

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Helena Jürma

**TAASTUVENERGIA TARBIMISE MÕJU ITAALIA JA
PRANTSUSMAA MAJANDUSKASVULE**

Bakalaureusetöö

Õppekava rakenduslik majandusteadus, peeriala majandusanalüüs

Juhendaja: Marit Rebane, PhD

Tallinn 2024

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 8987 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Helena Jürma 09.05.2024

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	4
SISSEJUHATUS	5
1. TEOREETILINE RAAMISTIK JA ÜLEVAADE VARASEMATEST EMPIIRILISTEST UURINGUTEST	7
1.1. Taastumatud energiaallikad	7
1.2. Puhtad energiaallikad	9
1.2.1. Taastuenergia	10
1.2.2. Tuumaenergia	11
1.3. Euroopa Liidu energiatarbimisharjumused ja kliimaeesmärgid	12
1.4. Varasemad empiirilised uuringud majanduskasvust ja energiatarbimisest	14
1.4.1. Taastuenergia tarbimise seos majanduskasvuga	15
1.4.2. Taastuenergia tarbimine Itaalias ja Prantsusmaal	17
2. ANDMED JA METOODIKA	19
2.1. Töös kasutatavad andmed ja kirjeldav statistika	19
2.2. Meetodite kirjeldus	21
3. ANDMEANALÜÜS JA EMPIIRILISE UURINGU TULEMUSED	23
3.1. Andmete statistiline ülevaade Itaalias ja Prantsusmaal	23
3.2. Aegridade töötlemine	27
3.2.1. Itaalia andmete korrastamine	27
3.2.2. Prantsusmaa andmete korrastamine	27
3.3. Korrelatsioonanalüüs	28
3.4. Regressioonanalüüs	30
3.4.1. Itaalia regressioonimudel	30
3.4.2. Prantsusmaa regressioonimudel	33
3.4. Empiirilise analüüsi tulemused ja järeldused	35
KOKKUVÕTE	38
SUMMARY	40
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	42
LISAD	49
Lisa 1. Lihtlitsents	49

LÜHIKOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk on välja selgitada, kas Itaalias ja Prantsusmaal esineb taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel seos ning mil määral mõjutab taastuvenergia tarbimine kummaski riigis majandusarengut. Tööga on püstitatud kaks hüpoteesi. Esimene hüpotees ütleb, et Itaalias ja Prantsusmaal on taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel oluline ja positiivne seos. Teiseks hüpoteesiks on, et taastuvenergia tarbimine on majanduskasvuga seotud, aga vähem kui fossiilenergia.

Töö eesmärgi saavutamiseks on sõnastatud järgnevad uurimisküsimused:

- 1) Kas taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel on Itaalias ja Prantsusmaal seos ning kas taastuvenergia tarbimine soodustab või pärsib majanduskasvu?
- 2) Kas taastuv- ja fossiilenergia tarbimise majanduslikes mõjudes on olulisi erinevusi?

Lõputöös empiirilises osas kasutatakse *The World Bank* ja *Energy Institute* andmebaasidest hangitud Itaalia ja Prantsusmaa aegridasid, millega viiakse läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüs ning luuakse mõlemale riigile eraldi regressioonmudelid. Sõltuvaks muutujaks on sisemajanduse koguprodukti (SKP) kasv elaniku kohta (*per capita*) ja sõltumatuteks muutujateks taastuvenergia tarbimise kasv, nafta tarbimine, kapitali kogumahutus põhivarasse ning süsinikdioksiidi (CO₂) heitkogused.

Regressiooanalüüsi käigus tuvastatakse, et nii Itaalias kui ka Prantsusmaal esineb taastuvenergia tarbimise kasvu ja SKP *per capita* kasvu vahel negatiivne seos. Kummaski riigis on SKP *per capita* kasvuga statistiliselt oluline seos veel kapitali kogumahutusel põhivarasse ning Itaalias CO₂ heitkogustel. Nafta tarbimine ja SKP *per capita* kasv ei oma Itaalias ja Prantsusmaal statistiliselt olulist seos.

Võtmesõnad: taastuvenergia, majanduskasv, fossiilkütused, kliimasoojenemine

SISSEJUHATUS

Fossiilkütused on laialt levinud energiaallikad, mis toetavad globaaset majandussüsteemi. Neist saadav fossiilenergia on riikide oluliseim tugisammas, mida seostatakse tootlikkuse parandamisega. Paraku on tegu ammenduva energiaallikaga, mille varusid omavad vähesed riigid. Fossiilkütuste põletamine eraldab CO₂, mis hoiab atmosfääri soojust kinni. Seetõttu peetakse neid ülemaailmsete kliimamuutuste põhjustajaks, mille tagajärjeks on maailma keskmise temperatuuri tõusmine, oht inimeste elule, põllumajandusliku saagi ja kasutuskõlbliku maa hävinemine metsatulekahjudes. Taastuvad energiaallikad võivad fossiilenergiaga seotud probleeme leevendada, mispärast on taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahelise temaatika uurimine aktuaalne keskkonnaprobleemide lahendamises ja energiamaastike kujundamises, mille võtmesõnaks on jätkusuutlikkus. Euroopa Liit (EL) on fossiilkütustest loobumiseks seadnud karmid nõuded, mistõttu on rohelised tootmissüsteemid üha olulisem faktor majandusliku edu tagamises.

Valik uurida taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahelist seost Itaalias ja Prantsusmaal tuleneb nii teema üldisest aktuaalsusest kui ka uudsusest. Mure kliimamuutuste pärast kasvab, mistõttu on vaja mõista taastuvenergiale ülemineku majanduslikke tagajärgi. Itaalia ja Prantsusmaa kohta leidub autorile teadaolevalt vähe uuringuid, mistõttu käesolev lõputöö võib anda kirjandusele väärtuslikku teavet. Neil riikidel on väga erinevad energiaprofiilid, mistõttu on huvitav uurida, kuidas ja milliste energiaallikate tarbimine mõjutab Itaalia ja Prantsusmaa majandustulemusi kõige rohkem.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on uurida, kas Itaalias ja Prantsusmaal esineb taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel seos ning mil määral mõjutab taastuvenergia tarbimine kummagi riigi majanduskasvu.

Lõputöö eesmärgini aitavad jõuda järgmised uurimisküsimused:

- 1) Kas taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel on Itaalias ja Prantsusmaal seos ning kas taastuvenergia tarbimine soodustab või pärsib majanduskasvu?
- 2) Kas taastuv- ja fossiilenergia tarbimise majanduslikes mõjudes on olulisi erinevusi?

Autor on lisaks uurimisküsimustele esitanud kaks hüpoteesi:

- taastuenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel on Itaalias ja Prantsusmaal statistiliselt oluline ja positiivne seos;
- taastuenergia tarbimine on majanduskasvuga seotud, aga vähem kui fossiilenergia tarbimine.

Esmalt viiakse läbi korrelatsioonanalüüs, millega selgitatakse välja muutujate vaheliste seoste suund ja tugevus. Seejärel teostatakse programmis *Gretl* regressioonanalüüs vähimruutude meetodil. Töös kasutatakse kvantitatiivset lähenemist. Mudelisse kaasatakse aegridade aastased sekundaarandmed *The World Bank* ja *Energy Institute* andmebaasidest, mis hõlmavad ajaperioodi 1978–2019. Sõltuvaks muutujaks on SKP *per capita* kasv ja peamiseks sõltumatuks muutujaks taastuenergia tarbimise kasv. Kirjanduse põhjal on kaasatud ökonomeetrisse mudelisse teisigi sõltumatuid tunnuseid.

Esimeses peatükis kirjeldatakse nii taastuvaid kui ka puhtaid energiaallikaid, nende tarbimise konteksti, eeliseid ja puudusi. Antakse ülevaade varasemast empiirilisest kirjandusest ja hetkeolukorrast ELis. Teises peatükis tutvustatakse mudelisse kaasatud muutujaid, esitatakse kirjeldav statistika ja käsitletakse töö metoodikat. Kolmandas peatükis analüüsitakse kõikide aegridade muutuseid ajas, koostatakse ökonomeetriselised mudelid, viiakse läbi andmete analüüs ning sõnastakse järeldused.

1. TEOREETILINE RAAMISTIK JA ÜLEVAADE VARASEMATEST EMPIIRILISTEST UURINGUTEST

Esimeses peatükis tutvustatakse energiatarbimise konteksti. Kirjeldatakse taastumatuid energiaallikaid ja nendega seotud probleeme. Tuuakse välja puhaste energiaallikate nagu taastuv- ja tuumaenergia omadused. Antakse ka ülevaade varasematest empiirilistest uuringutest ja energiatarbimise hetkeolukorrast ELis.

1.1. Taastumatud energiaallikad

Fossiilkütused on majanduse oluline komponent, mida kasutatakse mitmetel tööstuslikel ja kodumajapidamislikel eesmärkidel (Shafiee & Topal, 2008). Energia tähtsust majandusmudelites kinnitab asjaolu, et energiatarbimist elaniku kohta peetakse tänapäeval üheks olulisemaks majandusarengut iseloomustavaks näitajaks (Cicea & Pirlogea, 2012). Tööstusrevolutsioonist alguse saanud loodusvarade intensiivne kasutamine ja energiatarbimise eksponentsiaalne kasv on tekitanud sõltuvuse energia kui tooraine järgi. Tänapäeval on nii arenenud riikide kui ka arengumaade energiatootmissüsteemide alustalaks fossiilkütused. (Felgueiras *et al.*, 2018) Peamised fossiilkütused on kivisüsi, nafta ja maagaas ning nende varusid pole pärast kasutamist võimalik taastada ega uuendada (El-Karimi, 2021). See on nende energiaallikate suurim nõrkus ja murekoht, kuna hetkel püsib nõudlus fossiilenergia järgi 80% ligidalt (*World Energy Outlook ...*, 2023b). Traditsiooniline fossiilenergia kasutamine võib aga soodustada majanduskasvu ning seda on näidanud paljud uuringud (Mohammadi & Parvaresh, 2014; Lee, 2005). Mida rohkem toodetakse, seda rohkem on võimalik ekspordida. Kuid mida rohkem toota, seda rohkem on ka energiat vaja.

Fossiilkütused on ammenduvad ressursid, mis muudab neist sõltuvad majandused veelgi haavatavamaks (Felgueiras *et al.*, 2018), kui neile ligipääs kaoks. Ammenduvaid ressursse ei saa aga tuleviku majanduses arvestada. Fossiilkütuste varusid omavad vähesed riigid maailmas. 2022. aasta seisuga paiknes Lähis-Ida territooriumil 79,5% teadaolevatest naftavarudest (OPEC ..., 2024). Regiooni ebastabiilsus võib tekitada puudusi globaalses energiatarbimisesahelas, kahjustades

suure energianõudlusega piirkondi. Piiratud kodumaiste energiaressurssidega riikidel ei jää üle muud kui leida naftaasendajaid, mis tagaksid pikaajalise kaitse tarnehäirete eest ja vähendaksid sõltuvust energiaimpordist. Juba 2023. aastal aitas taastuvenergia osakaalu suurendamine langetada elektrienergia sektoris energiahinnad sõjaelsele tasemele (*Delivering the ...*, 2024), näidates kui oluline energiaallikate mitmekesisus.

Fossiilkütuste ammendumise kõrval on suureks murekohaks nende ebaühtlane geograafiline jaotus. See võib mõjutada importenergiat kasutavate riikide heaolu ja energiajulgeolekut turgude ja hindade ebastabiilsusega. 1973. ja 1979. aastal leidsid aset ülemaailmsed energiakriisid naftašokkide näol, millega kaasnesid energia, eriti nafta, enneolematult kõrged hinnad (Esseghir *et al.*, 2014). Kriis mõjus majanduskasvule negatiivselt ja nõudis energiasäästuprotsesside rakendamist. See oli äratus arenenud riikidele, näidates nende kasvumudelite nõrkust. Ennustatakse, et tulevikus suurenevad energiahinnad tõenäoliselt veelgi (Dincer *et al.*, 2007). Kui energiahinnad tõusevad kiiremini kui sissetulekud, võivad tekkida häired nii kodumaisel kui ka rahvusvahelisel tasandil. Taastuvenergia oluline eelis on seega energiajulgeolek, mis on iga riigi eesmärk (Jefferson, 2006). Energiajulgeolek tähendab, et riik suudab pakkuda piisavas koguses elektrienergiat sellise hinnaga, mida selle vastuvõtjad on suutelised maksma, austades samal ajal loodushoiu põhimõtteid (Bielski *et al.*, 2020). Omades mitmekesist energiaallikate võrgustikku väheneb sõltuvus fossiilkütustest. Juurdepääs pidevale ja taskukohasele energiale aitab rahuldada inimeste igapäevaseid põhivajadusi. Kahtlemata aitab see kaasa ka riigi poliitilise stabiilsuse tagamisele ning oluliste sektorite nagu põllumajanduse ja tootmise üldisele arengule ja julgeolekule.

Lisaks halvale energiajulgeolekule põhjustab fossiilkütuste kasutamine eri majandussektorites probleeme keskkonnale, inimeste tervisele ja heaolule (Dincer & Midilli, 2005). Nimelt fossiilkütuste tootmine ja põletamine tekitab õhusaastet, mis on kliimamuutuste peamine põhjustaja. Maakera temperatuur on tulemus Maal neeldunud päikeseenergiast ja Maalt kosmosesse pääsevast infrapunakiirgusest (Jain, 1993). Kliima on ajaloo vältel olnud pidevas muutumises, kuid murettekitav on muutuste kiirus lähiaastatel, mis on inimkonda ähvardav oht. Kliimamuutused tekivad kasvuhoonegaaside tõttu, olles peamiselt liiga suure CO₂ heitkoguste tagajärg (Anderson *et al.*, 2016). Tegu on päikesekiirgusele läbitava gaasiga, kuid infrapunakiirgus neist mööda ei pääse (Jain, 1993). Seega neelavad nad Maa kiirgavat infrapunakiirgust ja püüavad atmosfääri rohkem soojust kui vaja. Industrialiseerimiset alguse saanud pidev inimtegevuse käigus suurenenud kasvuhoonegaaside (nt CO₂, metaani, diämmastikoksiidi)

konsentratsioon on tekitanud hirmu suurenenud kasvuhooneefekti ees (*Ibid.*). Kõik elektritootmistehnoloogiad eraldavad aga mingil momendil elutsükli jooksul kasvuhoonegaase. Üle 40% energiaga seotud CO₂ heitkogustest on tingitud elektritootmisest (World Nuclear Association ..., 2022). Kasvuhoonegaase võib lisaks fossiilkütuste põletamisele eralduda protsessides nagu materjalide (nt terase, tsemendi ja plasti) tootmine või toidu kasvatamine (Ritchie *et al.*, 2023). Selle tagajärjel ilmnevad kõrgemad maksimumtemperatuurid ja kuumalained üle kogu maa, põhjustades inimeste surma, kuumastressist kariloomade tootmiskadusid, suurenenud saagi kahjustumise ohtu aga ka elektrihoormust kliimaseadmetele või muutusi populaarsetes turismikohtades (Sims, 2004). Arvatakse, et praegused keskkonnaprobleemid on tingitud lõunapoolsete arenguriikide tohutust vaesusest ning põhjapoolsete arenenud riikide mittesäästvatest tarbimis- ja tootmisharjumustest (UN ..., 1987).

Üheks fossiilkütuste tarbimisega seotud negatiivseks kliimamuutuste tagajärjeks on kliimakatastroofid, näiteks metsatulekahjude sagedane esinemine. Need tulekahjud eraldavad ka CO₂ ja võivad kahjustada terveid ökosüsteeme. Inimesi mõjutavad metsatulekahjud nii otseselt kui ka kaudselt. Tulekahjud nõuavad tuhandete inimeste elusid ja hävitavad nende kodud (Ritchie & Samborska, 2024). WHO hinnangul põhjustab õhusaaste maailmas iga aasta 7 miljonit enneaegset surma ägedate hingamisteede infektsioonide tõttu nagu näiteks kopsupõletik, mis mõjutab eelkõige lapsi madalamate ja keskmiste sissetulekutega riikides (WHO ..., 2023). Kuna hetkel puudub maailmas kõigile kättesaadavas mahus turvaline, odav ja vähese CO₂ heitmega energiataristu, jätkub keskkonnakahjustuste süvenemine. CO₂ sidumist on võimalik suurendada metsaraie vähendamise ja metsauuendusprogrammide alustamisega (Jain, 1993). Kasvuhoonegaaside vähendamiseks on vaja piirata fossiilkütuste tarbimist ja suurendada koos energiasäästmisele suunatud strateegiatega alternatiivsete energiallikate osakaalu.

1.2. Puhtad energiaallikad

ÜRO koostatud Brundtlandi aruandes sõnastati esmakordselt jätkusuutliku arengu definitsioon ja selle neli tugisammast: „Säästev areng on areng, mis vastab oleviku vajadustele, ilma et kahjustaks tulevaste põlvkondade võimet rahuldada oma vajadusi.“ (UN ..., 1987, lk 37). Jätkusuutliku arengu põhielemendid on energiavarude piisav kasv inimvajaduste rahuldamiseks, energiatõhususe meetmete rakendamine, et minimeerida primaarressursside raiskamist. Lisaks rahvatervise ja ohutuse küsimustega tegelemine, kui need tekivad energiaressursside kasutamisel ning biosfääri

kaitse ja saastevormide vältimine. (*Ibid.*) Taastuvad energiaallikad vastavad kõigile neile kriteeriumitele. Taastuvenergia kui rohelise energia üks olulisemaid omadusi on seega keskkonnasõbralikkus (Dincer & Midilli, 2005; Aslan & Ocal, 2013) ja CO₂ heitkoguste vähendamine. See on keskkonna- ja inimeste heaolu vaatepunktist vaadatuna oluline eelis fossiilkütuste ees. Kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni suurenemine ja fossiilkütuste pidevad hinnakõikumised on innustanud paljusid riike leidma kasvavat energianõudlust rahuldavaid puhtaid energiasursse (Al-Mulali, 2014).

1.2.1. Taastuvenergia

Levinud keskkonnasõbralik energiaallikas on taastuvenergia. Taastuvenergia alla kuuluvad kõik looduslikest ressurssidest pärinevad energiaallikad, mille varud täienevad tarbimisest kiirema tempoga (UN ..., 2024). Teisisõnu, taastuvad energiaallikad on ammendamatud või täienevad looduslikult ilma inimese sekkumiseta. Taastuvenergia, nagu nimigi viitab, on jätkusuutlik energiaallikas ja säästva arengu esmatähtis komponent. Tänapäeval on levinuimad taastuvad energiaallikad päikesevalgus, tuul, maasoojus, veejõud, lainete liikumine, ookeanihoovused ja biomass (*Ibid.*). Nendest allikatest saadava energia osatähtsus on märgatavalt suurenenud nii elektri, kütte- kui ka transpordisektoris (Bhattacharya *et al.*, 2016). 2020. aastal moodustas kogu ELi tarbitud energiast 35% õli- ja naftasaadused, 24% maagaas, 13% tuumaenergia, 11% tahked fossiilkütused ja 17% taastuvenergia (*The EU imported ...*, 2022), mis näitab selle sektori arengut.

Energiaressursside õige kasutamise ümber käib tihe arutelu, eriti selle osas, missuguseid energiaallikaid tuleks kasutada ja miks. Energiaallikate juures on olulised tegurid hind, stabiilsus, tõhusus ja keskkonnamõjud (Chang *et al.*, 2015). Kvaliteedi kohalt on fossiilkütused kahtlemata tõhusad allikad, ent ühel päeval ammenduvad, seega puudub stabiilsuse nõue. Samuti kahjustavad nad keskkonda. Taastuvenergia võiks potentsiaalselt omada rahuldavaid tulemusi peaaegu kõigis neis punktides. Küll aga omab selle kasutuselevõtt nelja turule sisenemise barjääri, mis võivad vähendada taastuvenergia positiivseid mõjusid. Takistuseks võivad olla esialgsed investeeringud, mitteelastne nõudlus, piirav keskkond ning puudulik teadus- ja arendustegevus (Afonso *et al.*, 2017). Väidetakse veel, et taastuvenergia edendamine seab majandusele raske koorma ühiskonna kaudsete kulude näol. Taastuvenergia hind on konkurentide puudumisel kallis ning kogu traditsioonilistel energiallikatel põhineva tootmisstruktuuri hülgamine võib põhjustada stagnatsiooni. (Fuinhas & Marques, 2012) Kindlasti peab taastuvenergiasektor taluma ka ilmaga seotud probleeme. Näiteks väljakutseid tasakaalustada igal ajal elektrienergia pakkumist ja nõudlust, mis võib puuduliku võimsuse korral osutada keeruliseks.

Teisest küljest on taastuvenergiasektor kiirelt arenev tööstus. Kõikidest maailma 2015. aastal tehtud elektritootmise investeeringutest olid 70% seotud taastuvenergiasüsteemidega (*World Energy Outlook ...*, 2016, lk 406–407). Samal aastal pakkus taastuvenergiasektor tööd ligikaudu 8,1 miljonile inimesele, parandades indiviidide sotsiaalmajanduslikku seisundit. Suurimad tööandjad olid päikeseenergia-, tuuleenergia- ning biokütustega tegelevad sektorid (*Ibid.*). ELis oli taastuvenergia sektor loonud 2019. aastaks 4,5 miljonit töökohta (*Delivering the ...*, 2024). Ainuüksi tuulepargi rajamine võib luua täiendavaid töökohti, millest saadav kasu on lisaks tööhõive parandamisele ka elektri ostmisega seotud kulude vähendamine ja tuuleenergia ekspordi tulude suurendamine (Elering ..., 2024). Seega võib töökohtade loomine aidata majandust SKP kaudu. Asjaolu, et täiendavad investeeringud taastuvenergiasse soodustavad tööhõivet, on kinnitanud ka empiirilised uuringud. Saksamaal viib taastuvenergia suurenemine uuritud stsenaariumite korral positiivse netohõiveni, mis pidevalt kasvab (Edler *et al.*, 2012). Ka USA elektrisektori põhjal püüti hinnata netohõivet erinevatel energiaallikatel baseeruvatel tööstustel ja leiti, et nimelt kõik mittefossiilkütuseid rakendavad tehnoloogiad loovad energiaühiku kohta rohkem töökohti kui kivisüsi ja maagaas (Kammen *et al.*, 2009). See on avastus, mis räägib taastuvenergia kui majanduslikult kasuliku energiaallika kasuks.

1.2.2. Tuumaenergia

Üheks fossiilkütuste ja taastuvenergia alternatiiviks on veel tuumaenergia, mis on aatomite tuumast vabanev energiavorm (*What is nuclear ...*, 2022). Tuumaenergia on lisaks taastuvenergiale üks puhtaim ja rohelisem energialiik, mis eraldab minimaalselt saasteaineid (Wang & Yang, 2021). Tuuma- ja taastuvenergia tootmisel tekivad heitmed kaudselt, näiteks tuumajaama ehitamise käigus. Elutsükli jooksul tekitab tuumaenergia elektriühiku kohta ligikaudu sama palju CO₂ ekvivalente kui tuuleenergia ja umbes kolmandiku päikeseenergiast. (World Nuclear Association ..., 2022) Puhta energia arendamise lahutamatuks osaks on suured rahalised investeeringud. Tuumaelektrijaamad, nagu ka ülejäänud taastuvenergia süsteemid, on väga kapitalimahukad. Tuumaenergiat peetakse alternatiivseks allikaks kõrgete naftahindadega toimetulekuks ja välisriikide impordisõltuvuse vähendamiseks. Tuumajaamast saadava energia kulud on kütusehindade kõikumise suhtes vähem tundlikud kui kivisüsi ja gaas (Mbarek & Saidi, 2016), mistõttu võiksid lahendada energiajulgeoleku küsimust. Pikemas perspektiivis on tuumaenergiat kindlasti oluline roll roheliste keskkonnastrateegiatega väljatöötamisel kuniks suudetakse täielikult üle minna taastuvenergiale.

Kas aga tuumaenergia tarbimine võiks omada positiivset mõju majanduskasvule, on püütud palju tõestada. 2016. aastal analüüsiti tuumaenergia tarbimise mõju SKP kasvule ja CO₂ heitkogustele, kuhu kaasati 30 riiki. Uuringu tulemused näitasid, et tuumaenergia tarbimine avaldab pikas perspektiivis positiivset mõju SKP kasvule ning lühiajaliselt negatiivset mõju CO₂ emissioonidele (Al-Mulali, 2014). Järelikult erinevalt fossiilkütustest, mis suurendavad samuti riigi majanduskasvu, põhjustab tuumaenergia tarbimine nendega võrreldes keskkonnale vähem kahju. Sellegipoolest ei olda tuumaenergia osakaalu suurendamise osas üksmeelel. Nimelt esineb tuumaenergiasektoris puudusi tööohutuse ja radioaktiivsete jäätmete kõrvaldamisega seotud küsimustes. Tuumatehnoloogia teabe levik valedesse kättesse ja sellega kaasnev oht ning üleüldse avalikkuse raske vastuvõetavus tuumajaamade rajamises on muutnud selle kasutuselevõtu paljudele riikidele keeruliseks (Rogner & Toth, 2006).

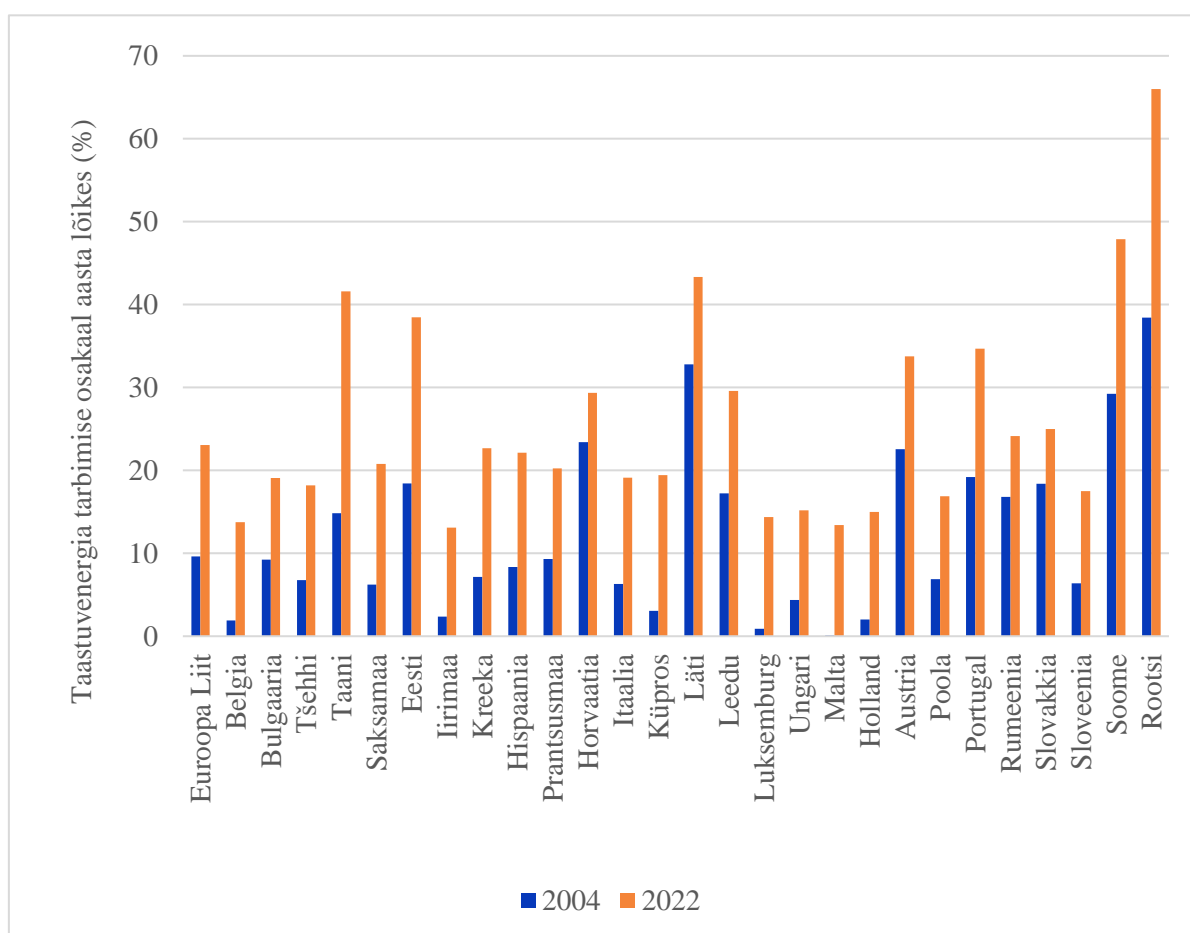
1.3. Euroopa Liidu energiatarbimisharjumused ja kliimaeesmärgid

1992. aastal tähistas Rio konverents pöördepunkti maailma suhtumises keskkonda: esmakordselt tunnustati rahvusvaheliselt kliimamuutust kui probleemi (Kliimaministeerium ..., 2021b). 1997. aastal kirjutasid 39 arenenud riiki alla Kyoto protokollile, mis on rahvusvaheline leping kasvuhoonegaaside heitkoguste piiramiseks (Kliimaministeerium ..., 2021a). Ka EL läks Kyoto kohtumisele ettepanekuga vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid 2010. aastaks vähemalt 15% võrreldes 1990. aasta tasemega (Bengochea-Morancho *et al.*, 2001). Kooskõlas Pariisi kokkuleppe eesmärkidega andis EL lubaduse muutuda puhtaks, ressursitõhusaks ja konkurentsivõimeliseks majanduseks (*The European Green ...*, 2024).

Eesmärkide saavutamiseks loodi 2020. aastal Euroopa rohelepe, millega loodetakse saavutada 2050. aastaks nullheidete tase. Sellega oleks Euroopa esimene kliimaneutraalne maailmajagu (*The European Green ...*, 2019). Rohelepe esimeste põhielementide hulgas jõustus 2021. aastal ELi kliimaseadus, mis muutis liikmesriikides kohustuse siduvaks (*Ibid.*). Kliimaseaduse järgi peavad liikmesriigid juba 2030. aastaks langetama kasvuhoonegaaside heitkoguseid vähemalt 55% võrreldes 1990. aasta tasemega (*European Climate ...*, 2024), mis suurendab taastuvenergia tarbimise aktuaalsust ja olulisust. Alternatiivsete energiaallikate kasutamist soodustab ka ELi kasvukoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem (ETS – *European Union Emissions Trading System*) (Kliimaministeerium ..., 2023). ETS on toonud üle 180 miljardi euro

liikmesriikide ja ELi eelarve tuludesse (*The European Green ...*, 2024c), mida on võimalik investeerida kliimat puudutavatesse valdkondadesse, luues keskkonnasõbralikuma tuleviku.

ELi energiatoodang ei oma hetkel piisavalt ressursse, et katta eurooplaste vajadusi, seega imporditakse üle poole tarbitavast energist. Vaatamata fossiilkütuste osakaalu vähenemisele on ELi majanduse olulisemad energiaallikad endiselt nafta ja maagaas, mida imporditakse kolmandatest riikidest (Eurostat, tabel *simplified energy...*). 2020. aastal imporditi 58% tarbitud energiast, kuna omatoodang kattis vaid 42% vajadustest (*The EU imported ...*, 2022). 2022. aastal oli imporditud energia osakaal 62,52% (Eurostat, tabel *energy imports...*). Taastuvenergia on leidnud tee ELi energiaprofiili: selle osakaal on riigiti esitatud järgmisel joonisel (vt Joonis 1).



Joonis 1. Taastuvenergia tarbimise osakaal aasta lõikes ELis aastatel 2004 ja 2022

Allikas: Autori koostatud arvutused programmis *MS Excel* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Kui 2004. aastal oli taastuvatest allikatest toodetud energia osakaal ELis 9,61%, siis aastaks 2022 oli selle osakaal tõusnud kuni 23,05% (Eurostat, tabel *share of...*), omades ajalooliselt kõrgeimat

väärtust. Kõige suurem taastuenergia tarbimise osakaal oli 2022. aastal Rootsis (66%), Soomes (47,89%), Lätis (43,32%), Taanis (41,6%) ja Eestis (38,47%) (Eurostat, tabel *share of...*). Taastuenergia osatähtsuse on suurendanud sihtotstarbelised poliitikad, toetused ja taastuenergia suurenenud konkurentsivõime.

1.4. Varasemad empiirilised uuringud majanduskasvust ja energiatarbimisest

Inimtegevuse suurenenud energianõudluse taustal tunnevad teadlased üha rohkem huvi energiatarbimise ja majanduskasvu seose uurimise kohta. SKP on peamine majanduskasvu iseloomustav näitaja, mida kasutatakse enamikes uuringutes majanduskasvu väljendamiseks. Sõltuvalt uuringu eesmärgist on levinud veel reaalne SKP või nominaalne SKP *per capita*, mille kaasasid mudelisse nii Dong (2022), Inglesi-Lotz (2016) kui ka Fang (2011). Kõik autorid järeldasid, et SKP *per capita* ja taastuenergia tarbimise vahel on positiivne ja statistiliselt oluline seos. Nominaalne SKP *per capita* peegeldab aga otseselt majandustoodangut inimese kohta, mis aitab hinnata üksikisikute ja leibkondade majanduslikku heaolu ja muudab tulemuste tõlgendamise üldsusele lihtsamini mõistetavaks. Sellest lähtutakse töö empiirilises osas.

Elektritootmisesektoris on fossiilkütused taastuvate energiaallikate peamised konkurendid (Leung & Li, 2021). Võttes taastuenergia kõrval arvesse näiteks nafta tarbimise rolli on võimalik kontrollida traditsiooniliste energiaallikate tarbimise mõju majanduskasvule. Eeldatakse, et nafta tarbimisel on majanduskasvuga positiivne seos. Nii on tuvastatud pikaajaline seos Kreeka energiatarbimise, reaalse SKP ja hinnamuutuste vahel (Hondroyiannis *et al.*, 2002). Järgmiseks, saja riigi põhjal koostatud uuringuga tuvastati põhjuslik seos energiatarbimisest SKP-sse, kusjuures arenenud OECD riikides esines seda rohkem (Chontanawat *et al.*, 2008). Naftat peetakse ka kõige tõenäolisemaks taastuenergia asenduskaubaks, mispärast tuleb see taastuenergia tarbimise asendajana mudelisse lisada (Chen *et al.*, 2021). Cicea ja Pirlogea (2012) uuringuga kinnitati pikas perspektiivis naftasaadustel põhineva energiatarbimise ja majanduskasvu vahel seos nii Hispaanias, Rumeenias kui ka ELis tervikuna. See on loogiline, kuna nafta on transpordisektori peamine kütus. OECD riikides leiti, et taastumatu energia kogutarbimine suurendab majanduskasvu rohkem kui taastuenergia kogutarbimine. Taastumatu energia tarbimise 1% kasv suurendab SKP-d tööjõu kohta 1,0% võrra ja taastuenergia tarbimise 1% kasv vastavalt 0,4% (Gozgor *et al.*, 2018).

Sõltumatu muutujana on tihtipeale mudelitesse kaasatud kapitali kogumahutus põhivarasse (Bhattacharya *et al.*, 2016; Apergis & Payne, 2010b), mis viitab investeeringutele põhivarasse (Eurostat, tabel TEC00011). Tunnus hõlmab nii seadmete kui ka masinate ostmist aga ka taristu (nt teede ja hoonete) rajamist (World Bank Data, tabel NE.GDI.FTOT.ZS). Investeeringud tootmiskapitali võivad turgutada majanduse suutlikkust toota tõhusamalt kaupu ja teenuseid (Gulzar, 2015) ja aidata majandusel kasvada. Seda tuvastas Ali (2015) Pakistanis tehtud uuringu põhjal. Regressioonanalüüs viidi läbi ajaperioodil 1981–2014 ning leiti, et kapitali kogumahutus põhivarasse omab positiivset mõju Pakistani SKP-le. Autori hinnangul suurendab 1% kapitali kogumahutuse kasv põhivarasse majanduskasvu 60% (*Ibid.*). Ka Apergis ja Payne (2010a) leidsid, et kui reaalne kapitali kogumahutus põhivarasse suureneb 1% võrra, kasvab reaalne SKP 0,7%. Lisaks eeldatakse, kui kapitali kogumahutus põhivarasse kasvab, suureneb tööhõive, mis omakorda põhjustab majanduskasvu (Maune & Matanda, 2022).

Järgmise näitajana on varasemad uuringud käsitlenud kasvuhoonegaaside heitkoguseid, mille ajalooline suurenemine tuleneb kasvanud energiateenuste osutamise mahust (Agliardi *et al.*, 2017). Majanduse arengufaasides on energiatarbimine harilikult mahukas, millega kaasnevad suuremad CO₂ heitkogused, mis pärast nende suurenenud tase võib viitada fossiilkütuste intensiivsele kasutamisele. Ang (2007) kinnitas, et suurenenud energiakasutus põhjustab suuremaid CO₂ heitkoguseid, mis on omakorda seotud SKP *per capita* suurenemisega. OECD riikide põhjal on aga järeldatud, et heitkoguste vähendamisele suunatud energiatarbimise poliitikal võib olla suurem mõju arenenud riikide kui arengumaade SKP-le (Chontanawat *et al.*, 2008). Energiatarbimisel on seega otsene mõju keskkonnasaaste tasemele (Acheampong, 2018), mistõttu on oluline lisada ühte mudelisse nii majanduskasvu, energiatarbimine kui ka CO₂ heitkogused.

1.4.1. Taastuvenergia tarbimise seos majanduskasvuga

Suur hulk uuringuid kinnitavad taastuvenergia ja majanduskasvu vahelise positiivse seose olemasolu. Kõige enam levinud on kasutada kogu taastuvenergia tarbimist. Apergis & Payne (2010a; 2010b; 2011) andsid valdkonda suure panuse, tuvastades majanduskasvu ja taastuvenergia vahelise positiivse seose olemasolu nii 20. Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development*) riigis aastatel 1985–2008, 13. Euraasia riigis aastatel 1992–2007 ning kuues Kesk-Ameerika riigis aastatel 1980–2006. Uuringud kinnitasid, et taastuvenergia tarbimise 1% kasv suurendab reaalselt SKP-d 0,76% OECD riikides ja 0,074% Euraasia riikides. Kõigis kolmes analüüsis oli sõltuvaks muutujaks valitud reaalne SKP

ja sõltumatuteks muutujateks taastuenergia tarbimine, kapitali kogumahutus põhivarasse ja töõjõud.

2016. aastal proovis ka Inglesi-Lotz (2016) leida vastust küsimusele, kas taastuenergia tarbimine mõjutab OECD riikide majandust. Võrreldes Apergis & Payne (2010a) uuringuga pikendas ta vaadeldavat ajavahemikku kuni aastani 2010 ja uuris seost 30. OECD riigis. Pikaajalise positiivse suhte olemasolu sai kinnitatud – kõigis loodud mudelites olid taastuenergiat iseloomustavate näitajate hinnangud positiivsed ja statistiliselt olulised nivool 1% (Inglesi-Lotz, 2016). OECD riikide kohta kinnitasid sarnaseid tulemusi Fetters ja Ohler (2014) ning Alam ja Murad (2020). Seega võib eeldada, et OECD riigid võiksid suurendada taastuenergia osakaalu.

Menegaki (2011) viis läbi ühe esimese samateemalise empiirilise uuringu Euroopa riikides ajaperioodil 1997–2007. Juhusliku efektiga mudel näitas seost SKP, taastuenergia tarbimise, CO₂ heitkoguste ja töõhõive vahel. Lõplik mudel aga ei kinnitanud põhjuslikku seost taastuenergia tarbimise ja SKP vahel. Seega, taastuenergia tarbimine pole Euroopas uuringu järgi majandust liikumapanev jõud. Tulemust võisid mõjutada Euroopa riikide ebaühtlane ning vähene taastuenergiallikate kasutamine. Küll aga on suudetud positiivse suhte olemasolu kinnitada ELiga piiri jagavas Türgi majanduses (Sari & Soytaş, 2004). Ka Aslani ja Ocali (2013) teadusuuringu eesmärk oli kirjeldada seost taastuenergia tarbimise, kapitali, töõjõu ja Türgi majanduskasvu vahel aastatel 1990–2010, kasutades ARDL (ARDL – *Autoregressive Distributed Lag*) meetodit. Parameetrite hinnangud ütlesid, et olulisuse nivool 1% avaldab taastuenergia tarbimine Türgi majanduskasvule hoopis negatiivset mõju. Kui taastuenergia tarbimine kasvab 1%, väheneb Türgi SKP 0,3% (Ibid.). Autorid põhjendasid saadud tulemust taastuenergia kallidusega. Nad ei lükanud aga ümber, et taastuenergia tarbimine võib majandusarengut negatiivselt mõjutada vaid esmaste investeeringute tegemisel.

Aasias paikneva Hiina kodumaisete andmete põhjal järeldas Fang (2011), et tervikuna kaasneb taastuvatest allikatest toodetud elektritarbimise suurenemisega majanduskasv ja sissetulekute tõus. Selgus, et taastuenergia tarbimine 1% kasv suurendab reaalselt SKP-d 0,12%, seejuures maamajapidamiste aastast sissetulekut elaniku kohta 0,44% ja linnamajapidamistel veidi vähem 0,37% (Ibid.). Taastuenergia võib seega luua maapiirkondades täiendavaid töökohti, mis parandavad sealsete kodumajapidamiste sissetulekuid.

17 arengumaad käsitlevas uuringus kaasasid Aslan ja Destek (2017) mudelisse nii taastumatute kui taastuvate energiaallikate tarbimise ja järeldasid, et taastuvenergia tarbimine põhjustab majanduskasvu Peruu, Kreekas ja Lõuna-Koreas. Riikides nagu Hiina, Kolumbia, Mehhiko, Filipiinid ja Türgi oli majanduskasvu suurendavaks teguriks hoopis fossiilkütustel põhineva energiatarbimise kasv (*Ibid.*). 2016. aastal viidi läbi 38 maailma riiki käsitlev uuring, mille põhjal 43% valimisse kaasatud riikides (nt India, Ukraina, USA, Israel) polnud taastuvenergia tarbimise seos majanduskasvuga kas statistiliselt oluline või omas negatiivset mõju (Bhattacharya *et al.*, 2016). Tulemused viitavad asjaolule, et tärkava turumajandusega riikides on taastumatu energia tarbimise osakaal majandussüsteemis olulisem. Arvestades rohelisel energial põhineva tehnoloogia keerukuse ja kõrgete hindadega ei pruugi arengumaadel olla piisavalt kapitali nende täiemahuliseks rakendamiseks (Chang *et al.*, 2015).

1.4.2. Taastuvenergia tarbimine Itaalias ja Prantsusmaal

Suure Seitsmiku (*G7 – Group of Seven*) liikmetena on Itaalia ja Prantsusmaa maailma suurimad tööstusriigid, ent siiski ei ole nad kõigis aspektides sarnased. Neil on erinev geograafiline paiknevus, kliima, haridussüsteem ja rahvaarv. ELi liikmesriikidena ühendavad neid sarnased majandustingimused, seotud kaubandus, poliitika ja ühised regulatsioonid. Euroopa kontekstis omavad nad kahte suurimat majandust ja esindavad ELi mitmekesisest majandusmaastikku. Neil on oluline roll Euroopa energiapoliitika ja rahvusvaheliste kliimameetmete kujundamisel, kuid ometi puudub kummalgi riigil piisavalt uuringuid taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu teemal.

Põhjuseid on erinevaid. Esiteks on Itaalia ja Prantsusmaal erinevad energiaprofiilid ning teiseks, erinev taastuvenergia leviku tase. See teeb neist äärmiselt huvitava valimi. Itaalia peamised energiaallikad kuuluvad taastumatute loodusvarade hulka nagu nafta, gaas ja kivisüsi (Bento & Moutinho, 2016), mistõttu on enamik teadusartikleid fossiilkütuste tarbimise ja majanduskasvu ainetel. 1973. aasta naftašokist toibumiseks otsustas Prantsusmaa valitsus investeerida suuremahulisse tuumaenergia projekti (Feki *et al.*, 2015), mis on siiani püsinud peamise majandust toetava energiaallikana. Tänapäevase seisuga toodab Prantsusmaa umbes 70% oma elektrist tuumaenergiast (World Nuclear Association ..., 2024). ELi liikmetena on mõlemad riigid aga võtnud kohustuse tõsta taastuvenergia osakaalu, mistõttu on oluline välja selgitada, kas ja millist efekti omab taastuvenergia suurendamine majanduskasvule. Ajaperioodil 1995–2014 viidi läbi uuring OECD riikide kohta, kuhu kaasati ka Itaalia ja Prantsusmaa. Uuriti seoseid SKP, taastuvenergia tarbimise, CO₂ heitkoguste ja turismi vahel. Selgus, et taastuvenergia sektor ei ole Prantsusmaa üldise majandustegevuse jaoks oluline osa, kuna tegurite vahel puudus põhjuslik seos

ning Itaalias on taastuenergia ja majanduskasv teineteisest sõltuvad tegurid (Dogru *et al.*, 2017). Kuna kummagi riigi kohta napib autorile teadaoleva info põhjal piisvalt erialaseid uuringuid, on tähtis suurendada panust antud valdkonnas.

Itaalia andmestik on veel huvipakkuv, kuna selle näitel võib selgitada energiaimpordist sõltuvate riikide eelseisvaid väljakutseid (Magazzino, 2018). Ajaperioodil 1970–2007 leiti, et taastuenergia tarbimine mõjutab majanduskasvu negatiivselt. Kui taastuenergia tarbimine kasvab 1%, siis SKP langeb pikas plaanis 0,23% (*Ibid.*). Mudelisse olid kaasatud SKP, põlevad taastuvad energiaallikad ja jäätmed, kapitali kogumahutus põhivarasse ning tööjõud. Vaona ja Magnani (2013) püüdsid selgitada, kas taastuenergia võimsuse suurendamine võiks olla lahendus Itaalia piirkondlike majanduslõhede ületamises. Uuringu peamine avastus oli, et taastuenergia tootmine vähendab Itaalia majanduse kokkupuudet fossiilkütuste hindade kõikumisega ja nende tootmisest tulenevate negatiivsete keskkonna- ja tervisemõjudega. Bento & Moutinho (2016) leidsid, et taastuenergia kasutuselevõtt omab suurimat potentsiaali Itaalia saasteainete heitkoguste vähendamises.

Tänu väga madalatele energiatootmiskuludele peetakse Prantsusmaad maailma suurimaks elektri netoeksportijaks (World Nuclear Association ..., 2024), kuid sel on oma hind. Nimelt peab Prantsusma leidma viisi, kuidas parandada oma tööstuse energiavajadust, et tagada ohutu ja odav energia tuumaenergiale ning vähendada ELi liikmena kasvuhoonegaaside heitkoguseid. Siiski oma tohutu majandusliku suuruse ja tuumaenergia laia leviku tõttu on Prantsusmaa CO₂ heitkoguste poolest üks puhtaim riik (Feki *et al.*, 2015). Prantsusmaa kohta leiab väga palju tuumaenergiat ja majanduskasvu käsitlevaid uuringuid. Menyah ja Wolde-Rufael (2010) uuringus kaasnes Prantsusmaal, Jaapanis, Hollandis ja Šveitsis tuumaenergia tarbimise suurenemisega majanduskasvu langus. Sarnast seisukohta jagas El-Karimi (2021), kes ei suutnud Prantsusmaal ja Inglismaal taastuenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel seost tuvastada. Puudus ka seos fossiilkütuste tarbimise ja majanduskasvu vahel. Jabeur (2019) aga avastas, et taastuenergia osakaalu 1% kasv põhjustab Prantsusmaal reaalse SKP *per capita* 0,31% tõusu ja kapitali kogumahutuse põhivarasse 0,6% tõusu, mis võib olla märk sellest, et on oluline uurida taastuvate energiaallikate mõju majanduskasvule.

2. ANDMED JA METOODIKA

Teises peatükis antakse ülevaade lõputöös kasutatud andmetest ja tunnustest, esitatakse kirjeldav statistika. Selgitatakse töös kasutatavat uurimismeetodit ja mudelitega läbiviidavaid teste.

2.1. Töös kasutatavad andmed ja kirjeldav statistika

Lõputöö iseloomust lähtuvalt kasutatakse kvantitatiivset uurimismeetodit. Analüüsi teostamiseks on kasutatud sekundaarandmeid *Energy Institute* ning *The World Bank* andmebaasidest. Töös kasutatavad aegread hõlmavad Itaalia ja Prantsusmaa andmeid ajaperioodil 1977–2019, mida tuli tabelitöötlusprogrammis *MS Excel* taastuvenergia tarbimise kasvumäära arvutamiseks ühe aasta võrra lühendada. See oli vajalik, et andmete suurusjärgud ühtiksid. Uus analüüsitav ajavahemik hõlmab aastaid 1978–2019 ehk kokku 42 aastat. Andmed on täies mahus kättesaadavad veebilisas (Jürma, 2024a).

Andmeanalüüs viiakse läbi nende kahe riigi põhjal esmalt seetõttu, kuna andmete kättesaadavus oli otsustava tähtsusega. Itaalia ja Prantsusmaal olid *Energy Institute* andmebaasis kõige pikemad dokumenteeritud aegred energiatarbimise kohta, mis võimaldas läbi viia põhjalikuma analüüsi. Lisaks puudus autorile teadaolevalt varasemalt lõputöö teemaga haakuvaid värsked uuringuid. Käesolev töö võib anda kasulikke nõuandeid taastuvenergiale üleminekuga seotud küsimustes neis kahes G7 riigis. Itaalia ja Prantsusmaa valiku tagamaad on põhjendatud ka esimeses peatükis. Vaadeldavast ajaperioodist jäi välja koroonakriis, kuna kriisi ajal ei olnud energiatarbimine tavapärase, mistõttu ei pruugi näitajad kirjeldada taastuvenergia ja majanduskasvu vahelist seost tavaolukorras.

Sõltuv muutuja on SKP *per capita* aastane kasv (*The World Bank*, tabel NY.GDP.PCAP.KD.ZG), mis on analüüsis majanduskasvu iseloomustav näitaja. Sõltuvateks muutujateks on taastuvenergia tarbimine (*Energy Institute*, tabel *Renewables...*), mis teisendati taastuvenergia tarbimise aastaseks kasvuks, nafta aastane tarbimine (*Energy Institute*, tabel *Oil...*), kapitali kogumahutus põhivarasse (*The World Bank*, tabel NE.GDI.FTOT.ZS) ja CO₂ heitkogused energiast (*Energy Institute*, tabel

Carbon...). Kõik tunnused on valitud mudelisse tuginedes varasematele empiirilistele uuringutele, millest räägiti töö esimeses peatükis. Autor on andmete kohta koostanud tabeli 1.

Tabel 1. Töös kasutatavad andmed

Näitaja	Lühend	Allikas	Ühik	Kohandatud näitaja
SKP <i>per capita</i> aastane kasv	SKP	<i>The World Bank</i>	%	–
Taastuenergia aastane tarbimine	TET	<i>Energy Institute</i>	%	Taastuenergia tarbimise aastane kasv
Nafta aastane tarbimine	NFT	<i>Energy Institute</i>	eksadžaul	–
Kapitali kogumahutus põhivarasse	KKPV	<i>The World Bank</i>	% SKP-st	–
CO ₂ heitkogused energiast	CO ₂	<i>Energy Institute</i>	miljonit tonni	–

Allikas: *The World Bank* andmebaas; *Energy Institute* andmebaas; autori koostatud veebitabelis Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Kuna SKP *per capita* kasv ja taastuenergia tarbimise kasv omasid negatiivseid väärtuseid, arvutati neile kahele muutujale geomeetriline keskmine ja ülejäänud kolmele muutujale aritmeetiline keskmine. SKP *per capita* kasvu ja taastuenergia tarbimise kasvu kirjeldav statistika on tabelis 2. Üldjoontes ei erine geomeetrilise keskmise järgi SKP *per capita* kasvu ja taastuenergia tarbimise kasvu tasemed Itaalias ja Prantsusmaal ehk jäävad suurusjärgult ühesugustesse piiridesse. Itaalia SKP *per capita* kasvu miinimum- ja maksimumväärtused erinevad veidi rohkem, olles vahemikus -5,71–5,65. Suurim taastuenergia tarbimise kasvu varieeruvus on aga Prantsusmaal, kus tunnuse suurim väärtus oli 55,17 ja väikseim väärtus -4,38.

Tabel 2. SKP *per capita* aastase kasvu ja taastuenergia tarbimise aastase kasvu kirjeldav statistika

Näitaja	Riik	Miinimum	Maksimum	Geomeetriline keskmine
SKP <i>per capita</i> aastane kasv	Itaalia	-5,71	5,65	1,01
	Prantsusmaa	-3,37	4,19	1,01
Taastuenergia tarbimise aastane kasv	Itaalia	-19,59	34,37	1,07
	Prantsusmaa	-4,38	55,17	1,09

Allikas: *The World Bank* andmebaas; *Energy Institute* andmebaas; autori arvutused veebitabelis Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Järgmisena on tabelis 3 välja toodud nafta tarbimise, kapitali kogumahutus põhivarasse ja CO₂ heitkoguste kirjeldav statistika, kus lisaks aritmeetilisele keskmisele on arvutatud ka standardhälve ja variatsioonikordajad.

Tabel 3. Nafta tarbimise, kapitali kogumahutus põhivarasse ja CO₂ heitkoguste kirjeldav statistika

Näitaja	Riik	Miinumum	Maksimum	Aritmeetiline keskmine	Standardhälve	Variatsiooni-kordaja
Nafta aastane tarbimine (EJ)	Itaalia	2,42	4,41	3,63	0,60	0,16
	Prantsusmaa	3,14	5,10	3,84	0,45	0,12
Kapitali kogumahutus põhivarasse suhtena SKP-sse	Itaalia	16,72	25,78	20,71	2,29	0,11
	Prantsusmaa	19,52	24,43	22,01	1,20	0,05
CO ₂ heitkogused (mln t)	Itaalia	318,79	470,20	393,00	41,10	0,10
	Prantsusmaa	299,08	510,17	373,61	45,54	0,12

Allikas: *The World Bank* andmebaas; *Energy Institute* andmebaas; autori arvutused veebitabelis Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Tunnused näitavad väikest või keskmist varieeruvust, mis on statistilise analüüsi jaoks oluline omadus. Mõlemas riigis on põhivarasse investeringute keskmised väärtused vahemikus 20,71–22,01. CO₂ heitkoguseid tekitati Itaalias keskmiselt rohkem, seega on Itaalia saastenäitajate poolest eespool. Prantsusmaa heitkoguste maksimumtase oli 510,17, mis on suurem kui Itaalias (470,20). Hoolimata sellest on Prantsusmaa keskmine väärtus (373,61) Itaaliast madalam (393,00).

2.2. Meetodite kirjeldus

Lõputöö eesmärk on uurida, kas ja milline seos esineb taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel. Eesmärgi saavutamiseks ja uurimisküsimustele vastamiseks viib autor aegridadel läbi korrelatsioon- ja regreesioonanalüüsi. Andmete teisendamiseks ja analüüsimiseks kasutatakse tabelitöötlusprogrammi *MS Excel* ja vabavaral põhinevat andmete analüüsiprogrammi *Gretl*.

Esiteks testitakse andmete statsionaarsust. See tähendab, et aegridadel ei esine ühikjuurt. Aegridade statsionaarsus on regreesioonanalüüsi üks eelduseid, kuna sellega välistatakse näivat regreesiooni. Statsionaarsuse kontrollimiseks viiakse kõikide aegridadega läbi ADF testid (ADF –

Augumented Dickey-Fuller test), mille nullhüpotees ($p > 0,05$) ütleb, et aegreal esineb ühikjuur ehk aegrida on mittestatsionaarne. ADF test on levinud viis aegridade statsionaarsuse kontrollimiseks ning kasutatakse sagedamini väikeste valimite puhul, mistõttu otsustati selle testi kasuks. Kui analüüsitava muutuja aegrida on mittestatsionaarne, võetakse sellest näitajast 1. järku diferents. Diferentseerimise abil on võimalik saavutada statsionaarne aegrida.

Teise sammuna viiakse läbi korrelatsioonanalüüs, millega hinnatakse paarikaupa töös kasutatavate muutujate omavaheliste seoste tugevust ja suunda. Tugevust näitab Pearsoni korrelatsioonikordaja. Mida lähemal on tunnuse absoluutväärtus arvule 1, seda tugevamas seoses vaadeldav tunnusepaar on. Kolmandana teostatakse regressioonanalüüs ja luuakse regressioonmudelid vähimruutude meetodil, et kirjeldada muutujate vahelisi seoseid.

Regressioonmudeli üldkuju on järgmine:

$$Y_t = \alpha_t + \beta X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

kus

Y_t – sõltuv muutuja

α – vabaliige

t – ajaperiood

β – regressioonikordaja

X – sõltumatu muutuja

ε – juhuslik komponent

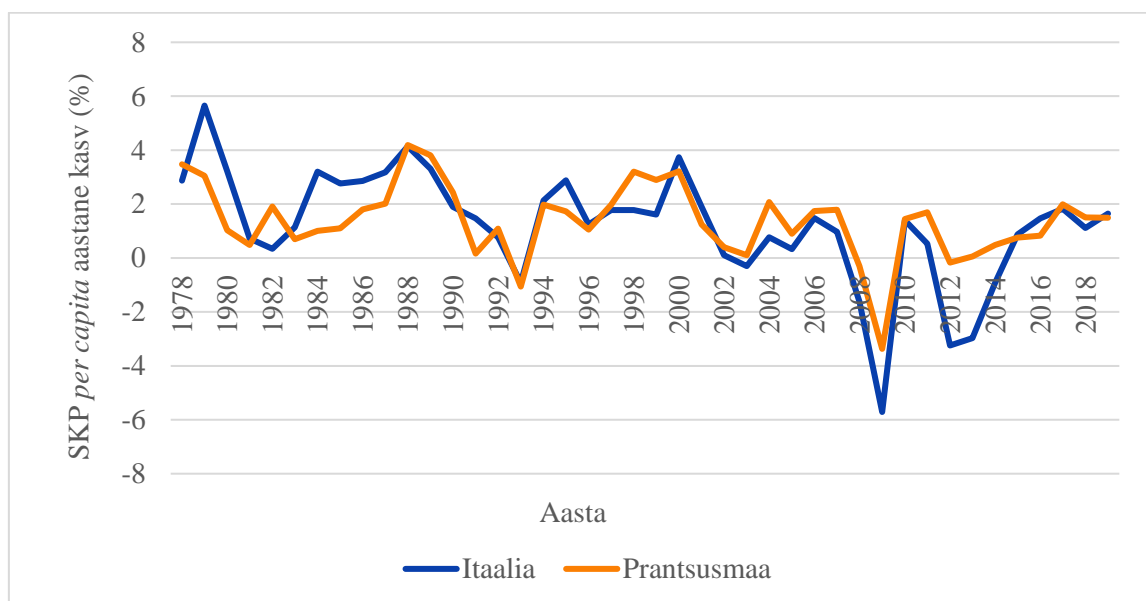
Regressioonanalüüsi käigus kontrollitakse erinevate eelduste paika pidavust. White'i testiga kontrollitakse heteroskedastiivsuse olemasolu, Doornik-Hanseni testiga jääkliikmete normaaljaotust, variatsiooniindeksiga (VIF – *Variance Inflation Factor*) multikollineaarsust ja Breusch-Godfrey testiga autokorrelatsiooni, tuginedes väiksele valimile suunatud LMF statistikule. Testid viiakse läbi olulisuse nivool 5% ehk 0,05.

3. ANDMEANALÜÜS JA EMPIIRILISE UURINGU TULEMUSED

Kolmandas peatükis analüüsitakse kõikide ökonomeetrisse mudelisse valitud tunnuste aegriidade muutuseid ajas. Aegriid töödeldakse esialgu stacionaarsele kujule, peale mida viiakse läbi korrelatsioonanalüüs ja koostatakse regressioonmudelid. Seejärel kirjeldatakse saadud tulemusi ja sõnastatakse järeldused.

3.1. Andmete statistiline ülevaade Itaalias ja Prantsusmaal

Lähtuvalt lõputöö eesmärgist leida taastuvenergia tarbimise mõju majanduskasvule Prantsusmaal ja Itaalias on sõltuvaks muutujaks SKP *per capita* kasv, mida näeb alloleval joonisel (vt Joonis 2).

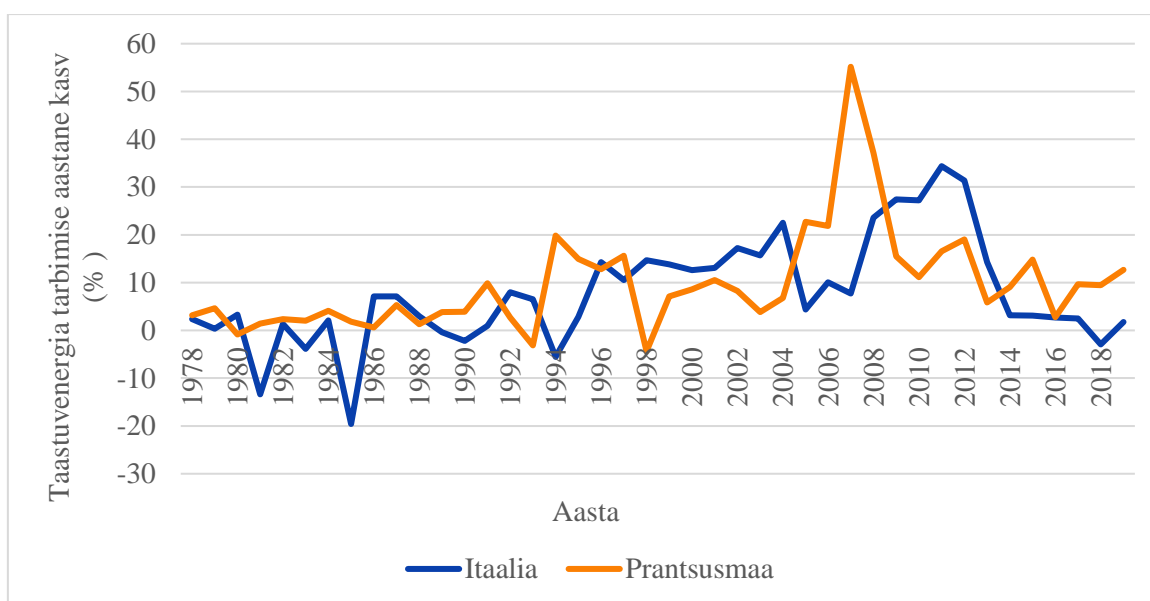


Joonis 2. SKP *per capita* aastane kasv protsentides Itaalias ja Prantsusmaal aastatel 1978–2019
Allikas: *The World Bank* andmebaas, autori koostatud arvutused programmis *MS Excel* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Itaalia ja Prantsusmaa SKP *per capita* kasv kõiguvad palju. 1970. aastatel elas Itaalia üle majanduslanguse, mis kestis kuni 1980. aastate keskpaigani. 1992. aastal kukkus Euroopa

Rahasüsteem kokku ning alles 1993. aastal hakkas toimima ühtne turg, kui Maastrichtis sõlmiti ELi leping (Euroopa Liidu ..., n.d.). See oli majandusarengu elavdamises suure tähtsusega verstapost. Inimeste, kaupade, teenuste ja raha vaba liikumine olid nüüdsest tagatud (*Ibid.*). 2008. aastal tabas Euroopat majanduskriis, mis mõjutas negatiivselt kummagi riigi SKP-d elaniku kohta. Lisaks on aja jooksul toimunud näitaja kõikumisi mõlema riigi eripäradest tulenevatel põhjustel.

Taastuenergia tarbimise aastane kasv on pikas perspektiivis püsinud tõusuteel (vt Joonis 3). Põhjusteks on tehnoloogia areng, suurenenud investeringud taastuvatesse energiaallikatesse, uudsete energiasüsteemide kasutuselevõtt aga ka ELi seatud eesmärgid.

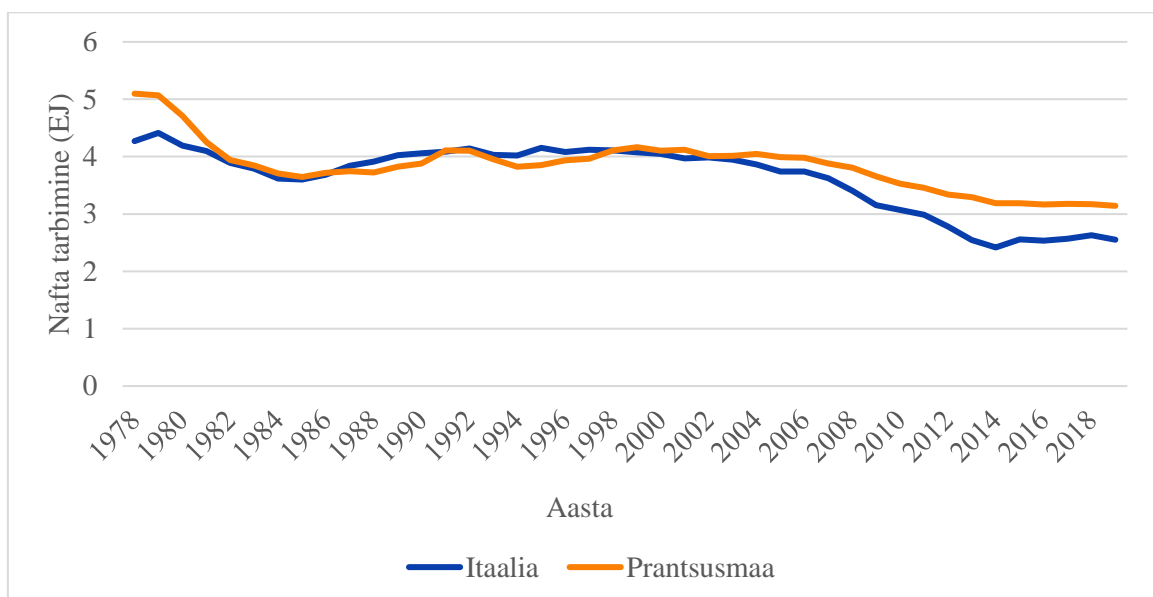


Joonis 3. Taastuenergia tarbimise kasv protsentides Itaalias ja Prantsusmaal aastatel 1978–2019
Allikas: *Energy Institute* andmebaas, autori koostatud arvutused programmis *MS Excel* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Prantsusmaa valitus lõi tugeva baasi taastuenergia kasvuks, kui kehtestati soodsamad tariifid tuule- ja päikeseenergiast toodetud elektrienergiale ning maksusoodustused. See võib seletada suurt kasvu taastuenergia tarbimises alates 2006. aastast (GENI ..., 2008). Taastuenergia aastane kasv omas suurimat väärtust Prantsusmaal 2007. aastal, kui näitaja oli 55,17%. 2008. aasta majanduskriisi ajal võis taastuvatest allikatest pärit energia aidata konkureerida kallite fossiilkütuste hindadega. Itaalia sõltuvus energiaimpordist oli 2008. aastal veel ligikaudu 83% (IEA ..., 2023a), mistõttu kriisi ajal toimetulemiseks võis taastuenergia tarbimine jääda tagaplaanile. Pärast 2008. aastat tõusis Itaalias taastuenergia tarbimise kasv ajaloo kõrgeimale tasemele 34,37% aastas. Viimase kümne aasta jooksul on näitaja pigem langenud. Näiteks Itaalia

täitis ELi 2020. aasta kliimaeesmärgid varakult (*Ibid.*), mistõttu pole uusi arendusi sektoris tehtud. Loamenetluste protsess on sageli keeruline, rääkimata selle kulukusest ja toovad kaasa viivitusi investeeringute tegemisel.

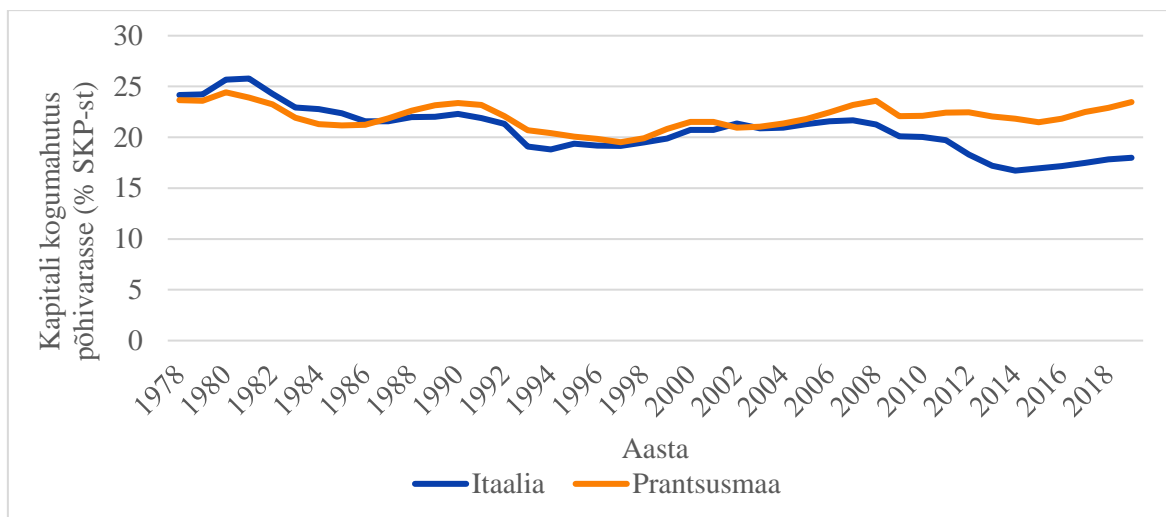
Itaalia ja Prantsusmaa nafta tarbimise harjumusi iseloomustab järgnev joonis (vt Joonis 4). Itaalia ja Prantsusmaa nafta tarbimine on kogu vaadeldava ajavahemiku jooksul püsinud langustrendis. 1970. aastatel kogu maailma tabanud energiakriis mõjutas oluliselt naftatarbimist. Toornafta hinnad tõusid kiiresti ja saavutasid haripunkti 1980. aastal, millele järgnes nõudluse järsk langus (Ristanovic, 2020). ELi loomine ja CO₂ emissioonide vastu võitlemine, mida saatis taastuvenergia kasvav populaarsus, vähendasid kummaski riigis nafta tarbimise osakaalu.



Joonis 4. Nafta tarbimine eksadžaulides Itaalias ja Prantsusmaal aastatel 1978–2019

Allikas: *Energy Institute* andmebaas, autori koostatud arvutused vabavarast *MS Excel* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

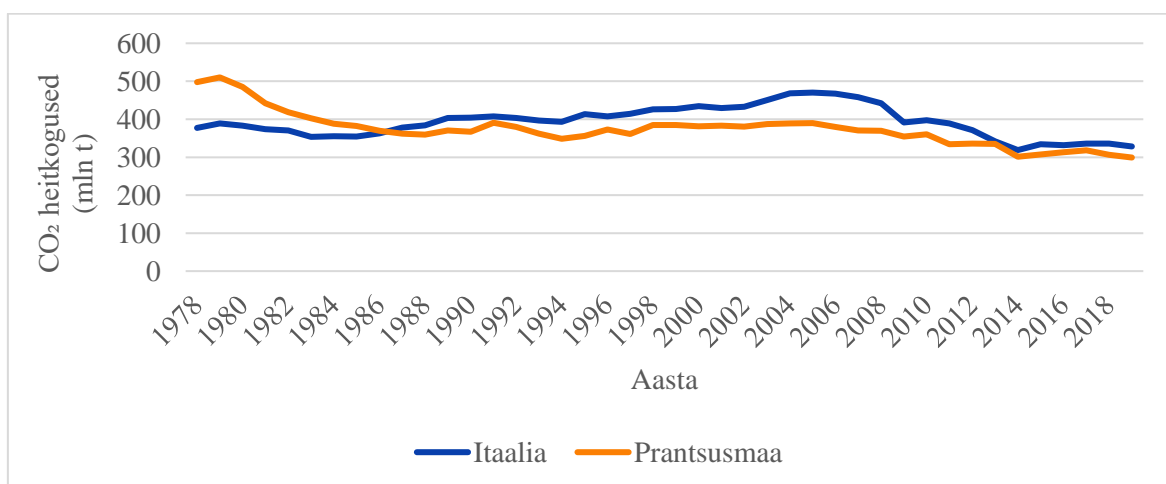
Mudelisse on kaasatud sõltumatu tunnuseks veel kapitali kogumahutus põhivarasse. Alloleval joonis (vt Joonis 5) on näha tunnuse aegread Itaalias ja Prantsusmaal. Kapitali kogumahutus põhivarasse oli Itaalias väärtuse poolest kõrgeimal tasemel 1981. aastal, kus näitaja moodustas 25,78% SKP-st. Itaalias pole tunnus selle tasemeni enam jõudnud. Prantsusmaa maksimumväärtus oli 2022. aastal, omades väärtust 25,20% SKP-st. Kummaski riigis on näha, et investeeringud tootmiskapitali on ajaga vähenenud. Põhjuseks võib olla 2008. aasta majanduskriis ja reformid valitsemise struktuurides, mis aeglustasid investeeringute mahtu.



Joonis 5. Kapitali kogumahutus põhivarasse protsendina SKP-st Itaalias ja Prantsusmaal aastatel 1978–2019

Allikas: *Energy Institute* andmebaas, autori koostatud arvutused programmis *MS Excel* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

CO₂ heitkogused olid ajalooliselt väikseimal tasemel 1980. ja 2008. aasta kriisidele järgnenud ajal energiatarbimise vähenemise tõttu. Suurimad CO₂ heitkoguste tasemed olid seega enne ELi kliimaeesmärkide püstitamist, mida näeb järgmisel joonisel (vt Joonis 6).



Joonis 6. CO₂ heitkogused miljonit tonni Itaalias ja Prantsusmaal aastatel 1978–2019

Allikas: *Energy Institute* andmebaas, autori koostatud arvutused programmis *MS Excel* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Prantsusmaa omas maksimumväärtust (510,17) 1979. aastal ja miinimumväärtust (299,08) 2019. aastal, Itaalias vastavalt 2005. aastal (470,2) ja 2014. aastal (318,79).

3.2. Aegridade töötlemine

3.2.1. Itaalia andmete korrastamine

Esiteks kontrolliti kõigi tunnuste graafikuid visuaalselt, mis on veebimaterjali aruandes 1 (Jürma 2024b) ja teiseks viidi statsionaarsuse kontrollimiseks läbi ADF testid. SKP *per capita* kasv andis konstandi ja trendiga mudelis p-väärtuse 0,008. Nullhüpotees lükati ümber, seega ühikjuurt ei esine ja aegrida on statsionaarne. Järgmine näitaja oli kapitali kogumahutus põhivarasse, mille mittestatsionaarsuse reetis muutuja graafik. ADF test kinnitas nullhüpoteesi, kuna mitte üheski mudelis polnud p-väärtus väiksem kui olulisuse nivoo 0,05. Ühikjuure kaotamiseks võeti näitajast 1. järku diferents, peale mida omas p-väärtus konstandita mudelis statistiliselt olulist väärtust nivool 0,001. Taastuenergia tarbimise kasvu aegrida oli statsionaarne, kuna ADF testis oli konstandita mudelis p-väärtus statistiliselt oluline 0,023. CO₂ heitkoguste aegreas esines ühikjuur, kuna kõigi ADF testide p-väärtuste tulemused olid suuremad kui olulisuse nivoo 0,05. Muutujast võeti 1. järku diferents ja saadi statsionaarne aegrida nivool 0,001. Nafta tarbimise graafikul esines trend ja mittestatsionaarsust kinnitas ka ADF test. Tunnusest võeti 1. järku diferents, millega saadi olulisuse nivool 0,001 konstandiga mudelis statistiliselt oluline tulemus. Itaalia ADF testide lõplikud tulemused on tabelis 4.

Tabel 4. Itaalia tunnuste lõplikud ADF testide tulemused

Tunnuse lühend	Tunnuse p-väärtus	Diferentsi järk	Diferentseeritud tunnuse p-väärtus
SKP	0,0075	–	–
TET	0,0226	–	–
NFT	0,0554	1. järku	0,0004
KKPV	0,2478	1. järku	<0,0001
CO ₂	0,4311	1. järku	<0,0001

Allikas: Autori arvutused programmis *Gretl* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Itaalia andmed olid sellega statsionaarsel kujul ning andmete analüüsimiseks ette valmistatud.

3.2.2. Prantsusmaa andmete korrastamine

Esiteks alustati Prantsusmaa aegridade graafikute vaatlemisega, mis on veebimaterjali aruandes 2 (Jürma 2024b). Visuaalsel hinnangul paistid mittestatsionaarsed aegread kuuluvat muutujatele nafta tarbimine, CO₂ heitkogused ja kapitali kogumahutus põhivarasse. Selle kinnitamiseks viidi läbi ADF testid. SKP *per capita* kasvu testi p-väärtus oli konstandiga mudelis oluline nivool 0,001. Nullhüpotees lükati ümber, ühikjuurt ei esine ja aegrida on statsionaarne. Kapitali kogumahutus

põhivarasse ja nafta tarbimine olid testide järgi statsionaarsed. Nende p-väärtused olid väiksemad kui olulisuse nivoo 0,05. Esimesel tunnusel konstandita mudelis vastavalt 0,03 ning teisel muutujal konstandi ja trendiga mudelis 0,01. Graafiku põhjal aegridade statsionaarsust kinnitada ei saanud, mistõttu diferentseeriti mõlemat tunnust. 1. järku diferents nii kapitali kogumahutusest põhivarasse kui ka nafta tarbimisest omasid uutes ADF testides statistiliselt olulisid väärtuseid nivool 0,01. Autoril kadus varasem ebakindlus ning oldi aegridade statsionaarsuses veendunud. Neile sarnaselt käitus CO₂ heitkoguste muutuja. ADF testi p-väärtus konstandita mudelis oli 0,01, kuid visuaalsel hinnangul sellega nõustuda ei saanud. Seeõttu võeti ka CO₂ heitkogustest 1. järku diferents ja saadi statsionaarne aegrida, kuna uus p-väärtus konstandiga mudelis oli oluline nivool 0,001. Taastuvenergia tarbimise kasvu ADF testi p-väärtus kontandiga mudelis oli 0,02, mistõttu lükati ümber nullhüpotees, et ühikjuur esineb. Prantsusmaa ADF testide tulemused on tabelis 5.

Tabel 5. Prantsusmaa tunnuste lõplikud ADF testide tulemused

Tunnuse lühend	Tunnuse p-väärtus	Diferentsi järk	Diferentseeritud tunnuse p-väärtus
SKP	0,0004	–	–
TET	0,0168	–	–
NFT	0,0101	1. järku	0,0041
KKPV	0,0334	1. järku	0,0002
CO ₂	0,1595	1. järku	<0,0001

Allikas: Autori arvutused programmis *Gretl* Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Sellela olid mõlema riigi aegread statsionaarsel kujul ja sai jätkata andmete analüüsimisega.

3.3. Korrelatsioonanalüüs

Korrelatsioonanalüüs viidi Itaalia ja Prantsusmaa andmetega eraldi läbi. Kasutati vaid statsionaarseid aegridu, seega kaasati kõik vajalikud 1. järku diferentsidega aegread. Korrelatsioonanalüüsi kriitilised väärtused olid nii Itaalia kui ka Prantsusmaal 0,31.

Itaalia korrelatsioonimaatriks on esitatud tabelis 6. Kõige tugevamas positiivses seoses olid SKP *per capita* kasv ja CO₂ heitkoguste 1. järku diferents (0,73). SKP *per capita* kasvu ja nafta tarbimise 1. järku diferentsi seos oli keskmise tugevusega (0,64). SKP *per capita* kasvu ja kapitali kogumahutuse põhivarasse 1. järku diferentsi seos oli sarnaselt nafta tarbimisele keskmise tugevusega, sest korrelatsioonikordaja väärtuseks saadi 0,57. Ainus negatiivne seos SKP *per*

capita kasvuga oli taastuenergia tarbimise kasvul (-0,50), mis viitab nõrgale negatiivsele seosele. Kui taastuenergia tarbimise kasv suureneb, siis SKP *per capita* kasv väheneb. Nafta tarbimise 1. järku diferentsi ja CO₂ heitkoguste 1. järku diferentsi vahel esines seos tugevusega 0,73, mis võib viitada multikollineaarsusle.

Tabel 6. Itaalia korrelatsioonimaatriks

	SKP	TET	d KKPV	d NFT	d CO ₂
SKP	1	-0,4975	0,5706	0,6437	0,7275
TET	-	1	-0,1412	-0,3479	-0,2099
d KKPV	-	-	1	0,3765	0,4729
d NFT	-	-	-	1	0,7349
d CO ₂	-	-	-	-	1

Allikas: *The World Bank* andmebaas; *Energy Institute* andmebaas; autori arvutused programmis *Gretl* veebitabelis Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Tabelis 7 on Prantsusmaa korrelatsioonimaatriks. Sõltuva tunnusega ehk SKP *per capita* kasv korreleerub kõige enam 1. järku diferents kapitali kogumahutusest põhivarasse: nende vahel esineb keskmise tugevusega positiivne seos (0,62). Nõrk positiivne seos oli aga SKP *per capita* kasvu ja nafta tarbimise 1. järku diferentsi vahel (0,32). CO₂ heitkoguste 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv olid SKP *per capita* kasvuga väga nõrgas seoses, kuna korrelatsioonikordajate väärtused olid vastavalt 0,24 ja -0,15 ehk väiksemad kui kriitiline väärtus 0,31. Seetõttu ei pruugi nad korrelatsioonanalüüsi põhjal SKP *per capita* kasvuga lineaarses seoses olla. Taastuenergia tarbimine oli ka ainus tunnus negatiivse märgiga. Ka Prantsusmaa korrelatsioonanalüüsis olid nafta tarbimise 1. järku diferents ja CO₂ heitkoguste 1. järku diferents tugevas seoses (0,76). Multikollineaarsuse vältimiseks tuleb nad eraldi mudelitesse lisada.

Tabel 7. Prantsusmaa korrelatsioonimaatriks

	SKP	TET	d KKPV	d NFT	d CO ₂
SKP	1	-0,1465	0,6196	0,3177	0,2385
TET		1	0,2279	0,0055	0,0261
d KKPV			1	0,2604	0,2569
d NFT				1	0,7614
d CO ₂					1

Allikas: *The World Bank* andmebaas; *Energy Institute* andmebaas; autori arvutused programmis *Gretl* veebitabelis Jürma (2024a) toodud andmete alusel

Kuigi korrelatsioonanalüüsis tuvastati Prantsusmaal SKP *per capita* kasvu ning CO₂ heitkoguste 1. järku diferentsi ja taastuenergia tarbimise kasvu vahel nõrk seos, kaasati nad ikkagi regressioonanalüüsi, sest eri tunnuste koosmõjul võib jõuda teiste tulemusteni.

3.4. Regressioonanalüüs

Lõputöö peamine analüüsimeetod oli regressioonanalüüs, millega luuakse vähimruutude meetodil regressioonmudelid nii Itaaliale kui ka Prantsusmaale. Kuna korrelatsioonanalüüsi käigus selgus, et mõlemas riigis esines nafta tarbimise 1. järku diferentsi ja CO₂ heitkoguste 1. järku diferentsi vahel tugev seos, lõi autor eraldi mudelid kummalegi tunnusele. Vastasel juhul võib see mõjutada analüüsitulemusi. Sõltuv tunnuse oli SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad taastuenergia tarbimise kasv, CO₂ heitkoguste 1. järku diferents, kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ning nafta tarbimise 1. järku diferents. Tunnused lisatakse korrelatsioonimaatriksi alusel ükshaaval mudelisse, alustades muutujast, mis on sõltuva tunnusega kõige rohkem seotud.

3.4.1. Itaalia regressioonmudel

Esimene mudel loodi CO₂ heitkogustega, kasutades olulisuse nivood 0,05. Korrelatsioonimaatriksi põhjal oli sõltuva tunnusega kõige tugevam seos CO₂ heitkoguste 1. järku diferentsi, mis lisati esimesena mudelisse. Saadud mudel kui ka esimene tunnus olid statistiliselt olulised ja korrigeeritud determinatsioonikordaja väärtus 0,52. Järgmisena lisati 1. järku diferents kapitali kogumahutusest põhivarasse, millega mudel paranes: korrigeeritud determinatsioonikordaja oli 0,57 ja mudeli seletusvõime 59,54%, mida näitab tavaline determinatsioonikordaja. Mõlemad tunnused ja mudel tervikuna olid statistiliselt olulised. Viimasena lisati mudelisse taastuenergia tarbimise kasv. Mudeli kirjeldusvõime oli parem, sest uue korrigeeritud determinatsioonikordaja väärtus oli 0,69. Viimases mudelis olid nii samuti mudel tervikuna kui ka kõik sõltumatud tunnused ehk CO₂ heitkoguste 1. järku diferents, kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv statistiliselt olulised. Mudeli kirjeldusvõime oli 71,13%.

Jätkati esimese mudeli heteroskedastiivsuse kontrollimisega, milleks kasutati White'i testi. Selle nullhüpotees on, et heteroskedastiivsus puudub. Testi p-väärtuseks saadi 0,82, mis on suurem kui olulisuse nivoo 0,05. Järelikult kehtib nullhüpotees ja heteroskedastiivsust ei esine. Viidi läbi Doornik-Hanseni jääkliikmete normaaljaotuse testi p-väärtus oli 0,81. Seega kehtib nullhüpotees, et jäägid alluvad normaaljaotusele. Autokorrelatsiooni testimiseks on mitmeid võimalusi, kuid

töös kasutati väikse valimi tõttu Breusch-Godfrey testi. Selle LMF teststatistiku väärtus oli 0,09, mis on suurem kui olulisuse nivoo 0,05. Järelikult autokorrelatsiooni ei esine. Ramsey RESET testi p-väärtus oli 0,34, viidates nullhüpoteesi kehtimisele, et mudeli kuju on õige. Viimasena kontrolliti VIF testiga kollineaarsust. Kõigi muutujate kordajad jäid alla 10, mistõttu ei esine kollineaarsusega probleeme. Mudel läbis kõik testid edukalt, aga lõpliku hinnangu andmiseks tuleb luua teine mudel nafta tarbimise 1. järku diferentsiga. Allpool tabelis 8 on esitatud esimene regressioonmudel, mis on kättesaadav ka veebimaterjali aruandes 3 (Jürma 2024b).

Tabel 8. Itaalia esimene vähimruutude meetodil regressioonmudel, sõltuv muutuja SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad CO₂ heitkoguste 1. järku diferents, kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv

Sõltumatu tunnus	Parameetri hinnang ja standardviga	Olulisuse tõenäosus
konstant	1,9034***(0,2234)	<0,0001
d_CO ₂	0,0783***(0,0152)	<0,0001
d_KKPV	0,8112***(0,2982)	0,0099
TET	-0,0641***(0,0166)	0,0004
Korrigeeritud determinatsioonikordaja (adjusted R ²)		0,6879
Mudeli olulisuse tõenäosus		<0,0001

Allikas: Autori koostatud programmis *Gretl* Jürma (2024b, aruanne 3) toodud andmete põhjal

Teine mudel loodi nafta tarbimise 1. järku diferentsiga, mis korrelatsioonimaatriksi põhjal lisati mudelisse esimesena. Tunnus oli statistiliselt oluline ja selle korrigeeritud determinatsioonikordaja väärtus 0,39. Mudelisse lisati järgmine tunnus ehk 1. järku diferents kapitali kogumahutusest põhivarasse, mis oli samuti statistiliselt oluline. Uue mudeli korrigeeritud determinatsioonikordaja väärtuseks saadi 0,52. Seejärel lisati mudelisse taastuenergia tarbimise kasv, mis oli viimane tunnus. Kõik mudelis olnud kolm tunnust ja mudel tervikuna olid statistiliselt olulised. Mudeli korrigeeritud determinatsioonikordaja väärtus oli nüüd 0,59 ja mudeli lõplik seletusvõime 62,26%.

Teist mudelit kontrolliti sarnaselt esimesega. Alustati White'i testiga, et kontrollida heteroskedastiivst. Testi p-väärtus oli 0,30 ehk suurem kui olulisuse nivoo 0,05, seega nullhüpotees kehtib ja heteroskedastiivsust pole. Doornik-Hansenijääkliikmete normaaljaotuse testiga saadi p-väärtuseks 0,84, mis kinnitab nullhüpoteesi, et jääkliikmed alluvad normaaljaotusele. Breusch-Godfrey LMF teststatistiku väärtuseks saadi 0,26, mis on suurem kui olulisuse nivoo ja ütleb, et autokorrelatsiooni ei esine. Ramsey RESET testiga kontrolliti mudeli kuju ning selle p-väärtus

andis tulemuseks 0,03. Nullhüpotees lükati ümber, seega mudeli kuju ei ole õige ja võib esineda probleeme. Kollineaarsuse kontrollimisel jäid kõigi muutujate VIF kordajad aga 10 piirist allapoole, mistõttu kollineaarsusega probleeme ei esine. Teise mudeli regressioonanalüüsi lõplikud tulemused on esitatud tabelis 9 ja testid veebimaterjali aruandes 4 (Jürma 2024b).

Tabel 9. Itaalia teine regressioonmudel vähimruutude meetodil, sõltuv muutuja SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad nafta tarbimise 1. järku diferents, kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuvenergia tarbimise kasv

Sõltumatu tunnus	Parameetri hinnang ja standardviga	Olulisuse tõenäosus
konstant	2,1043***(0,2549)	<0,0001
d_NFT	7,3230***(2,1382)	0,0015
d_KKPV	1,1255***(0,3239)	0,0013
TET	-0,0564***(0,0198)	0,0071
Korrigeeritud determinatsioonikordaja (adjusted R^2)		0,5920
Mudeli olulisuse tõenäosus		<0,0001

Allikas: Autori koostatud Jürma (2024b, aruanne 4) toodud andmete põhjal

Nii esimeses kui ka teises mudelis on parameetrite hinnangud loogiliste märkidega, kuid teise mudeliga esines probleeme. Ramsey RESET testiga avastati, et mudeli kuju ei pruugi olla korrektne, mistõttu seda silmas pidades loobuti teisest mudelist.

Itaalia lõplik mudel ehk esimene mudel on seega kujul:

$$Y = 0,078x_1 + 0,811x_2 - 0,064x_3 + 1,903 \quad (2)$$

kus

Y – SKP *per capita* aastane kasv

x_1 – CO₂ heitkoguste 1. järku diferents

x_2 – kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents

x_3 – taastuvenergia tarbimise aastane kasv

Itaalia lõplikuks regressioonmudeliks jäi seega esimene mudel, kus sõltumatud tunnused olid CO₂ heitkoguste 1. järku diferents, kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuvenergia tarbimise kasv.

3.3.2. Prantsusmaa regressioonimudel

Esimese mudel loodi CO₂ heitkoguste 1. järku diferentsiga. Kõige esimene mudelisse lisatud tunnus oli 1. järku diferents kapitali kogumahutusest põhivarasse, mis oli üheskoos saadud mudeliga statistiliselt oluline. Determinatsioonikordaja väärtuseks oli 0,38 ja korrigeeritud determinatsioonikordajal 0,37. Järgmisena lisati mudelisse CO₂ heitkoguste 1. järku diferents, mille olulisuse tõenäosus oli 0,52 ehk suurem kui olulisuse nivoo 0,05. Muutuja eemaldati mudelist, kuna osutus ebaoluliseks tunnuseks. Viimasena lisati mudelisse taastuenergia tarbimise kasv. Selle olulisuse tõenäosus oli ülejäänud tunnustega võrreldes väiksem (0,02), kuid siiski statistiliselt oluline. Ka mudel tervikuna oli statistiliselt oluline, selle determinatsioonikordaja 0,47 ning korrigeeritud determinatsioonikordaja 0,44. Viimase mudeli kirjeldusvõime oli seega esialgselt mudelist parem. Sõltumatute tunnustena jäid mudelisse alles 1. järku diferents kapitali kogumahutusest põhivarasse ja taastuenergia tarbimise kasv. Prantsusmaa esimene mudel on kättesaadav veebimaterjali aruandes 5 (Jürma 2024b) ja tulemused esitatud tabelis 10.

Tabel 10. Prantsusmaa esimene regressioonimudel vähimruutude meetodil, sõltuv muutuja SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv

Sõltumatu tunnus	Parameetri hinnang ja standardviga	Olulisuse tõenäosus
konstant	1,7097***(0,2171)	<0,0001
d_KKPV	1,4944***(0,2629)	<0,0001
TET	-0,0377** (0,0151)	0,0167
Korrigeeritud determinatsioonikordaja (adjusted R ²)		0,4434
Mudeli olulisuse tõenäosus		<0,0001

Allikas: Autori koostatud Jürma (2024b, aruanne 6) toodud andmete põhjal

Prantsusmaa esimeses mudelis olid mõlemad kaks tunnust ja konstant statistiliselt olulised nivool 0,05 ning sai jätkata mudeli testimisega. Esimesena viidi läbi White'i test heteroskedastiivsuse kontrollimiseks. White'i testi p-väärtus oli väiksem kui olulisuse nivoo 0,05, mistõttu võeti vastu nullhüpotees. Seega mudelis esineb heteroskedastiivsus. Sellega lõppes ka esimese mudeli testimine.

Loodi teine mudel, kuhu lisati kõigile esimeses mudelis kasutatud tunnustele kohandatud standardvead, mis heteroskedastiivsust ei kaota, ent arvestavad selle olemasoluga. Kohandatud standardvigadega mudel oli endiselt statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01 ja mõlemad

sõltumatud tunnused ehk kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv olid samuti statistiliselt olulised nivool 0,05.

Teise mudeli White'i testi p-väärtus oli ikka väiksem kui olulisuse nivoo 0,05. Heteroskedastiivsus endiselt esineb, kuid mudel arvestab sellega. Järgmisena testiti kohandatud standardvigadega mudeli jääkliikmete allumist normaaljaotusele Doornik-Hanseni testiga. Testi p-väärtus oli 0,74 ehk jääkliikmed alluvad normaaljaotusele. Ramsey RESET testiga kontrolliti mudeli kuju õigsust. Testi p-väärtuseks saadi 0,08, mistõttu võeti vastu nullhüpotees, et mudeli kuju on õige. Autokorrelatsiooni esinemist kontrolliti Breusch-Godfrey testi abil. Selle LMF testi p-väärtus oli 0,59, mis on suurem kui olulisuse nivool 0,05. See tähendab, et autokorrelatsiooni ei esine. Multikollineaarsust kontrolliti VIF-testiga. Kõigi tunnuste väärtused olid alla 10, mistõttu mudelil multikollineaarsus puudub. Tabelis 11 on võimalik tutvuda Prantsusmaa teise, kohandatud standardvigadega mudeli regressioonanalüüsi tulemustega. Mudel on kättesaadav veebimaterjali aruandes 6 (Jürma 2024b).

Tabel 11. Prantsusmaa teine regressioonmudel vähimruutude meetodil kohandatud standardvigadega, sõltuv muutuja SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv

Sõltumatu tunnus	Parameetri hinnang ja standardviga	Olulisuse tõenäosus
konstant	1,7097***(0,2118)	<0,0001
d_KKPV	1,4944***(0,3557)	0,0002
TET	-0,0377** (0,0147)	0,0140
Korrigeeritud determinatsioonikordaja (adjusted R^2)		0,4434
Mudeli olulisuse tõenäosus		0,0007

Allikas: Autori koostatud Jürma (2024b, aruanne 6) toodud andmete põhjal

Kolmas mudel loodi nafta tarbimise 1. järku diferentsiga ja see on kättesaadav veebimaterjali aruandes 7 (Jürma 2024,b). Esimene mudelisse lisatud tunnus oli taaskord kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents, mis valiti korrelatsioonimaatriksi alusel. Seejärel lisati nafta tarbimise 1. järku diferents, kuid üllatuslikult osutus see mudelis ebaoluliseks tunnuseks p-väärtusega oli 0,20 olulisuse nivool 0,05. Sellega lõppes kolmanda mudeli loomine, kuna oleks viinud esimene ja teise mudeliga samadele tulemustele. Kolmanda regressioonmudeli tulemused on tabelis näha 12. Kuigi teises kohandatud standardvigadega mudelis ei olnud võimalik heteroskedasiivsust kaotada, valiti see mudel siiski Prantsusmaa lõplikuks regressioonmudeliks.

Tabel 12. Prantsusmaa kolmas regressioonimudel vähimruutude meetodil, sõltuv muutuja SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja nafta tarbimise 1. järku diferents

Sõltumatu tunnus	Parameetri hinnang ja standardviga	Olulisuse tõenäosus
konstant	1,4196***(0,1784)	<0,0001
d_KKPV	1,2496***(0,2800)	<0,0001
d_NFT	1,7994 (1,3848)	0,2016
Korrigeeritud determinatsioonikordaja (adjusted R^2)		0,3791
Mudeli olulisuse tõenäosus		<0,0001

Allikas: Autori koostatud Jürma (2024b, aruanne 7) toodud andmete põhjal

Prantsusmaa lõplik mudel on seega kujul:

$$Y = 1,494x_1 - 0,038x_2 + 1,710 \quad (3)$$

kus

Y – SKP *per capita* aastane kasv

x_1 – kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents

x_2 – taastuenergia tarbimise aastane kasv

Teine mudel läbis kõik testid edukalt ja sõltumatute tunnustena jäid lõplikku mudelisse alles kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv.

3.4. Empiirilise analüüsi tulemused ja järeldused

Lõputöö eesmärk oli leida, kas taastuenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel on Itaalias ning Prantsusmaal seos ja mis suunaga see majanduskasvu mõjutab ajaperioodil 1978–2019. Kasutades *Energy Institute* ja *The World Bank* andmebaase, viidi Itaalia ja Prantsusmaa andmetega läbi korrelatsioonanalüüs, mille järel koostati regressioonimudelid. Regressioonanalüüsis oli sõltuv muutuja SKP *per capita* kasv ja sõltumatud muutujad taastuenergia tarbimise kasv, nafta tarbimine, kapitali kogumahutus põhivarasse ning CO₂ heitkogused. Analüüsi tulemused esitatakse iga muutuja kohta eraldi.

Korrelatsioonanalüüsi tulemusena leiti, et absoluutväärtuselt on SKP *per capita* kasvuga kõige nõrgemalt seotud taastuenergia tarbimise kasv, kusjuures mõlemas riigis oli nafta tarbimine SKP *per capita* kasvuga tugevamalt seotud kui taastuenergia tarbimine. SKP *per capita* kasvuga olid Itaalias kõige tugevamalt seotud CO₂ heitkogused (0,73) ja kõige nõrgemalt taastuenergia

tarbimise kasv (-0,50), Prantsusmaal vastavalt tugevaim seos kapitali kogumahutusel põhivarasse (0,62) ja kõige nõrgem seos taastuenergia tarbimise kasvul (-0,15), mis oli statistiliselt ebaoluline.

Taastuenergia tarbimist iseloomustav näitaja oli statistiliselt oluline nii Itaalia kui ka Prantsusmaa lõplikus mudelis. See oli korrelatsioonimaatriksi põhjal ainus tunnus, mil oli majanduskasvuga negatiivse suunaga seos. Kui taastuenergia tarbimise kasv suureneb 1 protsendipunkti võrra, siis Itaalia majanduskasv langeb 6,5 protsendipunkti võrra. See ühtib Magazzino (2018) tulemusega: kui taastuenergia tarbimine kasvab 1%, siis väheneb reaalne SKP 0,23%. Prantsusmaal oli taastuenergia tarbimisel samuti negatiivne mõju majanduskasvule. Kui taastuenergia tarbimise kasv suureneb 1 protsendipunkti võrra, toob see kaasa SKP *per capita* kasvu 3,8 protsendipunktilise languse. Tulemus on vastuolus Jabeur'i (2019) teadustööga, kus taastuenergia osakaalu 1% kasv põhjustas SKP *per capita* 0,31% tõusu. Tulemused paistsid autorile loogilised.

Paljud teadlased on siiski veendunud, et taastuenergia tarbimine põhjustab majanduskasvu (Fang, 2011; Apergis & Payne 2010b). Itaalia ja Prantsusmaa omavad mahukaid fossiilenergiat põhinevaid tööstusharusid, mistõttu võib taastuenergia osakaalu suurenemine majanduskasvu pärssida. Taastuenergiasektori väljatöötamine on pikk protsess, mis nõuab planeerimist ja suuri investeeringuid, avaldades pinget nii valitsuse eelarvetele kui ka investeeringutele.

Kapitali kogumahutus põhivarasse jäi samuti mõlema riigi lõplikusse mudelisse sisse, täpsemalt selle 1. järku diferents. Kui kapitali kogumahutus põhivarasse suureneb 1 protsendipunkti võrra, siis suureneb Itaalias SKP *per capita* kasv 0,81 protsendipunkti võrra ja Prantsusmaal 1,49 protsendipunkti võrra. Tulemus on ootuspärane ja viitab sellele, et mida rohkem investeeritakse raha põhikapitali, seda kõrgem on SKP kasv elaniku kohta. Tunnus avaldas positiivset mõju majanduskasvule nii Ali (2015) Pakistani uuringus kui ka Apergis ja Payne (2010a) OECD riikide uuringus, kus 1% reaalse kapitali kogumahutuse kasv põhivarasse suurendas reaalset SKP-d 0,7%.

CO₂ heitkoguste tunnus oli statistiliselt oluline vaid Itaalia lõplikus mudelis. CO₂ heitkoguste 1. järku diferents oli ka korrelatsioonimaatriksi põhjal SKP *per capita* kasvuga tugevaimas seoses. Iga CO₂ heitkoguste 1 protsendipunktilise suurenemise korral suureneb SKP *per capita* kasv ligikaudu 0,078 protsendipunkti. Autori arvates on seos loogiline, kuna Itaalia on suur kaupade ja teenuste eksportija. Suurenenud energiavajadus eksportnõudluse rahuldamiseks võib põhjustada suuremaid CO₂ heitkoguseid, mis võib omakorda suurendada SKP *per capita* kasvu.

Nafta tarbimine ei jäänud kummagi riigi lõplikusse mudelisse sisse, mis on vastuolus Chontanawat *et al.* (2008) teadusuuringuga. Regressioonanalüüs näitas, et Itaalias ja Prantsusmaal SKP *per capita* ning nafta tarbimise vahel olulist seost ei ole, kuigi korrelatsioonanalüüsiga tuvastati muutujate vahel statistiliselt oluline seos, mis oli ka absoluutväärtuselt tugevam kui seos taastuvenergia tarbimise kasvuga. Gozgor *et al.* (2018) avastasid aga OECD riikides, et taastumatu energia tarbimise 1% kasv suurendab SKP-d töjõu kohta 1,0%. Koosmõjus teiste tunnustega ei pruukinud nafta tarbimine Itaalia ja Prantsusmaa mudelites SKP *per capita* kasvule mõju avaldada.

Korrelatsioonanalüüsi käigus tuvastati Itaalia ja Prantsusmaal võimalik multikollineaarsus CO₂ heitkoguste 1. järku diferentsi ja nafta tarbimise 1. järku diferentsi vahel, mistõttu ei lisatud neid tunnuseid mudelisse korraga. Itaalia lõppmudeli kirjeldusvõimeks jäi 0,71 ja mudel oli statistiliselt oluline. Heteroskedastiivsus puudus, jääkliikmed esinesid normaaljaotusele, puudus autokorrelatsioon ja mudeli kuju oli õige. Mudeli analüüsimisel oli Prantsusmaal probleeme heteroskedastiivsusega, mistõttu kasutati lõplikus mudelis kohandatud standardvigu. Prantsusmaa lõppmudeli kirjeldusvõimeks jäi 0,47 ja mudel oli statistiliselt oluline nivool 0,001.

Autor leidis vastused püstitatud uurimisküsimustele ja lükkas ümber mõlemad hüpoteesid. Tuvastati, et Itaalias ja Prantsusmaal on taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel küll statistiliselt oluline aga negatiivse suunaga seos. Lisaks ei olnud nafta tarbimine ei Itaalia ega Prantsusmaa mudelis statistiliselt oluline tunnus, mistõttu ei saa võrrelda selle mõju taastuvenergia tarbimisega. Järelikult on neis riikides taastuvenergia tarbimise ja SKP *per capita* vahel seos tuvastatud, kuid taastumatutest allikatest pärit energiaga mitte. Mudelitel leidub kindlasti arenguruumi, näiteks leida tunnused, mille vahel puuduks multikollineaarsus. Kuna taastuvenergiasektor on veel arenev haru, ei pruugi väike ajaperiood tõeselt kajastada muutujate käitumisi.

Käesoleva tööga esitatakse empiirilisi tõendeid taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahelisest mõjust Itaalias ja Prantsusmaal. Kuigi taastuvenergia tarbimine avaldas majanduskasvule negatiivset mõju, ei tähenda see, et Itaalia ja Prantsusmaa peaksid taastuvaid energiaallikaid vältima. Suurem taastuvenergia osakaal aitaks neil pidurdada kliimamuutusi, vähendada sõltuvust imporditud energiast, suurendada energiajulgeolekut ja luua täiendavaid töökohti, mille positiivne mõju võib avalduda majanduskasvus. Uurimus laiendab olemasolevat kirjandust, kuna konkreetselt Itaaliast ja Prantsusmaast uuringuid napib.

KOKKUVÕTE

Globalne energiamaastik toetub tänapäeval suuresti fossiilenergiale, mida iseloomustab laialdane tarbimine. Nafta hinna kõikumine, välismaise importenergia sõltuvus ja CO₂ heitkogustest tingitud keskkonnaseisundi halvenemine on toonud esile fossiilenergia puudused ja rõhutavad taastuvate energiaallikate olulisust. Taastuvenergia on jätkusuutlik alternatiiv energia tootmiseks, mis suurendab majanduse vastupanuvõimet tänu energiaallikate mitmekesisusele, suurendades energiapuudust, ja tööhõive parandamisele uute tehnoloogiate rakendamisel. Taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahelise seose mõistmine on keskkonnaprobleemide lahendamisel kriitiline. ELi seatud kliimaeesmärgid suurendavad teema aktuaalsust nii Itaalias kui ka Prantsusmaal, kus peamised energiaallikad on siamaani fossiil- või tuumaenergia.

Bakalaureusetöö eesmärk oli uurida, kas taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel esineb Itaalia ja Prantsusmaa näitel seos ning mil määral mõjutab taastuvenergia tarbimine kummaski riigis majandusarengut.

Lõputöö eesmärgist lähtuvalt püüti leida vastused järgnevatele uurimisküsimustele:

- 1) Kas taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel on seos ning kas taastuvenergia tarbimine soodustab või pärsib Itaalia ja Prantsusmaa majanduskasvu?
- 2) Kas taastuv- ja fossiilenergia tarbimise majanduslikes mõjudes on olulisi erinevusi?

Autor seadis kaks hüpoteesi, mis ütlevad, et Itaalias ja Prantsusmaal on taastuvenergia tarbimise ja majanduskasvu vahel oluline ja positiivne seos, kuid taastuvenergia tarbimine on majanduskasvuga seotud vähem kui fossiilenergia. Uurimisküsimustele vastamiseks ja hüpoteeside kontrollimiseks tutvuti varasemate empiiriliste uuringutega ning viidi läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüs programmis *Gretl*. Regressioonanalüüs teostati vähimruutude meetodil, kus mudeli sõltuv tunnus oli SKP *per capita* kasv. Eelkõige keskenduti eesmärgist lähtudes sõltumatule tunnusele taastuvenergia tarbimise kasv, millele lisati kirjanduse põhjal juurde kapitali kogumahutus põhivarasse, nafta tarbimine ja CO₂ heitkogused. Andmed on pärit *The World Bank* ja *Energy Institute* andmebaasidest ajaperioodil 1978–2019.

Aegridade statsionaarsust kontrolliti ADF testiga ja vajadusel võeti tunnustest diferentsid. Seejärel viidi aegridadega läbi korrelatsioon- ja regressioonanalüüs. Prantsusmaa regressioonmudel is osutusi statistiliselt olulisteks muutujateks kapitali kogumahutus põhivarasse 1. järku diferents ja taastuenergia tarbimise kasv. Itaalia regressioonmudel is olid statistiliselt olulised lisaks eelnevale kahele muutujale ka CO₂ heitkoguste 1. järku diferents. Regressioonanalüüsi käigus selgus, et taastuenergia tarbimise kasvu tõustes 1 protsendipunkti võrra langeb SKP *per capita* kasv Itaalias 6,5 protsendipunkti ja Prantsusmaal 3,8 protsendipunkti. Kui aga kapitali kogumahutus põhivarasse suureneb 1 protsendipunkti võrra, suureneb SKP *per capita* kasv Itaalias 0,81 ja Prantsusmaal 1,49 protsendipunkti. CO₂ heitkoguste puhul 1 protsendipunktilise suurenemise korral kasvas Itaalias SKP *per capita* kasv aastas ligikaudu 0,078 protsendipunkti, kuid Prantsusmaal statistiliselt oluline seos puudus.

Lõputöös püstitatud uurimisküsimused ja hüpoteesid said vastatud. Tööga anti panus olemasolevatele uuringutele ning see aitab poliitikutel ja majandusteadlastel teha teadlikumaid otsuseid taastuenergia edendamise osas. Tulemus oli vastavuses varasema kirjandusega, kuid teemat tasub kindlasti edasi uurida. Tuleks arvesse võtta täiendavaid muutujaid nagu valitsuse poliitika, teadus- ja arendustöö maht ning rahvusvaheline kaubandus. Lisaks võib teiste tulemusteni jõuda pikema ajaperioodi või muu analüüsimeetodi kasutamisega.

SUMMARY

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN ITALY AND FRANCE

Helena Jürma

With escalating concerns about climate change and exhaustion of fossil fuels, renewable energy sources emerge as a critical solution. As the world struggles with the urgent need for sustainable development and climate action, the nexus between renewable energy consumption and gross domestic product (GDP) gains more importance.

The aim of this paper is to investigate whether there is a relationship between renewable energy consumption and economic growth based on Italy and France, and to what extent renewable energy consumption affects economic development.

To achieve the aim of this paper, following research questions were formulated:

- 1) Is there a relationship between renewable energy consumption and economic growth in Italy and France, and does renewable energy consumption promote or inhibit economic growth?
- 2) Are there any significant differences in the economic impacts of renewable and fossil energy consumption?

In addition to the research questions, the author has presented two hypotheses:

- there is a statistically significant and positive relationship between renewable energy consumption and economic growth in Italy and France;
- there is a link between renewable energy consumption and economic growth, but the effect is smaller compared to fossil energy consumption.

In order to answer the research questions, author performed correlation and regression analysis using the Ordinary Least Squares method. The dependent variable was GDP per capita growth and independent variables were renewable energy consumption growth, gross fixed capital formation, oil consumption and CO₂ emissions. Data was obtained from The World Bank and Energy Institute databases and covered the time period of 1978 to 2019.

Regression analysis revealed that 1 pp growth in renewable energy consumption growth lead to 6,5 pp decrease in GDP per capita growth in Italy and 3,8 pp decrease in France. However, 1 pp increase in gross fixed capital formation increased GDP per capita growth by 0,81 pp in Italy and by 1,49 pp in France. CO₂ emissions also had positive effects on GDP per capita in Italy, where 1 pp increase in CO₂ emissions lead to 0,078 pp increase in GDP per capita. There was no statistically significant relationship found in France. Oil consumption was not statistically significant in both Italy and France. With these results all research questions and hypotheses were answered.

The work is a great contribution to the existing literature, but it is necessary to study the topic further by taking into account more variables such as research and development level, government policies or international trade like energy import and export. Author also recommends to use a longer time period and try different analysis methods if possible.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Acheampong, A. O. (2018). Economic growth, CO₂ emissions and energy consumption: What causes what and where? *Energy Economics*, 74, 677-692.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.022>
- Afonso, T. L., Fuinhas, J. A., & Marques, A. C. (2017). Strategies to make renewable energy sources compatible with economic growth. *Energy Strategy Reviews*, 18, 121-126.
<https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.09.014>
- Agliardi, E., Piniar, M., & Stengos, T. (2017). Air and water pollution over time and industries with stochastic dominance. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 31, 1389-1408. <https://doi.org/10.1007/s00477-016-1258-y>
- Al-Mulali, U. (2014). Investigating the impact of nuclear energy consumption on GDP growth and CO₂ emission: A panel data analysis. *Progress in Nuclear Energy*, 73, 172-178.
<https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2014.02.002>
- Alam, M., & Murad, W. (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic co operation and development countries. *Renewable Energy*, 145, 382-390.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.054>
- Ali, G. (2015). Gross fixed capital formation & economic growth of Pakistan. *Journal of Research in Humanities*, 1(2), 21-30.
- Anderson, T. R., Hawkings, E., & Jones, P. D. (2016). CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models. *Endeavour*, 40(3), 178-187. <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2016.07.002>
- Ang, J. B. (2007). CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.032>
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010a). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656-660.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002>
- Apergis, N., & Payne, J.E. (2010b). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.06.001>
- Apergis, N., & Payne, J.E. (2011). The renewable energy consumption–growth nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1), 343-347.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.07.013>

- Aslan, A., & Destek, M. A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*, *111*, 757-763. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.008>
- Aslan, A., & Ocal, O. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *28*, 494-499. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.036>
- Bento, J. P. C., & Moutinho, V. (2016). CO₂ emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *55*, 142-155. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.151>
- Bhattacharya, M., & Bhattacharya, S., Ozturk, I., & Paramati, R. 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>
- Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D., & Trembling, A. (2015). Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *52*, 1405-1412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.022>
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2021). Determinants of renewable energy consumption: Importance of democratic institutions. *Renewable Energy*, *179*, 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.030>
- Chontanawat, J., Hunt, L. C., & Pierce, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth? Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of Policy Modeling*, *30*(2), 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2006.10.003>
- Cicea, C., & Pirlogea, C. (2012). Econometric perspective of the energy consumption and economic growth relation in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(8), 5718-5726. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.06.010>
- Dincer, I., & Midilli, A. (2005). The Role and Future Benefits of Green Energy. *International Journal of Green Energy*, *4*(1), 65-87. <https://doi.org/10.1080/15435070601015494>
- Dincer, I., Midilli, A., & Rosen, M. A. (2007). The Role and Future Benefits of Green Energy. *International Journal of Green Energy*, *4*(1), 65-87. <https://doi.org/10.1080/15435070601015494>
- Dong, Z., Li, R., Wang, L., & Wang, Q. (2022). Renewable energy and economic growth: New insight from country risks. *Energy*, *238*(C), Article 122018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122018>
- Edler, D., Lehr, U., & Lutz, C. (2012). Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*, *47*, 358-364. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.076>

- El-Karimi, M. (2021). Investigating the causal linkage among economic growth and renewable and non-renewable energy consumption: cases of Germany, the UK and France. *OPEC Energy Review*, 45(4), 414-437. <https://doi.org/10.1111/opec.12215>
- Elering. (2024). *Läänemere energiavõrk*. Kasutatud 28. jaanuar 2024 <https://www.elering.ee/laanemere-energiavork>
- Energy Institute (2023). Carbon Dioxide Emissions from Energy (from 1965). Statistical Review of World Energy. Kasutatud 08. veebruar 2024 <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- Energy Institute (2023). Oil: Consumption – Exajoules (from 1965). Statistical Review of World Energy. Kasutatud 08. veebruar 2024 <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- Energy Institute (2023). Renewables – Consumption – Exajoules (from 1965). Statistical Review of World Energy. Kasutatud 08. veebruar 2024 <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- Esseghir, A., & Khouni, L. H. (2014). Economic growth, energy consumption and sustainable development: The case of the Union for the Mediterranean countries. *Energy*, 71, 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.04.050>
- Euroopa Liit. (n.d.). *Euroopa Liidu ajalugu 1990-1999*. Kasutatud 09. märts 2024 https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/history-eu/1990-99_et
- European Commission. (2024a). *Delivering the European Green Deal*. Kasutatud 13. aprill 2024 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Commission. (2024b). *European Climate Law*. Kasutatud 13. aprill 2024 https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en#:~:text=The%20Climate%20Law%20includes%3A,of%20emission%20reductions%20and%20removals
- European Commission. (2024c). *The European Green Deal*. Kasutatud 13. aprill 2024 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/story-von-der-leyen-commission/european-green-deal_en
- Eurostat. (2022). *The EU imported 58% of its energy in 2020*. Kasutatud 15. veebruar 2024 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220328-2>
- Eurostat. (2024). NRG_BAL_S: Simplified energy balances (Energy balances). Kasutatud 13. aprill 2024 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_9588480/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=51d1c5d3-b0fa-4b8b-b021-6d9c9bf39c20
- Eurostat. (2024). NRG_IND_ID: Energy imports dependency. Energy Indicators. Kasutatud 13. aprill 2024 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_ID_custom_9248416/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=defe31de-0939-4423-8c88-78774b831aa1

- Eurostat. (2024). NRG_IND_REN: Share of energy from renewable sources. Energy statistics – quantities, annual data. Kasutatud 13. aprill 2024
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren_custom_10798330/default/table?lang=en
- Eurostat. (2024). TEC00011: Gross fixed capital formation (investments). Main GDP aggregates. Kasutatud 17. märts 2024
<https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/page/tec00011>
- Fang, Y. (2011). Economic welfare impacts from renewable energy consumption: The China experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 5120-5128.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.044>
- Feki, R., Khairallah, R., & Mbarek, M. B. (2015). Causality relationships between renewable energy, nuclear energy and economic growth in France. *Environment Systems and Decisions*, 35, 133-142. <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9537-6>
- Felgueiras, C., Martins, F., & Smitková, M. (2018). Fossil fuel energy consumption in European countries. *Energy Procedia*, 153, 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.050>
- Fetters, I., & Ohler, A. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy Economics*, 43, 125-139.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.02.009>
- Fuinhas, J. A., & Marques, A. C. (2012). Is renewable energy effective in promoting growth? *Energy Policy*, 46, 434-442. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.006>
- GENI. (2008). *France Sets Ambitious Renewable Energy Targets*. Kasutatud 17. märts 2024
<http://www.geni.org/globalenergy/library/technical-articles/generation/general-renewable-energy/renewableenergyaccess.com/france-sets-ambitious-renewable-energy-targets/index.shtml>
- Gulzar, A. (2015). Gross fixed capital formation & economic growth of Pakistan. *Journal of Research in Humanities*, 1(2), 21-30.
- Hondroyannis, G., Lolos, S., & Papapetrou, E. (2002). Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece. *Energy Economics*, 24(4), 319-336.
[https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(02)00006-3)
- IAEA. (2022). *What is Nuclear Energy? The Science of Nuclear Power*. Kasutatud 01. mai 2024
<https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-energy-the-science-of-nuclear-power>
- IEA. (2016). *World Energy Outlook 2016*. Kasutatud 02. märts 2024 https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2016_weo-2016-en
- IEA. (2023a). *Italy 2023*. Kasutatud 17. märts 2024 <https://www.iea.org/reports/italy-2023>
- IEA. (2023b). *World Energy Outlook 2023*. Kasutatud 12. märts 2024
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

- Inglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 53, 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.003>
- Jabeur, S. B. (2019). The Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth in France: a Necessary Condition Analysis. *Environmental Modeling & Assessment*, 25, 397-409. <https://doi.org/10.1007/s10666-019-09678-6>
- Jain, P. C. (1993). Greenhouse effect and climate change: scientific basis and overview. *Renewable Energy*, 3(4-5), 403-420. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(93\)90108-S](https://doi.org/10.1016/0960-1481(93)90108-S)
- Jefferson, M. (2006). Sustainable energy development: performance and prospects. *Renewable Energy*, 31(5), 571-582. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2005.09.002>
- Jürma, H. (2024a). *Bakalaureusetöö andmed*. Kättesaadav: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VBgsbvl-iQLo-l-SiXIC9ERw4XK0x9HhNUUd2nE6RY/edit?usp=sharing>
- Jürma, H. (2024b). *Bakalaureusetöö empiirilise analüüsi aruanded*. Kättesaadav: <https://docs.google.com/document/d/11BXrN7rADjTyUkTgr4IqA0huTUIDINW5rDhHXTiNLGM/edit?usp=sharing>
- Kammen, D. M., Patadia, S., & Wei, M. (2009). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38, 919-931. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.044>
- Kliimaministeerium. (2021a). *Kyoto Protokoll*. Kasutatud 28. aprill 2024 <https://kliimaministeerium.ee/kyoto-protokoll>
- Kliimaministeerium. (2021b). *ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioon*. Kasutatud 28. aprill 2024 <https://kliimaministeerium.ee/uro-kliimamuutuste-raamkonventsioon>
- Kliimaministeerium. (2023). *ELi heitkogustega kauplemise süsteem*. Kasutatud 12. aprill 2024 <https://kliimaministeerium.ee/kliima/eli-heitkogustega-kauplemise-susteem>
- Ku, S. J., & Yoo, S. H. (2009). Causal relationship between nuclear energy consumption and economic growth: A multi-country analysis. *Energy Policy*, 37(5), 1905-1913. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.01.012>
- Lee, C. C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegrated panel analysis. *Energy Economics*, 27, 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.03.003>
- Leung, G. C. K., & Li, R. (2021). The relationship between energy prices, economic growth and renewable energy consumption: Evidence from Europe. *Energy Reports*, 7, 1712-1719. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.03.030>

- Magazzino, C. (2018). Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Italy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(6), 119-127. <https://ssrn.com/abstract=3094709>
- Maune, A., & Matanda, E. (2022). The Nexus between Gross Capital Formation and Economic Growth: Evidence from Zimbabwe. *The Journal of Accounting and Management*, 12(2). <https://www.dj.univ-danubius.ro/index.php/JAM/article/view/1891>
- Mbarek, M. B., & Saidi, K. (2016). Nuclear energy, renewable energy, CO2 emissions, and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality tests. *Progress in Nuclear Energy*, 88, 364-374. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2016.01.018>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.004>
- Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). Nuclear energy consumption and economic growth in nine developed countries. *Energy Economics*, 32(3), 550-556. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.01.004>
- Mohammadi, H., & Parvaresh, S. (2014). Energy consumption and output: Evidence from a panel of 14 oil-exporting countries. *Energy Economics*, 41, 41-46. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.002>
- OPEC. (2024). *OPEC Share of World Crude Oil Reserves, 2022*. Kasutatud 06. märts 2024 https://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/330.htm
- Ristanovic, A. (2020). *Major Oil Market Crashes in History*. Kasutatud 17. märts 2024 <https://oilandenergyonline.com/articles/all/major-oil-market-crashes-history/>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). *CO₂ and Greenhouse Gas Emissions*. Kasutatud 07. mai 2024 <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Ritchie, H., & Samborska, V. (2024). *Wildfires*. Kasutatud 29. aprill 2024 <https://ourworldindata.org/wildfires>
- Rogner, H. H., & Toth, F. L. (2006). Oil and nuclear power: Past, present, and future. *Energy Economics*, 28(1), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.03.004>
- Sari, R., & Soytas, U. (2004). Disaggregate energy consumption, employment and income in Turkey. *Energy Economics*, 26, 335-334. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.04.014>
- Shafiee, S., & Topal, E. (2008). An econometrics view of worldwide fossil fuel consumption and the role of US. *Energy policy*, 36(2), 775-786. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.11.002>
- Sims, R. E. H. (2004). Renewable energy: a response to climate change. *Solar Energy*, 76, 9-17. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(03\)00101-4](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(03)00101-4)

- The World Bank. (2024). NE.GDI.FTOT.ZS: Gross fixed capital formation (% of GDP). World Development Indicators. Kasutatud 03. märts 2024
<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.PCAP.KD.ZG&country=>
- The World Bank. (2024). NY.GDP.PCAP.KD.ZG: GDP per capita growth (annual %). World Development Indicators. Kasutatud 03. märts 2024
<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.PCAP.KD.ZG&country=>
- UN. (1987). *Our Common Future*. Kasutatud 12. märts 2024
<https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>
- UN. (2024). *What is renewable energy?* Kasutatud 15. märts 2024
<https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>
- Vaona, A., & Magnani, N. (2013). Regional spillover effects of renewable energy generation in Italy. *Energy Policy*, 56, 663-671. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.032>
- Wang, C., & Yang, F. (2021). Clean energy, financial development, and economic growth: Evidence from spatial spillover effects and quasi-natural experiments. *Journal of Cleaner Production*, 322, Article129045. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129045>
- WHO. (2023). *Air pollution: The invisible health threat*. Kasutatud 1. mai 2024
<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/air-pollution--the-invisible-health-threat>
- World Nuclear Association. (2022). *Carbon Dioxide Emissions From Electricity*. Kasutatud 16. märts 2024 <https://world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/carbon-dioxide-emissions-from-electricity.aspx>
- World Nuclear Association. (2024). *Nuclear Power in France*. Kasutatud 17. märts 2024
<https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx>

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Helena Jürma

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

„Taastuenergia tarbimise mõju Itaalia ja Prantsusmaa majanduskasvule“,

mille juhendaja on Marit Rebane,

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.

09.05.2024

¹ 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 kindlaksatud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. jq 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.