. <https://doi.org/10.3390/en10030381>
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data* (3rd ed). Chichester, UK: John wiley & sons Ltd. DOI: 10.1002/for.1047
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied energy*, 162, 733-741. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>
- Bilan, Y., Streimikiene, D., Vasylieva, T., Lyulyov, O., Pimonenko, T., Pavlyk, A. (2019). Linking between renewable energy, CO2 emissions, and economic growth: Challenges for candidates and potential candidates for the EU membership. *Sustainability*, 11(6), 1528. <https://doi.org/10.3390/su11061528>

- Böwer, U., Michou, V., Ungerer, C. (2014) *The Puzzle of the Missing Greek Exports*. European Economy. DOI:10.2765/70035 (online)
- Carbon intensity of electricity, 2000 to 2021*. (2021). Our world in data. Kasutatud 26. jaanuar 2023. <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity?tab=chart&time=2000..2021&country=European+Union+%2827%29~EST>
- Chica-Olmo, J., Sari-Hassoun, S., Moya-Fernández, P. (2020). Spatial relationship between economic growth and renewable energy consumption in 26 European countries. *Energy Economics*, 92, 104962. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104962>
- Chichilnisky, G. (1997). What is sustainable development?. *Land Economics*, 467-491.
- Consolidated Version of the Treaty on the Functioning of the European Union; European Union: Brussel, Belgium, 2012; 154. Official Journal of the European Union
- Continued drop in EU's greenhouse gas emissions confirms achievement of 2020 target. *European Environment Agency*. Kasutatud 07. detsember 2022. <https://www.eea.europa.eu/highlights/continued-drop-in-eus-greenhouse>
- Domestic Incentive Measures for Environmental Goods with Possible Trade Implications: Electric Vehicles and Batteries. (2021). *The International Energy Agency*. Kasutatud 07. detsember 2022. <https://www.iea.org/policies/2863-domestic-incentive-measures-for-environmental-goods-with-possible-trade-implications-electric-vehicles-and-batteries>
- Ejaz, S., Amir, H., Shabbir, M. S. (2017). Public expenditure and its impact on economic growth: A case of Pakistan. *Kashmir Economic Review*, 26(1).
- Elering. (2021). *Taastuvenergia*. Kasutatud 28. detsember 2022. <https://elering.ee/taastuvenergia>
- Ellabban, O., Abu-Rub, H., Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and sustainable energy reviews*, 39, 748-764. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>
- Euroopa Komisjoni teatis Euroopa Parlamendile, Nõukogule, Euroopa majandus-ja sotsiaalkomiteele ning regionide komiteele Euroopa 2030. aasta kliimaeesmärgi suurendamine ja kliimanetraalsesse tulevikku investeerimine meie inimeste hüvanguks. *Euroopa Komisjon*. Kasutatud 28. detsember 2022 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0562>
- Euroopa Komisjon. (2023). *Kapitali kogumahutus põhivarasse (AN_F6) – muutus protsentides Q/Q-4*. Kasutatud 17. aprill 2023 <https://data.europa.eu/data/datasets/pnkc2oeghfupcdp7s97vla?locale=et>
- Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2018/1999. *Euroopa Liidu teataja*. Kasutatud 07. detsember 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=HU>

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu 11.12.2018 direktiiv 2018/2001/EL taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta
- Eurostat. (2019). *Taastuenergia statistika*. Kasutatud 15. jaanuar 2023
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Taastuenergia_statistika&oldid=430501
- Eurostat. (2021). *GDP and main components (output, expenditure and income)*. Kasutatud 08 veebruar 2023
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_gdp/default/table
- Eurostat. (2021). *Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector*. Kasutatud 08 veebruar 2023
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/SDG_07_40_custom_2190966/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=749c1328-331e-4c33-bbe7-7232f05c0c87
- Eurostat. (2021). *Gross fixed capital formation by AN_F6 asset type*. Kasutatud 08 veebruar 2023
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_AN6/default/table?lang=en
- Eurostat. (2021). *Share of fuels in final energy consumption*. Kasutatud 08 veebruar 2023
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_FECF/default/table?lang=en
- Eurostat. (2021). *Exports and imports by Member States of the EU/third countries*. Kasutatud 08 veebruar 2023
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_EXI/default/table?lang=en&category=na10.nama10.nama_10_ma
- Eurostat. (2021). *Population and employment*. Kasutatud 23 veebruar 2023.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_PE_custom_5070851/default/table?lang=en
- Eurostat. (2021). *General government expenditure by function (COFOG)*. Kasutatud 22 märts 2023.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/GOV_10A_EXP_custom_5499412/default/table?lang=en
- Furlan, C., Mortarino, C. (2018). Forecasting the impact of renewable energies in competition with non-renewable sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1879-1886. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.284>
- Gujarati, D. N., Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). New York, USA: McGraw-Hill Irwin.
- Hua, S., Méndez, M., Xu, X. C. (2022). Greece's Investment Gap. *International Monetary Fund*. <https://doi.org/10.5089/9798400201257.001>
- Ifa, A., Guetat, I. (2018). Does public expenditure on education promote Tunisian and Moroccan GDP per capita? ARDL approach. *The Journal of Finance and Data Science*, 4(4), 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2018.02.005>

- Iqbal, A., Tang, X., Rasool, S. F. (2023). Investigating the nexus between CO2 emissions, renewable energy consumption, FDI, exports and economic growth: evidence from BRICS countries. *Environment, Development and Sustainability*, 25(3), 2234-2263. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02128-6>
- Kaygusuz, K. A. M. İ. L., Yükksek, Ö., Sari, A. (2007). *Renewable energy sources in the European Union: Markets and capacity. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2(1), 19-29. <http://dx.doi.org/10.1080/15567240500400887>
- Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics* (6th ed.). Malden: Blackwell Publishing.
- Knibbe, M. (2022). The Irish anomaly. Rethinking the concept and operationalization of Gross Fixed Capital Formation. World Economics Association.
- Li, S., Hu, Y., Zhang, L. (2022). Coupling coordination relationship of pumped storage power station and eco-environment system. *Journal of Energy Storage*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105029>
- Leitão, N. C. (2014). Economic growth, carbon dioxide emissions, renewable energy and globalization. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 391-399.
- Maneejuk, P., Yamaka, W. (2021). The impact of higher education on economic growth in ASEAN-5 countries. *Sustainability*, 13(2), 520. <https://doi.org/10.3390/su13020520>
- Marques, A. C., Fuinhas, J. A. (2012). Is renewable energy effective in promoting growth?. *Energy Policy*, 46, 434-442. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.006>
- Menegaki, A. N., Ozturk, I. (2016). Renewable energy, rents and GDP growth in MENA countries. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(9), 824-829. <https://doi.org/10.1080/15567249.2014.949392>
- Michałowski, A. (2011). Spatial environmental services in the approach of the assumptions of economics for sustainable development. *Problemy Ekorożwoju-Problems of Sustainable Development*, 6(2), 117-126.
- Milek, D., Nowak, P., Latosińska, J. (2022). The Development of Renewable Energy Sources in the European Union in the Light of the European Green Deal. *Energies*, 15(15), 5576. <https://doi.org/10.3390/en15155576>
- Mostafaeipour, A. (2010). Productivity and development issues of global wind turbine industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1048-1058. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.031>
- Musiał, W., Zioło, M., Luty, L., Musiał, K. (2021). Energy policy of European Union member states in the context of renewable energy sources development. *Energies*, 14(10), 2864. <https://doi.org/10.3390/en14102864>

- Nicholls-Lee, R. F., Turnock, S. R. (2008). Tidal energy extraction: renewable, sustainable and predictable. *Science progress*, 91(1), 81-111. DOI: 10.3184/003685008X285582
- Ntanos, S., Skordoulis, M., Kyriakopoulos, G., Arabatzis, G., Chalikias, M., Galatsidas, S., Katsarou, A. (2018). Renewable energy and economic growth: Evidence from European countries. *Sustainability*, 10(8), 2626. DOI:10.3390/su10082626
- Omri, A. (2013). CO2 emissions, energy consumption and economic growth nexus in MENA countries: Evidence from simultaneous equations models. *Energy economics*, 40, 657-664. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.09.003>
- Outlook, A. E. (2010). Energy information administration. *Department of Energy*, 92010(9), 1-15.
- Papież, M., Śmiech, S., Frodyma, K. (2019). Effects of renewable energy sector development on electricity consumption–Growth nexus in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109276. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109276>
- Riik toetab elektriautode ostu kuni 5000 euroga. (2022). Eesti Rahvusringhääling. Kasutatud 26 jaanuar 2022 <https://www.err.ee/1608827752/riik-toetab-elektriautode-ostu-kuni-5000-euroga>
- Sahlian, D. N., Popa, A. F., Crețu, R. F. (2021). Does the increase in renewable energy influence GDP growth? An EU-28 analysis. *Energies*, 14(16), 4762. <https://doi.org/10.3390/en14164762>
- Schreurs, M. A. (2013). Orchestrating a low-carbon energy revolution without nuclear: Germany's response to the Fukushima nuclear crisis. *Theoretical inquiries in law*, 14(1), 83-108. DOI: 10.1515/til-2013-006
- Smolović, J. C., Muhadinović, M., Radonjić, M., Đurašković, J. (2020). How does renewable energy consumption affect economic growth in the traditional and new member states of the European Union?. *Energy Reports*, 6, 505-513. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.09.028>
- Tutak, M., Brodny, J., Bindzár, P. (2021). Assessing the Level of Energy and Climate Sustainability in the European Union Countries in the Context of the European Green Deal Strategy and Agenda 2030. *Energies*, 14(6), 1767. <https://doi.org/10.3390/en14061767>
- Tuuleenergia Eestis. (dateerimata). *Tuuleenergia Assotsiatsioon*. Kasutatud 07. detsember 2022. <https://tuuleenergia.ee/tuuleenergia-eestis/>
- Usman, M., Makhdam, M. S. A. (2021). What abates ecological footprint in BRICS-T region? Exploring the influence of renewable energy, non-renewable energy, agriculture, forest area and financial development. *Renewable Energy*, 179, 12-28. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.014>

- Valadkhani, A., Nguyen, J. (2019). Long-run effects of disaggregated renewable and non-renewable energy consumption on real output. *Applied Energy*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113796>
- Vezmar, S., Spajić, A., Topić, D., Šljivac, D., Jozsa, L. (2014). Positive and negative impacts of renewable energy sources. *International journal of electrical and computer engineering systems*, 5(2), 47-55.
- Vural, G. (2021). Analyzing the impacts of economic growth, pollution, technological innovation and trade on renewable energy production in selected Latin American countries. *Renewable Energy*, 171, 210-216. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.072>
- Võrk, A. (2003). Staatilised paneelandmete mudelid. Tartu Ülikool. Kättesaadav: <https://docplayer.net/54534682-Staatilised-paneelandmete-mudelid-andres-vork.html>
- Wind Energy in France. (2020). *Global Wind Energy Research Collaboration*. Kasutatud: 07. detsember 2022. <https://iea-wind.org/about-iea-wind-tcp/members/france/>
- Zhang, Y. J., Liu, Z., Zhang, H., Tan, T. D. (2014). The impact of economic growth, industrial structure and urbanization on carbon emission intensity in China. *Natural hazards*, 73, 579-595. DOI 10.1007/s11069-014-1091-x

LISAD

Lisa 1. Gretlis korrelatsioonimaatriksi teine versioon

	GEDU	EXPO	D_RENE	FOSS	GFCF	EGRO
GEDU	1	-0,333	0,1347	-0,1434	0,0027	-0,1621
EXPO		1	-0,0189	-0,0679	-0,0456	0,2004
D_RENE			1	-0,0581	-0,0139	-0,3453
FOSS				1	0,0707	0,1557
GFCF					1	0,2836
EGRO						1

Allikas: Autori arvutused töös kasutatavate andmete põhjal

Märkused:

- GEDU – valitsuse kulutused haridusele kasvumäär
- EXPO – kaupade ja teenuste ekspordi kasvumäär
- RENE – taastuenergia osakaal kogu energia lõpptarbimisest
- FOSS – fossiilkütuste osakaal kogu energia lõpptarbimisest
- GFCF - kapitali kogumahutavus põhivarasse
- EGRO - majanduskasv

Lisa 2. Gretli mudeli aruanded

Gretli mudeli aruannete tööväljavõtted on leitavad alljärgnevalt lingilt:

https://docs.google.com/document/d/10Y20-qKAvidwPF6o9fXyOcroToVKv-Hu_AkJ3XEOFqg/edit?usp=sharing

Lisa 3. Töö andmestik

Töös kasutatav andmestik on leitav alljärgnevalt lingilt:

https://drive.google.com/drive/folders/1vhe0UFwlxnzS4y3c2VkMzv_JHY-RtW98?usp=sharing

Lisa 4. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks²

Mina, Carol Kuuskman

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Taastuenergia tarbimise mõju majanduskasvule Euroopa Liidu riikide näitel“,

mille juhendaja on Heili Hein,

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

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. jq 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.