

Tartu Ülikool
Majandusteaduskond

Andrei Timošin

ROHEPÖÖRDE MÕJU SAKSAMAA KÕRGE SÜSINIKUHEITEGA
ETTEVÕTETELE

Bakalaureusetöö
Juhendaja: lektor Helen Poltimäe

Tartu 2025

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Rohepööre: teoreetiline raamistik ja mõjud kõrge süsinikuheitega ettevõtetele	6
1.1. Rohepöörde vajadus ja olemus	6
1.2. Rohepöörde mõju ettevõtetele	9
1.3. Keskkonna- ja finantstulemuslikkuse seosed rohepöörde kontekstis	15
2. Rohepööre: Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete keskkonna- ja finantstulemuslikkuse seoste empiiriline analüüs	19
2.1. Uurimismetoodika, andmed ja andmete esmane analüüs	19
2.2. Regressioonimudeli analüüs ja saadud tulemuste tõlgendamine	29
Kokkuvõte.....	32
Viidatud allikad.....	35
Lisa 1. Algandmete tabel.....	39
Lisa 2. Süsinikuintensiivsuse muutus ajas	41
Lisa 3. VIF testi tulemused	42
Lisa 4. Hajuvusdiagramm	42
Summary	43

Sissejuhatus

Euroopa roheline kokkulepe on ambitsioonikas strateegia, mille eesmärk on muuta Euroopa 2050. aastaks kliimaneutraalseks. Selle saavutamine eeldab põhjalikke muudatusi kogu majanduses ja energiasüsteemides, tuginedes keskkonnasõbralikele tehnoloogiatele. Samal ajal soovitakse edendada jätkusuutlikku tööstust ja vähendada keskkonnasaastet. Euroopa Komisjon toetab liikmesriike nende eesmärkide saavutamisel, pakkudes tehnilist tuge kliimapolitikate kujundamisel ja elluviimisel, aidates muuta energiasüsteeme keskkonnasõbralikumaks ning edendada säästvat transporti. (*Rohepööre*, s.a.)

Saksamaa roll rohepöördes on eriti märkimisväärne, kuna tegemist on Euroopa Liidu suurima süsinikdioksiidi heitmete tekitajaga. Selle põhjuseks on peamiselt energeetikatööstuse ja teiste süsinikumahukate tööstusharude suur osakaal (*EU CO2 Emissions by Country*, 2025). 2022. aastal pärines koguni 38,9% Saksamaa kasvuhoonegaaside heitmest energiatootmisest, samas kui transport andis 23% ja tööstus 14,5% koguheitest (*Germany - Countries & Regions*, s.a.).

Analüüsid näitavad, et kasvuhoonegaaside heite (KHG) vähendamine üksnes, isegi märkimisväärses ulatuses, ei ole piisav, et saavutada 2040. aasta Pariisi kokkuleppe ambitsioonikaid eesmärke (*Süsinikumajandus*, s.a.). See tähendab, et pelgalt tehnoloogilised täiustused ei pruugi tagada soovitud tulemusi – vaja on ulatuslikke ja süsteemseid muutusi kõige süsinikumahukamates sektorites. Sellised ümberkorraldused mõjutavad tugevalt ka ettevõtluskeskkonda, tuues kaasa uusi kohustusi, investeerimisvajadusi ja strateegilisi valikuid. Eriti teravalt puudutab see kõrge süsinikuheitega ettevõtteid, kellel tuleb ülemineku käigus investeerida uutesse tehnoloogiatesse, kohandada tootmisprotsesse ja vastata üha karmistuvatele regulatiivsetele nõuetele (*Transition Finance*, s.a.; Włodarczyk et al., 2024). Selline surve võib lühiajaliselt tähendada suuremaid kulusid ja kasumlikkuse langust, mistõttu on oluline uurida, millised finantsilised tagajärjed ettevõtteid ees ootavad.

Samas ei piirdu rohepöörde mõju üksnes riskide ja kuludega. Mitmed uuringud toovad esile ka selle võimalikud pikaajalised eelised. Näiteks on leitud, et kuigi esialgsed investeringud võivad olla kõrged, aitavad need ettevõtetel vähendada oma keskkonnajalajälge, suurendada vastutustundlikkust ja tõsta mainet, mis võib tulevikus suurendada nende atraktiivsust investorite ja keskkonnateadlike klientide silmis ning pikemas perspektiivis parandada ka ettevõtte finantstulemusi (Ai et al., 2024; Chiou et al., 2011; Horváthová, 2012; Misani & Pogutz, 2015).

Teisalt leidub ka kriitilisemaid vaatenurki – osa teadlasi leiab, et keskkonnanõuete täitmisega kaasnevad kulud ületavad sageli kasu, mida võiks saada innovatsioonist ja uute ärivõimaluste tekkimisest. Nende hinnangul võib keskkonnapoliitika põhjustada kasumlikkuse vähenemist isegi pikaajalises perspektiivis (Palmer et al., 1995).

Antud bakalaureusetöö eesmärk on välja selgitada, millised on rohepöörde mõjud Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajatele. Täpsemalt soovin uurida, kas ja kuidas rohepöörde mõjutab Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajat (ROA).

Eesmärk saavutatakse järgmiste uurimisülesannete kaudu:

- Selgitada rohepöörde vajadust ja olemust;
- Tuua välja rohepöörde mõjud kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajatele varasemate empiiriliste uuringute põhjal;
- Selgitada varasemate empiiriliste uuringute põhjal, kuidas keskkonna- ja finantstulemuslikkus on omavahel seotud rohepöörde kontekstis;
- Koguda andmeid Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete finants- ja mittefinantsnäitajate kohta, tuginedes varasemate empiiriliste uuringute ülevaatele;
- Analüüsida kogutud andmeid;
- Selgitada välja, kas ja kuidas rohepöörde mõjutab Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantstulemusi.

Saksamaa on käesoleva uurimuse fookuses, kuna tegemist on Euroopa Liidu suurima kasvuhoonegaaside tekitajaga ning seetõttu on riigil oluline roll kogu Euroopa rohepöörde elluviimisel. Saksamaa kogemusel on aga laiem tähendus, kuna mitmes aspektis on see võrreldav ka Eestiga. Kui Saksamaa on absoluutarvudes suurim heitmete tekitaja, siis Eesti kuulub Euroopa Liidus nende riikide hulka, kelle kasvuhoonegaaside heide elaniku kohta on suurim. Samuti on nii Saksamaal kui ka Eestis suurima heitega sektoriks energeetika. Seetõttu võib Saksamaa kogemus aidata mõista, millist mõju võib rohepöörde avaldada ka Eesti kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajatele. Selline võrdlus loob võimaluse paremini hinnata, kuidas Eesti ettevõtted võiksid rohepöörde tingimustes tegutseda ning milliseid strateegiaid rakendada rohepöördega seotud finantsmõjude juhtimiseks.

Varade tootlus (ROA) on finantstulemuste hindamisel üks enim kasutatavaid näitajaid, eriti rohepöõret käsitlevates uuringutes. See mõõdik annab hea ülevaate

sellest, kui tõhusalt suudab ettevõtte oma varasid kasumi teenimiseks kasutada, pakkudes usaldusväärset pilti organisatsiooni majanduslikust seisundist (Li & Wong, 2003). Erinevalt mõnest muust näitajast, näiteks müügitulude kasvust või müügitootlusest, on ROA olemuselt stabiilsem, kuna seda mõjutavad vähem lühiajalised juhtimisotsused ja majanduskeskkonna kõikumised (Xie et al., 2019). Just seetõttu sobib ROA hästi finantsmõjude analüüsimiseks rohepöörde kontekstis, kus ettevõtted seisavad silmitsi ulatuslike muutuste ja strateegiliste väljakutsetega.

Bakalaureusetöö koosneb kahest peatükist. Esimene peatükk käsitleb kliimamuutuste olemust ja nendest tulenevaid riske. Selgitatakse inimtegevuse rolli globaalses soojenemises ning tuuakse esile selle mõjud looduskeskkonnale ja ühiskonnale. Lisaks käsitletakse rahvusvahelisi ja Euroopa Liidu tasandi kliimapoliitikaid, sealhulgas rohepöörde eesmärke ja meetmeid. Peatükk loob ka Saksamaa rohepöörde konteksti ning annab ülevaate ettevõtete rollist kestliku arengu saavutamisel. Samuti analüüsitakse rohepöörde mõju ettevõtetele, avades roheinnovatsiooni rolli ja uurides, kuidas keskkonnanõuetega kohanemine mõjutab ettevõtete finantsnäitajaid. Eraldi tuuakse välja rohepöördega kaasnevad võimalused ja väljakutsed, keskendudes eelkõige kõrge süsinikuheitega ettevõtetele. Selgitatakse, millised finantsnäitajad on kõige enam mõjutatud ning millised lühiajalised ja pikaajalised mõjud on varasemates teadusuuringutes täheldatud. Lõpuks antakse konkreetne ülevaade varasematest uuringutest, mis toetavad edasist empiirilist analüüsi.

Teine peatükk on empiiriline osa, mille eesmärk on selgitada rohepöörde mõju finantsnäitajale (ROA) regressioonimudeli abil. Selles kirjeldatakse mudeli koostamist, muutujate valikut, kasutatud metoodikat ja andmestikku. Seejärel analüüsitakse regressioonitulemusi ning tuuakse välja paralleelid kirjanduse ülevaates käsitletud leidudega.

Märksõnad: rohepöore, ROA, finantsnäitajad, kõrge süsinikuheitega ettevõtted, roheinnovatsioon, keskkonnatulemuslikkus, finantstulemuslikkus.

1. Rohepööre: teoreetiline raamistik ja mõjud kõrge süsinikuheitega ettevõtetele

1.1. Rohepöörde vajadus ja olemus

Kliimamuutused viitavad pikaajalistele ja olulistele muutustele ilmastikuolude statistilistes omadustes, mis mõjutavad nii üksikuid piirkondi kui ka kogu planeeti. Teadlased on üksmeelel, et inimtegevus, eeskätt kasvuhoonegaaside heitmete kaudu, on üheselt põhjustanud globaalset soojenemist, mille tulemusel tõusis maa keskmine

pinnatemperatuur ajavahemikus 2011–2020 1,1°C võrra võrreldes aastatega 1850–1900. Kasvuhoonegaaside globaalne heide on jätkuvalt suurenenud ning selle ajalooline ja jätkuv panus on olnud ebaühtlane. See tuleneb mittesäästlikust energiakasutusest, maakasutusest ja selle muutustest, eluviisidest ning tarbimis- ja tootmismustritest. Sellised muutused on viinud maailma kliimasüsteemi tasakaalust välja, avaldades ulatuslikku mõju nii looduskeskkonnale, sealhulgas elurikkuse vähenemisele, kui ka inimühiskonnale, sealhulgas julgeolekuprobleemidele. (*AR6 Synthesis Report, 2023; Mis on kliimamuutused?, s.a.*)

Inimtegevus, sealhulgas fossiilkütuste põletamine, põllumajandus, loomakasvatus ning fluoritud gaaside kasutamine, on põhjustanud kasvuhoonegaaside kiire ja ulatusliku kasvu atmosfääris (*Mis on kliimamuutused?, s.a.*). Atmosfääri ja maailmamere märkimisväärne soojenemine on suurendanud globaalsete kliimariskide ulatust. Prognooside kohaselt tuleb lähitulevikus (2021–2040), keskpikas perioodis (2041–2060) ja kaugemas tulevikus (2081–2100) arvestada riskidega, mis on seotud erinevate globaalse soojenemise stsenaariumitega, sealhulgas olukordadega, kus temperatuur ületab pikemaks ajaks 1,5°C piiri (*Mis on kliimamuutused?, s.a.; Pörtner et al., 2022*). Need riskid on eriti keerukad, kuna need ei tulene üksnes konkreetsetest kliimaohutudest, vaid ka nende omavahelistest seostest ja vastastikmõjudest, mis võivad koguriski oluliselt võimendada (Pörtner et al., 2022).

Kliimakriis ei ole enam tulevikuprognoos, vaid juba tänane reaalsus. Selle mõjud on tuntuvad kogu maailmas – Pakistanis on esinenud ulatuslikke üleujutusi, Euroopas hävitavaid maastikupõlenguid ja Aafrikas pikaajalisi põuaperioode. Kõige rängemalt tabavad need sündmused haavatavamaid kogukondi ja riike, kelle panus kliimakriisi kujunemisse on olnud minimaalne (*UNFCCC Annual report, 2022*).

Kliimamuutuste laiaulatuslik mõju ja sellega kaasnevad riskid on muutnud nende tagajärgedega tegelemise ülemaailmselt esmatähtsaks. Erinevad riigid ja piirkonnad rakendavad mitmekesiseid strateegiaid, et muuta senised keskkonda kahjustavad ühiskondlikud ja majanduslikud praktikad jätkusuutlikumaks (*Rohepööre, s.a.*). Need kliimamuutuste vastased meetmed on osa laiemast rohepöördest, mille eesmärk on tasakaalustada majanduskasv ja keskkonnahoid. Rohepööre kujutab endast süsteemset muutust ühiskondlikes ja majanduslikes struktuurides, et vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid, säilitada elurikkust ning edendada kestlikkust (*Süsinikuneutraalne ülikool, 2022*).

Euroopa Liidu roheline kokkulepe seab eesmärgiks saavutada kliimanetraalsus, kaitstes samal ajal elurikkust, vähendades keskkonnaohtude mõju inimestele ning tagades õiglase ja kaasava ülemineku neile piirkondadele ja töötajatele, keda rohepöörde enim mõjutab. See tugineb EL-i juhtrollile kliimapoliitika, tarbijakaitse ning kestliku finantssüsteemi arendamise vallas (*The European Green Deal*, 2019; *Rohepöörde Eestis - Euroopa Komisjon*, s.a.). EL-i ühine pühendumus nendele eesmärkidele näitab, et liit suudab suunata oma ühiskonna ja majanduse jätkusuutlikule arenguteele, ühendades keskkonna- ja sotsiaalprioriteetid (*The European Green Deal*, 2019).

Rohepöörde edukas elluviimine Euroopa Liidus eeldab aktiivset toetust liikmesriikidele nende eesmärkide saavutamisel. Selleks on loodud mitmed mehhanismid, sealhulgas õiglase ülemineku mehhanism, mis pakub sihipäraselt tuge enim mõjutatud piirkondadele ja sektoritele, ning kestliku arengu mehhanism, mille eesmärk on parandada inimeste elukvaliteeti ja säilitada planeedi ökosüsteemide elujõulisus, tagades nii praeguste kui ka tulevaste põlvkondade heaolu. (*Rohepöörde*, s.a.)

Ehkki rohepöörde on globaalse ulatusega eesmärk, nõuab selle rakendamine riiklikul tasandil erinevaid strateegiaid ja lähenemisi. Saksamaa, nagu paljud teised Euroopa riigid, seisab silmitsi rohepöördega kaasnevate unikaalsete väljakutsetega. Kuulumine Euroopa Liitu tähendab, et Saksamaa järgib EL-i üldisi kliimaeesmärke, kuid samal ajal on riik seadnud ka omapoolseid ambitsioonikaid sihte. Näiteks, Saksamaa seab eesmärgiks saavutada aastaks 2045 olukorra, kus tema kasvuhoonegaaside netoheitkogus oleks null – see tähendab, et kogu paisatud heide kompenseeritakse samas mahus erinevate meetmetega. (*Germany's Greenhouse Gas Emissions and Energy Transition Targets*, 2014; *Rohepöörde Eestis*, s.a.). Sellised riiklikud algatused peegeldavad rohepöördega seotud keerukust, tuues esile nii väljakutseid kui ka võimalusi kestlikkuse saavutamisel.

Rohepöörde eesmärkide saavutamine nõuab lisaks rahvusvahelistele (Euroopa Liit) ja riiklikele (Saksamaa) meetmetele ka ettevõtete aktiivset panust. Ettevõtted mängivad kesksel rollil rohepöörde elluviimisel, kuna nende tegevus mõjutab otseselt nii keskkonda kui ka majanduse jätkusuutlikkust. Keskkonnanõuete täitmine seab ettevõtetele uusi kohustusi ning sunnib investeerima tehnoloogilistesse uuendustesse, kuid loob ühtlasi võimalusi innovatsiooniks. Näiteks süsinikuemissioonide

vähendamine ei paranda üksnes keskkonnamõju, vaid aitab vähendada ka regulatiivseid riske ja suurendada investorite usaldust (Misani & Pogutz, 2015).

Kokkuvõttes võib öelda, et Euroopa Liidu roheline kokkuleppe ja laiemate rohepöörde eesmärkide saavutamine on võimalik vaid ELi, liikmesriikide ja ettevõtete tiheda koostöö ja vastastikuse toetuse kaudu. Iga tasand mängib olulist rolli nii meie oleviku kui ka tuleviku kujundamisel.

Rohepöörde vajadust saab põhjendada ka majandusteoorias tuntud turutõrgete kaudu. Majandustegevused, mis tuginevad suures mahus fossiilkütuste või loodusvarade kasutamisele, põhjustavad sageli negatiivseid välismõjusid, nagu kasvuhoonegaaside heide või elurikkuse vähenemine. Need mõjud jäävad sageli ettevõtte kulustruktuurist väljapoole ega kajastu otseselt toodete hindades. See tähendab, et ettevõtted ja tarbijad ei pea oma otsustes nende keskkonnamõjudega arvestama. Tulemuseks on olukord, kus loodust kahjustavad tegevused jätkuvad, kuna turujõud ei paku piisavaid stiimuleid nende vähendamiseks.

Jaffe *et al.* (2005) rõhutavad samuti, et just sellised turutõrked annavad tugeva aluse riiklikuks sekkumiseks – ainult avaliku sektori kaudu on võimalik kujundada stiimuleid, mis suunavad ettevõtteid keskkonnasõbralikumate lahenduste poole ka siis, kui turumehhanismid seda iseenesest ei soosi.

1.2. Rohepöörde mõju ettevõtetele

Rohepööre, mis tähendab ulatuslikku majanduslikku ja sotsiaalset transformatsiooni kestlikkuse suunas, on mõjutanud ettevõtteid üle maailma. Keskkonna säästlikkuse ja finantstulemuste vaheline seos on pälvinud teadusmaailmas tähelepanu juba viimased 25 aastat, kuid on endiselt jäänud arutelu keskmesse (Misani & Pogutz, 2015). Rohepööre on üleminek keskkonnasäästlikule majandusele, mis hõlmab endas tootmis- ja tarbimissüsteemide ümberkujundamist eesmärgiga minimeerida negatiivset mõju keskkonnale. See protsess toimub peamiselt riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil, hõlmates poliitikat, regulatsioone ja strateegiaid. Ettevõtete jaoks tähendab see vajadust kohaneda keskkonnanõuetega, mis mõjutavad nende strateegia- ja finantsotsuseid.

Kuna käesoleva uuringu eesmärk on analüüsida rohepöörde mõju ettevõtetele, keskendutakse selles alapeatükis roheinnovatsioonile kui ühele peamisele viisile, kuidas organisatsioonid rohepöörde nõuetega kohanevad. Kuigi roheinnovatsioon ei kätke endas kõiki rohepöörde tahkusi, aitab see siiski luua raamistikku, mille abil saab analüüsida ettevõtete keskkonnasäästlikkusega seonduvaid eesmärke.

Roheinnovatsiooni rakendamine on olnud üheks peamiseks eelduseks organisatsioonide keskkonnaalastele ja majanduslikele edusammudele. See on aidanud ettevõtetel vastu tulla keskkonnaregulatsioonidele. Roheinnovatsiooni käsitlemine loob tugeva aluse rohepöörde mõjude analüüsiks ettevõtete tasandil, kuna see seob omavahel keskkonnasaaste vähendamise ning muud olulised tegurid, mis mõjutavad ettevõtete finantstulemusi. (Karimi Takalo et al., 2021)

Käesolevas alapeatükis käsitletakse rohepöörde mõju ettevõtetele, alustades roheinnovatsiooni rollist ja jätkates konkreetsemalt selle mõjuga kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajatele. Selline lähenemine võimaldab paremini mõista rohepöördega seotud konteksti just ettevõtete tasandil.

Kuigi esialgu võib loodusliku keskkonna hooldamist pidada pelgalt saaste vähendamisele suunatud kohustuseks, mis toob ettevõtetele lisakoormust, on tõestatud, et roheinnovatsiooni kasutamine aitab ettevõtetel tõsta kliendirahulolu (Leenders & Chandra, 2013). Rohetehnoloogiad koos keskkonnasõbralike toodete ja pakenditega on hakanud koguma turueelist, kuna üha enam keskkonnateadlikke kliente on valmis nende eest kõrgemat hinda maksma erinevatel turgudel, alates mahetoodetest kuni elamuehituseni (Smith, 2007).

Leenders & Chandra, (2013) analüüsisid veinitööstust, mis on silmapaistev näide roheinnovatsiooni mõjust. Selles valdkonnas haarab roheinnovatsioon endasse kogu väärtusahela, alates viinamarjade kasvatamisest ja korjamisest kuni tootmise, brändi loomise ning müügi ja jaotuskeskkondadeni. Uuringust selgus, et veinitööstuses viib roheinnovatsioon tihti traditsiooniliste tootmisviiside põhjaliku muutuseni. Valdkonnas, kus paljud ettevõtted tuginevad põlvkonnapikkustele traditsioonidele, võivad sellised muutused olla äärmiselt märkimisväärsed ja murrangulised. (Leenders & Chandra, 2013) Vaatamata veinitööstuse kogemusele tuleb arvestada, et tööstusharu iseloom mängib olulist rolli ning roheinnovatsiooni tähendus ja rakendamine võivad näiteks General Electric ja veinitööstuse puhul olla täiesti erinevad (Chapple et al., 2011; Leenders & Chandra, 2013).

Roheinnovatsioonil on palju erinevaid mõjusid ning näide veinitööstusest on ainult väike osa sellest. Järgnevalt tuuakse välja mõned teised aspektid, mis mõjutavad ettevõtete finantsnäitajad erinevates sektorites. Positiivsete aspektide hulka kuulub suurenenud ressursitõhusus, mis keskendub energia- ja veekasutuse vähendamisele, sademevee äravoolu tõhusale juhtimisele ning jäätmetekke

vähendamisele, mis aitab vähendada ettevõtete kulusid (Chapple et al., 2011; Leenders & Chandra, 2013).

Roheinnovatsioon parandab oluliselt ettevõtete konkurentsivõimet ning tõstab mainet (Ai et al., 2024; Chiou et al., 2011; Misani & Pogutz, 2015). Samas roheinnovatsioon võib pakkuda ettevõtetele konkurentsieelist, tõstes turule sisenemise barjääri teistele konkurentidele (Chiou et al., 2011). Roheinnovatsioon aitab ka saastet vähendada (Chiou et al., 2011; Huang & Li, 2017). Saaste vähendamine aitab püsida vajaliku CO₂ heitkoguse normi piires, mis ühelt poolt võib aidata vähendada kulusid, mis võivad tekkida heitkoguste normi ületamise korral, ja teiselt poolt meelitada ligi uusi kliente või vastata olemasolevate klientide ootustele. See omakorda aitab tõsta kasumit. (Chiou et al., 2011; Leenders & Chandra, 2013; Misani & Pogutz, 2015)

Kuigi roheinnovatsioon avaldab ettevõtetele mitmeid positiivseid mõjusid, toob see kaasa ka olulisi väljakutseid, mis võivad negatiivselt mõjutada ettevõtete finantsseisundit (Karimi Takalo et al., 2021). Iranmanesh *et al.* (2017) uuring näitab, et roheinnovatsiooni edukas rakendamine nõuab sageli olulisi muudatusi ettevõtte tegevuses ja kultuuris, mis omakorda võib kohanemisvajaduse tõttu negatiivselt mõjutada töötajate rahulolu. Tööraahulolematus on tõsine probleem, mis võib viia töötajate lahkumiseni ettevõttest, nõrgestades sellega organisatsiooni võimekust ja tõhusust, mis omakorda võib negatiivselt mõjutada finantsnäitajad. (Iranmanesh et al., 2017) Lisaks seisavad ettevõtted roheinnovatsiooni rakendamisel silmitsi mitmete takistustega, nagu teadmiste puudumine, kapitaliturgude riskikartlikkus ja ebapiisav toetus valitsuselt. Näiteks on paljud keskkonnasõbralikke lahendusi arendavad ja rakendavad ettevõtted haavatavad, sest nende tegevus ja ärimudel põhinevad sageli ootusel, et valitsuse subsiidiumid jätkuvad. Kui need toetused lõppevad, võib see tõsiselt mõjutada nende majanduslikku jätkusuutlikkust. (Aguilera-Caracuel & Ortiz-de-Mandojana, 2013)

Kuigi keskkonnavalaseid investeeringuid ei peetud varem hädavajalikuks, on ranged keskkonnaregulatsioonid oluliselt muutnud nii keskkonnapõhimõtteid kui ka konkurentsitingimusi ettevõtetes ja kogukondades (Chang, 2011). Sellest hoolimata nõuab roheinnovatsiooni edukas rakendamine soodsaid tingimusi ning märkimisväärseid investeeringuid, mida kõigil ettevõtetel ei ole võimalik saavutada (Aguilera-Caracuel & Ortiz-de-Mandojana, 2013; Karimi Takalo et al., 2021).

Eelnevalt oli märgitud, et investeringud saastamise vähendamisesse võivad lühiajaliselt finantstulemusi halvendada, kuna kaasnevad märkimisväärsed kulud, sealhulgas taastuenergia osakaalu suurendamine tootmisprotsessides, mis võivad vähendada ettevõtete kasumlikkust (Horváthová, 2012; Włodarczyk et al., 2024). Samas pikaajalises perspektiivis on need investeringud seotud keskkonnamõtjude vähendamise ja ettevõtte finantstulemuste parandamisega, eriti kui need keskenduvad tehnoloogilisele arengule ja ressursitõhususele (Ai et al., 2024; Cheng et al., 2024; Horváthová, 2012).

Roheinnovatsiooni mõju ettevõtete finantstulemustele ei ole ühesuunaline ehk lineaarne, vaid järgib sageli U-kujulist mustrit, mis tähendab, et see võib kõikuda positiivse ja negatiivse vahel (Ai et al., 2024; Misani & Pogutz, 2015).

Innovatsiooni esimesed etapid on sageli seotud kõrgete kuludega, mis võivad ettevõtte jaoks põhjustada ajutist finantsilist survet ning tuua lisakulutusi (Ai et al., 2024; Leenders & Chandra, 2013). Siiski rõhutavad Ai *et al.* (2024), et järjepidev investeerimine roheinnovatsiooni võib pikemas perspektiivis suurendada kasumlikkust, aidates parandada ettevõtte ressursitõhusust ja konkurentsivõimet. Samas hoiatavad Palmer *et al.* (1995), et keskkonnavalased kulud võivad isegi pikaajaliselt ületada saadavaid eeliseid, eriti kui ettevõtte ei suuda keskkonnanõuetega kaasnevate innovatsioonide kaudu suurendada oma tulusid või kuluefektiivsust. (Ai et al., 2024; Palmer et al., 1995)

Roheinnovatsiooni kontekstis sõltuvad ettevõtete finantstulemused ka valitud strateegiast. Lühiajalised strateegiad, mis võivad olla sarnased innovatsiooni esimeste etappidele, keskenduvad peamiselt poliitikaprioriteetide täitmisele ja ei pruugi finantstulemusi märkimisväärselt parandada (Ai et al., 2024; Leenders & Chandra, 2013). Siiski, kui ettevõtte ei tegutse keskkonnahoidlikult, võib see kahjustada tema mainet ja usaldusväärsust. Selle riski vähendamiseks võivad ettevõtted rakendada keskkonnaga seotud tegevusi, mis näitavad nende soovi muutuda vastutustundlikumaks. Isegi kui need tegevused on pigem sümboolsed, võivad need parandada investorite või klientide arvamust ettevõttest ning mõjutada positiivselt ka finantsturgude hinnanguid. (Misani & Pogutz, 2015)

Ettevõtete finantstulemusi hinnatakse peamiselt raamatupidamise ja turupõhiste meetodite abil (Gentry & Shen, 2010). Peamised raamatupidamise näitajad on varade tootlus (ROA), omakapitali tootlus (ROE) ja müügitulu tootlus (ROS). Need näitajad annavad ülevaate ettevõtte lühiajalistest finantstulemustest ühe

perioodi kohta. (Horváthová, 2010; Włodarczyk et al., 2024) Turupõhised meetodid, nagu Tobin's Q, peegeldavad aga pikaajalist kasu ja mõju, näidates, kuidas turud reageerivad ettevõtte strateegiatele ja keskkonnainvesteeringutele (Horváthová, 2010; Misani & Pogutz, 2015).

Kuna turu tootlust ei kasutata sageli kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajate hindamisel, tuuakse selles töös turupõhise näitena välja Tobin's Q. Tobin's Q väärtus võimaldab hinnata, kuidas keskkonnapraktikad ja rohepöördega seotud tegevused mõjutavad ettevõtte turuväärtust (Busch et al., 2022; Misani & Pogutz, 2015).

Kõrge süsinikuheitega ettevõtete puhul avaldavad keskkonnatulemused, sealhulgas süsinikuemissioonide vähendamine ja ressursitõhususe parandamine, olulist positiivset mõju ROA-le ja ROE-le pikemas perspektiivis (Fujii et al., 2013; Tzouvanas et al., 2020). ROA suureneb, kuna kulude vähenemine ja energiaefektiivsuse tõus võimaldavad varasid efektiivsemalt kasutada (Fujii et al., 2013). Samamoodi paraneb ROE, sest kapitali kasutamine muutub tõhusamaks ja investeeringutasuvus kasvab (Tzouvanas et al., 2020).

Samal ajal täheldatakse nende näitajate vahel U-kujulist sõltuvust. See viitab sellele, et väikese mõjuastmega keskkonnainvesteeringud ei avalda olulist positiivset mõju, kuid tõhusamad ja ulatuslikumad investeeringud võivad viia nii ROA kui ka ROE olulise paranemiseni (Włodarczyk et al., 2024; Tzouvanas et al., 2020). U-kujulise sõltuvuse mõistmine on eriti oluline kõrge süsinikuheitega sektorites, kus keskkonnainvesteeringutega kaasnevad suured esialgsed kulud (Włodarczyk et al., 2024).

ROS aitab hinnata, kuidas keskkonnapraktikad, nagu kulude vähendamine energia- ja ressursitõhususe kaudu, mõjutavad ettevõtte finantstulemusi. Ka siin täheldatakse U-kujulist mustrit, kus keskkonnapraktikate madal tase ei too kaasa ROS-i paranemist, kuid märkimisväärsed keskkonnainvesteeringud võivad pikemas perspektiivis suurendada müügitulu tootlust. See väljendab energia- ja ressursitõhususe keskset rolli ettevõtte tulemuslikkuse parandamisel. (Włodarczyk et al., 2024)

Tobin's Q, mis peegeldab ettevõtte turuväärtust, reageerib tugevalt keskkonnaparandustele (Misani & Pogutz, 2015). Kuigi süsinikuemissioonide vähendamine võib lühiajaliselt avaldada Tobin's Q-le negatiivset mõju suurte kulude tõttu, näitavad uuringud, et eelneva perioodi parem keskkonnatulemus võib järgmisel

perioodil suurendada ettevõtte Tobin's Q-d (Abban & Hasan, 2021; Misani & Pogutz, 2015). Samuti on täheldatud kahepoolset põhjuslikku seost: parem Tobin's Q motiveerib kõrge süsinikuheitega ettevõtteid vähendama oma süsinikuemissioone, samas kui väiksemad emissioonid tõstavad ettevõtte turuväärtust (Abban & Hasan, 2021).

Keskkonnapraktikad, nagu näiteks energia tarbimise vähendamine, ressursitõhususe suurendamine ja jäätmetekke minimeerimine, aitavad parandada sidusrühmade suhteid ja suurendavad ettevõtete mõju finantsturgudele. Tobin's Q kasv kinnitab, et rohepööre on strateegiline investering, mis toob kaasa pikaajalist kasu. (Busch et al., 2022; Misani & Pogutz, 2015)

Kuigi rohepööre pakub kõrge süsinikuheitega ettevõtetele olulisi võimalusi, kaasnevad sellega ka väljakutsed. Keskkonnamõju vähendamine nõuab suuri investeeringuid, sealhulgas tootmistehnoloogia uuendamist ja töötajate koolitamist. Need kulud võivad lühiajalises perspektiivis negatiivselt mõjutada finantsnäitajaid, eriti ROA-d ja ROE-d. Lisaks võib kasvuhoonegaaside heitkoguste viimine veelgi madalamale tasemele (teise piirväärtuse alla) tuua kaasa negatiivseid finantstulemusi, kuna see nõuab kulukaid ja ulatuslikke muudatusi tootmistehnoloogias. (Włodarczyk et al., 2024)

Alljärgnev tabel toob välja rohepööride mõjud kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajatele, mida on mainitud tekstis erinevate autorite uuringute põhjal.

Tabel 1

Rohepööride mõjud kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantsnäitajatele

Finantsnäitaja	Mõju	Kuidas mõju avaneb
Varade tootlus (ROA)	Positiivne, U-kujuline sõltuvus	Energiaefektiivsuse ja ressursitõhususe paranemine võimaldab varasid tõhusamalt kasutada.
Omakapitali tootlus (ROE)	Positiivne, U-kujuline sõltuvus	Kapitali kasutamise tõhusus ja investeringutasuvus paranevad.
Müügitulu tootlus (ROS)	Positiivne, U-kujuline sõltuvus	Energia- ja ressursitõhususe kaudu saavutatud kulude vähendamine parandab müügitulu tootlust.
Tobin's Q	Positiivne (pikaajaliselt), negatiivne (lühiajalisel)	Keskkonnaparandused tõstavad ettevõtte turuväärtust ja tugevdavad sidusrühmade suhteid.

Allikas: Autori poolt koostatud nende allikate põhjal: (Busch et al., 2022; Fujii et al., 2013; Misani & Pogutz, 2015; Tzouvanas et al., 2020; Włodarczyk et al., 2024)

Rohepööre avaldab kõrge süsinikuheitega ettevõtetele nii lühiajalist kui ka pikaajalist mõju. Kuigi esialgsed kulud võivad olla kõrged, näitab enamik uuringutest, et keskkonnatulemuste parandamine aitab pikemas perspektiivis parandada varade ja omakapitali tootlust (ROA, ROE), müügitulu tootlust (ROS) ning suurendada ettevõtte turuväärtust (Tobin's Q).

1.3. Keskkonna- ja finantstulemuslikkuse seosed rohepööride kontekstis

Alapeatüki 1.3 eesmärk on uurida varasemates empiirilistes uuringutes käsitletud seoseid varade tootluse (ROA) ja keskkonnanäitajate vahel. Käesolev alapeatükk on loogiline jätk eelnevale: kui eelnevas järeldati, et ROA-le avalduv mõju ei ole lineaarne, vaid järgib U-kujulist mustrit, siis siin keskendutakse sellele, milliseid sõltumatuid muutujaid varasemates töödes on kasutatud, milliseid meetodeid rakendatud ning millises suunas (U- või pöörd-U-kujuliselt) see mittelineaarne seos on avaldunud. Kuna varasemates uuringutes analüüsitakse sageli mitut finantstulemuse näitajat, nagu ROA ja ROE, keskendub käesolev töö eesmärgist lähtuvalt üksnes ROA-le. Ülejäänud näitajad ja neid käsitlevad uuringud jäävad siinkohal käsitlemata.

Alustuseks käsitletakse Tzouvanas *et al.* (2020) uuringut. Kuigi käesolev uurimistöö keskendub üksnes suure saastekogusega ettevõtetele, võib nimetatud uuringut pidada asjakohaseks viiteallikaks, arvestades olemasoleva kirjanduse piiratud mahtu. Nimelt kuulus valimisse ligi 60% ettevõtetest (169/288), mis tegutsevad kõrge süsinikuheitega sektorites. Uuringus analüüsiti regressioonanalüüsi abil keskkonnatulemuslikkuse mõju ettevõtete finantstulemuslikkusele. Vaadeldud periood oli 2005–2016.

Włodarczyk *et al.* (2024) analüüsivad sarnaselt eelnevale uuringule keskkonnatulemuslikkuse mõju ettevõtete finantstulemuslikkusele. Käesolevas uuringus keskendutakse suure saastetasemega Euroopa ettevõtetele – kokku 17 ettevõttele. Uuritav periood on 2009–2021.

Oluline on mainida ka Misani & Pogutzi (2015) uuringut, mis keskendus suure süsinikujalajäljega ettevõtetele, kes olid avalikustanud oma kasvuhooonegaaside heitmed Carbon Disclosure Project'i raames. Analüüsiperiood hõlmas aastaid 2007–2013 ning valimisse kuulus 127 ettevõtet erinevatest riikidest.

Aastvedt *et al.* (2021) uurisid rohetehnoloogiliste uuenduste mõju kõrge süsinikuheitega ettevõtete finantstulemustele. Analüüs põhines kahel paneelandmestikul, mis hõlmasid aastatel 2010–2018 tegutsenud USA ja Euroopa nafta- ning gaasisektori ettevõtteid.

Nende uuringute tulemused näitavad, et seos keskkonna- ja finantstulemuslikkuse vahel ei ole üheselt lineaarne, vaid sõltub kontekstist, ettevõtte kasumlikkuse tasemest, piirkonnast ning sellest, millist mõõdikut keskkonnatulemuslikkuse hindamisel kasutatakse. Näiteks Tzouvanas *et al.* (2020) ja Włodarczyk *et al.* (2024) leidsid oma uuringutes U-kujulise seose keskkonna- ja finantstulemuslikkuse vahel, kuid nende järeldused põhinevad erineval lähenemisel ja fookusel.

Tzouvanas *et al.* (2020) kasutasid kvantiilregressiooni, mille abil tuvastati, et keskkonnatulemuslikkuse mõju ROA-le on tugevam kõrgelt kasumlike ettevõtete puhul. See viitab endogeensele suhtele: head finantstulemused võimaldavad investeerida keskkonnategevustesse ning samal ajal võivad keskkonnategevused toetada edasist kasumlikkust. Uuring näitas, et ettevõtte keskkonnategevuse näitajatel oli oluline mõju finantstulemustele, kuid see mõju ei olnud kõigi ettevõtete puhul ühesugune – see sõltus sellest, kui kõrged või madalad olid ettevõtte finantstulemused võrreldes teistega.

Włodarczyk *et al.* (2024) jõudsid sarnase U-kujulise seoseni, kuid nende analüüs tõi rohkem esile konkreetseid tegureid, nagu taastuvenergia osakaalu ning teadus- ja arendustegevuse rolli. Eriti oluliseks kujunes süsinikuintensiivsus kui sõltumatu muutuja: kõrge süsinikuheitega ettevõtted olid pandeemia ajal madalama ROA-ga, kuna nende ümberkujundamine nõudis märkimisväärseid kulutusi tehnoloogiale ja töötajate koolitusele. Siin näeme, et kuigi mõlemad uuringud kinnitavad mittelineaarset seost, rõhutavad Tzouvanas *et al.* (2020) rohkem kasumlikkuse ja keskkonnategevuse vahelist kahepoolset seost, samas kui Włodarczyk *et al.* (2024) toovad esile rohetehnoloogiate ja kulupõhiste tegurite rolli.

Seega ilmneb, et olulised kontseptuaalsed muutujad – näiteks erinevat tüüpi süsinikuintensiivsus – on küll sarnased, kuid nende mõõtmise viis ja kontekstuaalne käsitlus erinevad. Tzouvanas *et al.* (2020) kasutasid mitut erinevat süsinikuintensiivsuse suhtarvu, samas kui Włodarczyk *et al.* (2024) keskendusid peamiselt CO₂-intensiivsusele. Ühiselt kinnitavad need leiud, et keskkonnategevuste mõju finantstulemustele ei ole üheselt prognoositav, vaid sõltub ettevõtte sisemistest

ja välistest tingimustest – näiteks finantsseisust, kriisiperioodidest ning rohetehnoloogiate rakendamise ulatusest ja ajastusest.

Sarnases, kuid mõnevõrra erinevas võtmes uurisid keskkonna- ja finantstulemuslikkuse vahelist seost ka Misani & Pogutz (2015), kelle töös keskenduti kahele sõltumatule muutujale: süsinikuintensiivsusele ja keskkonnajuhtimise indeksile. Kuigi mõlemad indikaatorid aitasid hinnata ettevõtte keskkonnategevust, osutus ROA suhtes statistiliselt oluliseks vaid süsinikuintensiivsus. Erinevalt eelnevates uuringutes täheldatud U–kujulisest seosest tuvastati siin pöörd–U–kujuline seos. Autorid rõhutasid, et ettevõtted ei arvesta tihti täiel määral oma süsinikujalajälje majanduslikku mõju, kuid need, kes suudavad saavutada häid tulemusi nii keskkonnamõjude vähendamisel kui ka juhtimisprotsessides, võivad kogeda positiivset finantstulemust. Võrreldes Tzouvanas *et al.* (2020) ja Włodarczyk *et al.* (2024) leidudega, kus rõhutati vastastikust või hilisemat positiivset mõju keskkonnainvesteeringutest, lisab Misani & Pogutz (2015) töö olulise nüansi: keskkonnategevusel on finantsiline piir – liiga intensiivsed või kulukad rohetgevused ei pruugi alati tuua soovitud majanduslikku tulu.

Geograafilise erinevusega sarnases võtmes käsitlevad keskkonnatulemuslikkust Aastvedt *et al.* (2021), kelle tulemused näitavad, et keskkonnatulemuslikkuse ja finantstulemuslikkuse vaheline seos on regiooni erinev. Nende paneelandmete analüüsis kasutati kahte sõltumatut muutujat: keskkonnaskoori ja innovatsiooniskoori. Uuringu tulemused näitasid, et Euroopa ettevõtete puhul esines statistiliselt oluline U–kujuline seos keskkonnaskoori ja ROA vahel, samas kui USA ettevõtete puhul pööratud U–kujuline seos. Innovatsiooniskoor mõjutas finantstulemuslikkust positiivselt nii USA kui ka Euroopa ettevõtete puhul, kuid Euroopa kontekstis leiti, et kõrged naftahinnad nõrgendasid seda positiivset seost. See rõhutab, et mitte ainult keskkonna- ja innovatsioonimuutujate tase, vaid ka makromajanduslikud tegurid (nt toorainehinnad) võivad mõjutada keskkonna- ja finantstulemuslikkuse vahelist suhet. Kui võrrelda Aastvedt *et al.* (2021) tulemusi eelnevalt käsitletud uuringutega, saab öelda, et ka selles uuringus kinnitatakse seose mittelineaarsust, kuid rõhuasetus on regioonipõhisel dünaamikal. See tugevdab arusaama, et keskkonnatulemuslikkuse mõju ROA–le ei sõltu üksnes ettevõttesisestest otsustest, vaid ka välistest turu- ja poliitilistest tingimustest.

Kokkuvõttes pakuvad käsitletud empiirilised uuringud tuge juhtimisteaduses esitatud kontseptuaalsetele mudelitele, mis käsitlevad keskkonna- ja

finantstulemuslikkuse suhet mittelineaarsena. Näiteks toetavad Tzouvanas *et al.* (2020), Włodarczyk *et al.* (2024) ja Aastvedt *et al.* (2021) (Euroopa andmed) tulemused niinimetatud „liiga vähe heast asjast“ (*Too-Little-of-a-Good-Thing, TLGT*) kontseptsiooni, mille kohaselt kaasnevad keskkonnainvesteeringute algfaasis kulud, ent teatud kriitilise punkti ületamisel hakkavad need pingutused finantstulemust positiivselt mõjutama. Samal ajal viitavad Misani & Pogutz (2015) ning Aastvedt *et al.* (2021) (USA andmed) tulemused hoopis „liiga palju heast asjast“ (*Too-Much-of-a-Good-Thing, TMGT*) raamistikule, mille kohaselt on keskkonnatulemuslikkusel positiivne mõju üksnes teatud piirini – sellest kaugemale minnes võivad ülemäärased kulud ja ressursikasutus hakata finantsseisundit hoopis halvendama. See teoreetiline käsitlus aitab mõista, miks erinevates kontekstides ilmnevad nii U-kujulised kui ka pöörd-U-kujulised seosed.

Kõik analüüsitud uuringud kasutavad erinevaid empiirilisi lähenemisi, kuid mitmes neist tõuseb süsinikuintensiivsus esile kui keskne sõltumatu muutuja, mille abil püütakse peegeldada ettevõtete keskkonnatulemuslikkust. Tzouvanas *et al.* (2020) rakendasid kaheastmelist kvantiilregressiooni ja kasutasid kolme erinevat süsinikuintensiivsuse mõõdikut, mis kõik põhinesid logaritmilisel pöördvõrdelisel suhtel ettevõtte süsinikuheitmete ja majandusnäitajate (varad, turuväärtus, tööstusharu keskmised) vahel. Włodarczyk *et al.* (2024) kasutasid fikseeritud efektidega PGLS-mudelit, mille sõltumatuks muutujaks oli CO₂-heitmete suhe toodetud energiasse. Ka Misani & Pogutz (2015) rõhutasid süsinikuintensiivsust kui olulist muutujat, mõõtes seda heitkoguste suhtega müügitulusse; nende analüüsis kasutati astmelist OLS-regressiooni. Aastvedt *et al.* (2021) seevastu ei keskendunud süsinikuintensiivsusele, vaid kasutasid fikseeritud efektide meetodit koos robustsete standardvigadega, käsitledes keskkonna- ja innovatsiooniskoori sõltumatute muutujatena. Seega näeme, et enamikus töödes, kus uuritakse keskkonnategevuse mõju ROA-le, on süsinikuintensiivsus mitte ainult sagedasti kasutatav sõltumatu muutuja, vaid ka statistiliselt oluline tegur ettevõtte keskkonnategevuse majandusliku mõju hindamisel.

Järgmine tabel 2 võtab kokku käesolevas alapeatükis käsitletud uuringute ülevaate.

Tabel 2

Varasemate uuringute kokkuvõte ROA ja keskkonnanäitajate seoste kohta

Autorid	Valim	Sõltumatud muutujad	Seos ROA-ga
Tzouvanas <i>et al.</i> (2020)	288 EL ettevõtet, neist ~60% suure saastega sektoritest; periood 2005–2016	Erinevate tüüpide süsinikuintensiiivsus	U-kujuline seos; madalamad heitkogused suurendavad ROA;
Włodarczyk <i>et al.</i> (2024)	17 Euroopa suure saastega ettevõtet; periood 2009–2021	CEI – süsinikuheite intensiivsuse suhe kogutoodetud energiasse	U-kujuline seos; tõhusad ja madala CEI-ga ettevõtted parandasid ROA
Misani & Pogutz (2015)	127 suure saastega ettevõtet üle maailma; periood 2007–2013	Süsinikuintensiiivsus ja keskkonnajuhtimise indeks ESG näitajate põhjal	Pöörd-U-kujuline seos süsinikuintensiiivsusega; keskkonnajuhtimise indeksi mõju ROA-le ei ole selgelt määratletud
Aastvedt <i>et al.</i> (2021)	USA ja ELi nafta- ja gaasisektori ettevõtted (eraldi); 2010–2018	Keskkonnaskoor ja innovatsiooniskoor	Euroopa: U-kujuline seos ROA ja keskkonnaskoori vahel; USA: pöörd-U-kujuline seos ROA ja keskkonnaskoori vahel

Allikas: Autori poolt koostatud varasemate empiiriliste uuringute põhjal

Varasemate empiiriliste uuringute põhjal koostatud tabelist ilmneb, et need uuringud, mis analüüsisid keskkonnatulemuslikkuse mõju ettevõtte finantstulemuslikkusele ning keskendusid Euroopa kõrge süsinikuheitega sektorite ettevõtetele, tuvastasid ROA ja keskkonnatulemuslikkuse vahel valdavalt U-kujulise seose. Seevastu uuringutes, mille valimid ei piirdunud üksnes Euroopa ettevõtetega või kus Euroopa ettevõtted üldse puudusid, täheldati varade tootluse ja keskkonnatulemuslikkuse vahel pöörd-U-kujulist seost.

2. Rohepööre: Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete keskkonna- ja finantstulemuslikkuse seoste empiiriline analüüs

2.1. Uurimismetoodika, andmed ja andmete esmane analüüs

Bakalaureusetöö empiirilise osa esimese alapeatüki eesmärk on tutvustada regressioonanalüüsis kasutatavaid muutujaid, andmed, uuritavat ajaperioodi ning rakendatud metoodikat. Selles osas tuuakse välja kirjeldav statistika ja viiakse läbi esmased andmeanalüüsid.

Lähtudes eesmärgist, mis oli püstitatud töö esimeses osas, keskendub käesolev töö peamiselt rohepöörde mõjule Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtetele

finantsnäitajale ROA (varade tootlus). Selle eesmärgi saavutamiseks on kogutud finants- ja mittefinantsandmed 12 ettevõtte kohta ajavahemikus 2019–2024, kuna just sel perioodil hakkasid enamik ettevõtteid avaldama kestlikkusaruandeid või lisama keskkonnaalast teavet oma integreeritud finantsaruannetesse. Kasutatud aruanded hõlmavad aastaaruandeid, kestlikkusaruandeid, ESG-tulemuste aruandeid ning majandusaasta graafikuid.

Ajaperioodi pikendamist takistab info puudus varasemate aastate aruannetes ning asjaolu, et autoril ei olnud ligipääsu vajalikele andmebaasidele, mis koguvad ettevõtete kasvuhoonegaaside ja muu sarnasteks uurimusteks vajaliku teabe kohta andmeid.

Ettevõtted on valitud Frankfurdi börsi DAX-indeksist sektorite kaupa, mis vastutavad märkimisväärse kasvuhoonegaaside heitkoguse eest. Nendeks sektoriteks on tööstus (Industrials), keemiatööstus (Chemicals), kommunaalteenused (Utilities), esmased toormed (Basic Resources) ja ehitus (Construction). Nendest sektoritest valiti kõrge turukapitalisatsiooniga ettevõtted, kuna nende kohta on kergem leida põhjalikku finants- ning jätkusuutlikkusealast teavet – need firmad avaldavad reeglina regulaarseid ja standardiseeritud aruandeid.

Tabel 3

Ettevõtted sektorite ja turukapitalisatsiooni järgi

Ettevõtte	Turukapitalisatsioon(mlj)	Sektor
Siemens Energy AG	54.11	Tööstus
Rheinmetall AG	68.00	Tööstus
thyssenkrupp AG	6.22	Tööstus
BASF SE	40.19	Keemiatööstus
Heidelberg Materials AG	31.16	Ehitus
Covestro AG	11.03	Keemiatööstus
Aurubis AG	3.37	Esmased toormed
Evonik industries AG	9.18	Keemiatööstus
Daimler Truck AG	28.04	Tööstus

KION GROUP AG	4.92	Tööstus
Brenntag AG	8.37	Tööstus
E.ON SE	39.63	Kommunaalteenused

Allikas: Autori poolt koostatud Frankfurt börsi andmete põhjal.

Järgmises peatüki osas seletatakse regressiooni mudeli muutujate valik, mille kokkuvõte on näha tabelis 4.

Tabel 4

Regressioonimudeli muutujad ja nende klassifikatsioon

Muutuja	Muutuja definitsioon	Muutuja tüüp	Kasutatud nende autorite poolt (muutuja järgi):
Varade tootlus (ROA)	Netotulu ja koguvarade suhe	Sõltuv muutuja – raamatupidamislik finantstulemusnäitaja	Tzouvanas <i>et al.</i> (2020), Włodarczyk <i>et al.</i> (2024), Misani & Pogutz (2015), Aastvedt <i>et al.</i> (2021), Fujii <i>et al.</i> (2013), Busch <i>et al.</i> (2022).
Süsinikuintensiivsus (CI_lag, tCO ₂ /mln €)	Scope 1 ja 2 kasvuhoonegaaside heitmete suhe ettevõtte tulusse (Revenue)	Viitajaga sõltumatu muutuja – ettevõtte korporatiivne keskkonnaalane tulemuslikkus	Misani & Pogutz (2015), Busch <i>et al.</i> (2022), Tzouvanas <i>et al.</i> (2020), Włodarczyk <i>et al.</i> (2024).
Ettevõtte suurus (Size)	Koguvarade naturaallagaritm	Kontrollmuutuja – ettevõtte finantstunnus	Włodarczyk <i>et al.</i> (2024), Misani & Pogutz (2015), Aastvedt <i>et al.</i> (2021), Tzouvanas <i>et al.</i> (2020), Busch <i>et al.</i> (2022).
Finantsvõimendus (Leverage)	Pikaajaliste kohustuste suhe koguvaradesse	Kontrollmuutuja – ettevõtte finantstunnus	Włodarczyk <i>et al.</i> (2024), Aastvedt <i>et al.</i> (2021), Tzouvanas <i>et al.</i> (2020), Busch <i>et al.</i> (2022).
T&A intensiivsus (R&D intensity)	R&D kulude suhe ettevõtte tulusse	Kontrollmuutuja – ettevõtte finantstunnus	Fujii <i>et al.</i> (2013), Misani & Pogutz (2015), Busch <i>et al.</i> (2022).
Rohetehnoloogia patendid (y02_lag)	Y02-koodiga "roheliste" patentide suhe kogu ettevõttele antud patentide arvule	Viitajaga kontrollmuutuja – ettevõtte keskkonnamuutuja	Misani & Pogutz (2015).

Allikas: Koostatud autori poolt varasemate uuringute põhjal.

Finantstulemuslikkuse võimalike näitajate hulgast, mida on varem kasutatud teaduskirjanduses ning millele on antud ülevaade eelnevas peatükis, on käesolevas töös valitud just ROA (varade tootlus).

ROA ehk varade tootlikkus väljendab, kui tõhusalt suudab ettevõtte oma varasid kasutada kasumi teenimiseks, olles tavapärane näitaja ettevõtte rahalise edukuse hindamisel. ROA andmed on kättesaadavad ja võrreldavad kõigi uuritud ettevõtete puhul.

Sõltumatu muutuja on viitajaga süsinikuintensiivsus (CI_{lag} ehk *Carbon intensity*), mida on arvatud kui *scope 1* ja *scope 2* kasvuhoonegaaside heitkoguste suhe ettevõtte tulusse (*Revenue*). *Scope 1* tähendab ettevõtte otseseid kasvuhoonegaaside heitkoguseid, mis pärinevad ettevõtte valduses või kontrolli all olevatest emissiooniallikatest, nagu näiteks tootmisprotsessid või sõidukid. *Scope 2* viitab kaudsetele heitkogustele, mis tekivad elektrienergia tootmisel, mida ettevõtte ostab ja tarbib oma tegevuseks. Kuigi elektri tootmine toimub ettevõttest väljaspool, on need emissioonid siiski ettevõtte tegevusega otseselt seotud. (Busch et al., 2022) Tulu on universaalne ja võrreldav näitaja, mis on kergesti kättesaadav kõikide ettevõtete ja aastate kohta, samal ajal kui andmed energia kogutarbimise kohta on sageli puudulikud, esitatud erinevates mõõtühikutes või täielikult puudu. Tulu alusel arvatud süsinikuintensiivsus võimaldab hinnata, kui palju heitmeid tekib iga teenitud tuluühiku kohta, mis peegeldab ettevõtte tõhusust keskkonnasäästlikkuse vaatenurgast.

Käesolevas töös on eeldatud, et ettevõtted, kes soovivad vähendada oma keskkonnamõju, teevad vastavaid tegevusi ja investeeringuid, mille tulemusena väheneb süsinikuintensiivsus. Et hinnata, kas selline eeldus on põhjendatud, koostati joonised (vt Lisa 2), mis kajastavad uuritud ettevõtete süsinikuintensiivsuse muutust ajas. Tulemused näitavad, et kõik analüüsitud ettevõtted on 2024. aastaks vähendanud oma süsinikuintensiivsust võrreldes uuritava ajaperioodi algusega. See kinnitab, et valitud muutuja – süsinikuintensiivsus – peegeldab vähemalt osaliselt ettevõtete keskkonnategevuste tulemusi ning on seetõttu sobilik keskkonnatulemuslikkuse mõõdik selles analüüsis.

Kontrollmuutujate valik põhineb varasematel teadusuuringutel. Esimene kontrollmuutuja on ettevõtte suurus (*Size*), mida on mõõdetud kui ettevõtte koguvarade naturaallogaritm. Ettevõtte suurus on oluline tegur, mis mõjutab nii kasvuhoonegaaside heitkoguste ulatust kui ka ettevõtte majanduslikku tulemuslikkust.

Samuti on see määrava tähtsusega tegur ettevõtte käitumises keskkonnaprobleemide suhtes, kujundades strateegilisi vastuseid ja kohanemisvõimet. (Misani & Pogutz, 2015; Segura et al., 2018; Włodarczyk et al., 2024)

Kasutatud on ka finantsvõimenduse (Leverage) näitajat, mis on pikaajaliste kohustuste ja koguvara suhe. Ettevõtte kõrge finantsvõimendus suurendab makseraskuste ja pankrotistumise tõenäosust, mis võib viia ebasoodsamate finantseerimistingimusteni pankade ja tarnijate poolt. Selline olukord võib negatiivselt mõjutada ettevõtte kasumlikkust. Seega on finantsvõimendus oluline determinant ettevõtte finantstulemuslikkuse hindamisel. (Busch et al., 2022; Chen & Silva Gao, 2011)

Järgmisena on kasutusele võetud teadus- ja arendustegevuse intensiivsust (R&D intensity) mõõtev muutuja, mis on arvatud kui teadus- ja arendustegevuse kulude suhe ettevõtte tulusse. Varasemates uuringutes käsitletakse seda ettevõtte tulemuslikkust oluliselt mõjutava tegurina ning viidatakse, et selle muutujaga mitteamestamine võib viia empiirilise mudeli spetsifikatsiooniveani (Busch et al., 2022; Misani & Pogutz, 2015).

Viimane kontrollmuutuja on viitajaga näitaja `y02_lag`, mis väljendab ettevõtte kliimamuutustega seotud patentide (nn „roheline“ patentide) osakaalu kõigi ettevõttele antud patentide koguarvus. Andmed on kogutud Euroopa Patendiameti (EPO) Espacneti andmebaasist. Arvesse võetud patendidokumendid, millele on omistatud Y02-koodid, mis tähistavad kliimamuutuste leevendamisele või nendega kohanemisele suunatud tehnoloogiaid ja rakendusi. Näiteks hõlmavad need Y02C-koodi (kasvuhoonegaaside kogumine, säilitamine, sidumine ja kõrvaldamine) ja Y02A-koodi (kohanemistehnoloogiad kliimamuutuste mõjudele). Muutuja `y02_lag` on arvatud, jagades antud aastal ettevõttele välja antud kliimapõhiste patentide arvu ettevõtte sama aasta kogupatentide arvuga.

Viitajaga näitajate võtmise aluseks on eeldus, et ettevõtete varasem keskkonnakäitumine ja sellega seotud tegurid mõjutavad finantstulemusi hilinemisega. Teisisõnu – keskkonnaparandustest saadav kasu võib realiseeruda alles mõne aja pärast, mitte kohe sellel aruandeperioodil. (Guérin & Suntheim, 2021; Horváthová, 2012; Włodarczyk et al., 2024)

Mudelivalikul võeti arvesse varasema teaduskirjanduse metoodilisi lähenemisi ja soovitusi, kuigi täpselt samasugust mudelistruktuuri nagu varasemates uuringutes ei olnud võimalik rakendada. Eesmärk oli leida tasakaal teoreetilise asjakohasuse ja

valimi piirangute vahel – eriti olukorras, kus vaatluste arv on piiratud ning sektorispetsiifiliste muutujate lisamine ei ole otstarbekas. Valitud fikseeritud efektide paneelanalüüsi mudel (*Fixed Effects Panel Regression*) võimaldab arvesse võtta ettevõttespetsiifilisi, ajas püsivaid mõjusid isegi siis, kui neid ei ole otseselt modelleeritud ehk siis mudel kontrollib varjatud konstantsete tegurite – näiteks sektoriomaduste mõju, mis ajas ei muutu ja mida on väikese valimi tõttu keeruline eraldi mõõta. Lähtuvalt varasemate teadustööde metoodilisest raamistikust kohandati mudel käesoleva valimi ja uurimisküsimuse eripäradele.

Sarnast mudelit kasutasid ka Aastvedt *et al.* (2021), kes rakendasid ettevõtete ja aastate fikseeritud efekte. Käesolevas töös ei oleks samasuguse lähenemise kasutamine väikese valimi tõttu põhjendatud ega metoodiliselt otstarbekas.

Selleks et paremini mõista andmestikku ja hinnata regressioonimudelil kasutatavate muutujate varieeruvust, viidi läbi kirjeldav statistiline analüüs. Tulemused on esitatud allpool Tabelis 4 ning lahti seletatud iga muutuja lõikes. Tabelist on näha, 1 sõltumatu ja 4 kontrollmuutujate jaoks on olemas 60 vaatlust. See tähendab, et on võimalik veel ühte muutujat lisada ja andmete minimaalne nõue jääb täidetuks: 10 vaatlust ühe muutuja kohta ehk kokku 60 vaatlust kuue muutuja jaoks. Paneel on tasakaalustatud.

Tabel 5

Kirjeldav statistika ettevõtete näitajate kohta aastatel 2020-2024

Muutuja	Vaatluste arv	Keskmine	Standardhälve	Miinum	Maksimum
ROA	60	0.026	0.050	-0.096	0.263
CI lag	60	486.960	1027.809	5.849	4265.591
Size	60	23.99	0.885	22.43	25.62
Leverage	60	0.167	0.078	0.022	0.309
RDintensity	60	0.021	0.018	0	0.069
y02 lag	60	0.242	0.263	0	0.844

Allikas: Autori poolt koostatud

Ettevõtete keskmine varade tootlus (ROA) valimis oli 2,7%, ulatudes miinumist -9,6% kuni maksimumini 26,3%. See näitab mõõdukat kasumlikkust, kusjuures mõnel ettevõttel on olnud kas väga tugev finantstulemus või erakorraline kasumlikkus, samas kui teised on kogunud kahjumlikkust.

Ettevõtete keskmine süsinikuintenssiivsus (CI_{lag}) oli ligikaudu 487 tonni CO₂ miljoni euro tulu kohta, mis on ootuspäraselt kõrge, arvestades valimi kuulumist kõrge süsinikuheitega sektoritesse. Samas näitasid tulemused äärmiselt suurt varieeruvust – madalaim väärtus jäi alla 6 tCO₂/mln €, samal ajal kui kõrgeim ulatus üle 4200 tCO₂/mln €. Niivõrd suur hajuvus viitab olulistele erinevustele ettevõtete süsinikuemissioonide tasemetes, mis võivad olla tingitud näiteks ettevõtete tegevusvaldkondade eripärast või kasutatavast tehnoloogiast.

Ettevõtte suuruse mõõt (Size) ulatub vahemikku 22.43 kuni 25.62, mille keskmine väärtus on 23.99. See viitab sellele, et kõik ettevõtted on suhteliselt suured, kuna kogu vara väärtus on kõikides ettevõtetes märkimisväärne. Logaritmiline skaala tähendab, et varade väärtused ulatuvad miljardeid eurod, kuid varade ulatus varieerub.

Finantsvõimenduse näitajad ulatusid 0,022 kuni 0,309, kus keskmine väärtus oli 0,167. Kuna see näitaja arvestab ainult pikaajalisi kohustusi, peegeldab see peamiselt ettevõtte pikaajalise laenamise strateegiat – paljud valimis olevad ettevõtted näivad eelistavat ettevaatlikku ja riskikartlikku lähenemist.

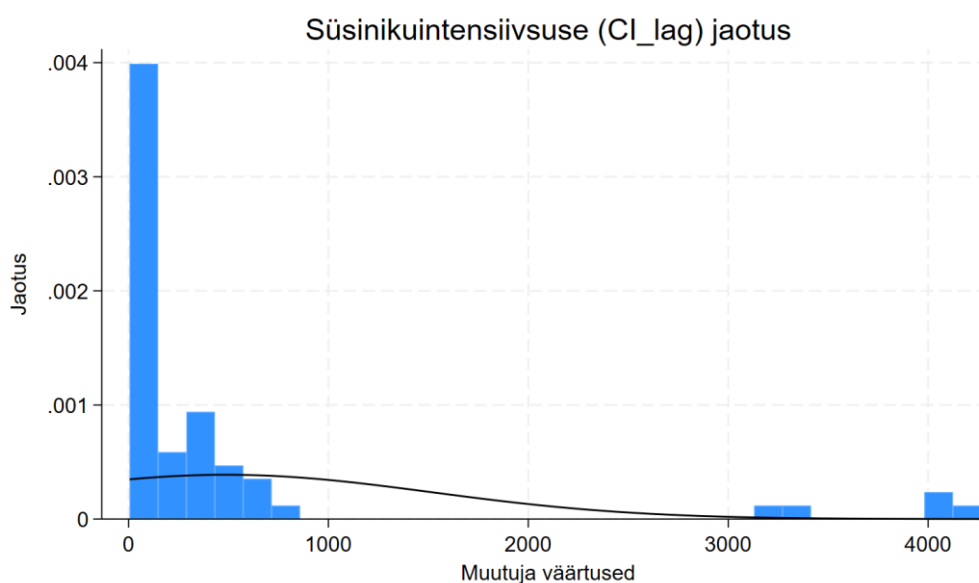
Keskmine teadus- ja arendustegevuse intensiivsus oli 2,1%, väärtuste ulatudes 0 kuni 6,88%. Näeb välja, et enamik ettevõtteid panustab teadus- ja arendustegevusesse piiratud määral, kuid mõnel juhul on tegemist oluliselt kõrgema investeeringuga.

y_{02_lag} muutuja keskmine väärtus oli 0,242, ulatudes 0 kuni 0,844. See viitab sellele, et valimis on ettevõtteid, kelle innovatsioon keskendub tugevalt keskkonnasäästlikkusele, samas kui mõnedel „roheline“ suund puudub täielikult. See võib peegeldada erinevusi strateegilistes prioriteetides või ligipääsus rohetehnoloogiatele ja vastavatele turgudele.

Kuigi algses ROA jaotuses oli vaid üksikuid äärmuslikke väärtusi, näitas muutuja selgelt olulist kõrvalekallet normaaljaotusest: asümmeetria (*skewness*) oli 1.38 ning ekstsess (*kurtosis*) 10.05. Selline jaotuse ebaühtlus võib mõjutada regressioonimudeli tulemusi ja järelduste usaldusväärsust, eriti väikese valimi korral (N = 60). Et parandada sõltuva muutuja sümmeetriat ja vähendada ekstreemsete väärtuste mõju ilma andmepunkte eemaldamata, kasutati vinsoriseerimist 5% tasemel. Sarnast lähenemist kasutasid ka Misani & Pogutz (2015). Vinsoriseerimise puhul asendatakse kõige äärmuslikumad väärtused (alumine ja ülemine 5%) vastavalt määratud piirväärtustega, säilitades andmepunktid andmestikus. Pärast teisendust olid w_ROA jaotuse näitajad oluliselt paranenud: asümmeetria vähenes -0.28–ni ja

ekstsess 2.64–ni, mis viitab jaotuse oluliselt paremale lähendusele normaaljaotusele. Samuti vähenes standardhälve 0.050–lt 0.038–ni. Kuna ROA oli mudeli sõltuv muutuja, oli selle standardiseerimine oluline, et minimeerida mittelineaarsust ja suurendada tulemuste usaldusväärsust.

Samuti kontrolliti süsinikuintensiivsuse muutuja (CI_lag) jaotust, mille puhul ilmnes kõrvalekalle normaaljaotusest: asümmeetria (*skewness*) oli 2.89 ning ekstsess (*kurtosis*) 9.93. Selle muutuja puhul ei andnud vinsoriseerimine soovitud tulemust ning jaotust kontrolliti lisaks ka graafiliselt, kasutades histogrammi.



Joonis 1. Süsinikuintensiivsuse jaotus

Allikas: Autori poolt koostatud

Nagu on näha histogrammilt, esinevad süsinikuintensiivsuse muutuja jaotuses üksikud ekstreemsed väärtused, mis võivad oluliselt mõjutada regressioonimudeli tulemusi. Kuna on selge, et need ei esinda antud töö vaatlusrühma, otsustati need eemaldada. Pärast nende väärtuste eemaldamist vastab muutuja varieeruvus peaaegu normaaljaotusele: asümmeetria (*skewness*) on 1.12 ning ekstsess (*kurtosis*) 3.17. Valimisse jäi 55 vaatlust.

Ülejäänud muutujate puhul otsustati standardiseerimist mitte rakendada (v.a süsinikuintensiivsuse muutuja puhul, mille standardiseerimist vajati ruutväärtuse arvutamiseks) hoolimata sellest, et mõned neist näitasid mõõdukat asümmeetriat või kõrvalekallet normaaljaotusest. Selle valiku põhjuseks oli eelkõige väike valimimahu suurus, mille puhul iga lisanduv andmetöötluse samm võib suurendada mudeli

tundlikkust ja moonutada tõlgendust. Lisaks, mitmed muutujaid (nt Size ja Leverage) olid juba algselt suhteliselt sümmeetrilise jaotusprofiiliga (asümmeetria alla ± 0.5 ja ekstsess alla 3), mis ei andnud alust täiendavate transformatsioonide rakendamiseks. Seega otsustati jätta need muutujad algkujul, et säilitada nende tõlgendatavust ja vältida liigset andmemanipulatsiooni väikese valimi tingimustes.

Selleks et kontrollida U-kujulise seose olemasolu, loodi uus muutuja CI_lag_sq. Selle loomisel standardiseeriti kõigepealt muutuja CI_lag ning seejärel viidi see ruutu.

Järgmisena analüüsitakse muutujate vahelisi seoseid korrelatsioonanalüüsi abil, mille tulemused on toodud tabelis 6. Lisaks seoste suuna, tugevuse ja statistilise olulisuse hindamisele on korrelatsioonimaatriks oluline multikollineaarsuse tuvastamiseks. Multikollineaarsus võib põhjustada ebatäpseid hinnanguid. Kuna enamik muutujatest on osakaalunäitajad, on nende vaheliste seoste analüüsimiseks kasutatud Pearsoni lineaarset korrelatsioonikordajat.

Tabel 6

Muutujate lineaarsed ehk Pearsoni korrelatsioonikordajad (– statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05)*

	w_ROA	CI_lag_std	CI_lag_sq	Size	Leverage	RDintensity	y02_lag
w_ROA	1	-0.1336	-0.0494	-0.2875*	0.1486	-0.2358	0.0620
CI_lag_std	-0.1336	1	0.7623*	0.1002	-0.1890	-0.1483	-0.1139
CI_lag_sq	-0.0494	0.7623*	1	0.0761	-0.2780*	-0.2102	-0.2000
Size	-0.2875*	0.1002	0.0761	1	0.3267*	0.0372	0.3246*
Leverage	0.1486	-0.1890	-0.2780*	0.3267*	1	-0.1503	-0.0708
RDintensity	-0.2358	-0.1483	-0.2102	0.0372	-0.1503	1	-0.3800*
y02_lag	0.0620	-0.1139	-0.2000	0.3246*	-0.0708	-0.3800*	1

Allikas: Autori poolt koostatud

Tabelist ilmneb, et mitmete seletavate muutujate vahel esinevad lineaarsed seosed. Eriti tugevalt korreleeruvad omavahel süsinikuintensiivsuse standardiseeritud näitaja (CI_lag_std) ja selle ruutvorm (CI_lag_sq), mille vahel esineb tugev positiivne lineaarne seos ($r = 0.7623$, $p < 0.05$). See on ootuspärane, kuna viimane sisaldab esimese ruutkomponenti. See aga viitab tugevale multikollineaarsuse riskile, kui mõlemad muutujad lisatakse regressioonimudelisse. Varade tootlus (w_ROA) on statistiliselt oluliselt negatiivselt seotud ettevõtte suurusega (Size; $r = -0.2875$, $p < 0.05$), mis võib viidata sellele, et suuremad ettevõtted saavutavad madalamat tootlust

oma varade suhtes. Teiste sõltumatute muutujatega (nt süsinikuintensiivsuse näitajad või teadus- ja arendustegevuse intensiivsus) seos ei ole statistiliselt oluline, mis võib viidata keerulisematele või kaudsematele mõjuteguritele. „Roheliste“ patentide osakaalu ($y02_lag$) ja teadus- ja arendustegevuse intensiivsuse ($RDintensity$) vahel on mõõdukas negatiivne korrelatsioon ($r = -0.3800$, $p < 0.05$), mis võib viidata sellele, et ettevõtted, kellel on suurem rohepõhiste patentide osakaal, ei pruugi investeerida suhteliselt palju teadus- ja arendustegevusse. See omakorda võib viidata valdkondlikele erinevustele innovatsioonistrateegiates ning osutada vajadusele lisada järgmistes uurimustes mudelisse sektori fiktiivmuutujad (*sector dummies*). Lisaks sellele ilmneb, et „roheliste“ patentide osakaalu ($y02_lag$) muutujal on mõõdukas positiivne korrelatsioon ettevõtte suurusega ($Size$; $r = 0.3246$, $p < 0.05$), mis võib viidata sellele, et rohetehnoloogiaarendus on kontsentreeritum suuremate ettevõtete seas. Finantsvõimenduse tase ($Leverage$) näitab negatiivset ja statistiliselt olulist seost süsinikuintensiivsuse ruutväärtuse muutujaga (CI_lag_sq ; $r = -0.2780$, $p < 0.05$), mis võib viidata sellele, ettevõtted, mille süsinikuintensiivsus on kõrgem, kipuvad kasutama vähem pikaajalist võlga võrreldes oma koguvaradega. Lisaks on finantsvõimendus positiivselt seotud ettevõtte suurusega ($Size$; $r = 0.3267$, $p < 0.05$), mis on loogiline, kuna suuremad ettevõtted kasutavad tihti rohkem välisfinantseeringuid.

Korrelatsioonikordajad andsid esmase ülevaate muutujate vahelistest lineaarsetest seostest, kuid need ei võimalda hinnata põhjuslikkust ega kontrollida kõikide tegurite mõju korruga. Selleks püstitame regressioonimudelit.

Valitud regressioonimudeli kuju on järgmine:

$$ROA_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 CI_lag_{lit-n} + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \gamma_1 Z_{1t-n-1} + \epsilon_{it}$$

kus

ROA_{it} – finantstulemuslikkuse indikaator

CI_lag_{lit-n} – viitajaga keskkonnatulemuslikkuse indikaator

X_{1t} ehk $Size$ – kontrollmuutuja, mis viitab ettevõtte finantsnäitajale

X_{2t} ehk $Leverage$ – kontrollmuutuja, mis viitab ettevõtte finantsnäitajale

X_{3t} ehk $RDintensity$ – kontrollmuutuja, mis viitab ettevõtte finantsnäitajale

Z_{1t-n} ehk $y02_lag$ – viitajaga kontrollmuutuja, mis viitab ettevõtte

keskkonnaalasele omadusele

i = ettevõtte indeks ($i = 1, 2, \dots, N$)

t – ajaperioodi (aasta) indeks, kusjuures $t = 2020, 2021, \dots, 2024$

n – ajalise nihke pikkus

$\alpha_0, \alpha_1, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \gamma_1$ – regressioonikordajad

ϵ – vealiige

Analüüsis kasutati ühe-aastast ajanihet, mille kohaselt viitajaga muutujad kajastavad eelneva aasta andmeid.

2.2. Regressioonimudeli analüüs ja saadud tulemuste tõlgendamine

Eelmises alapeatükis esile toodud tugev seos süsinikuintensivsuse muutuja (CI_lag_std) ja selle ruutvormi (CI_lag_sq) vahel viitas võimalikule multikollineaarsuse probleemile ehk olukorrale, kus kaks omavahel tugevalt seotud seletavat muutujat võivad mõjutada regressioonimudeli usaldusväärsust. Selle kontrollimiseks koostati lihtne regressioonimudel, lisati sinna süsinikuintensivsuse muutuja ruutvormi ning kasutati multikollineaarsuse hindamiseks VIF näitajat. Tulemused näitasid, et kuigi seos on tugev, ei ole VIF näitaja nii suur, et põhjustaks mudelis olulisi moonutusi (vt Lisa 3).

Ettevõttespetsiifiliste, ajas püsivate tegurite arvesse võtmiseks valiti esmalt fikseeritud efektide mudel, kuid selle sobivust võrreldes juhuslike efektide mudeliga oli otsustatud kontrollida Hausmani testi abil. See test kontrollib, kas regressiooni seletavate muutujate ja individuaalsete efektide vahel esineb korrelatsioon – kui avastatakse sellist korrelatsiooni, on fikseeritud efektide mudel eelistatud, kuna see annab usaldusväärsemaid hinnanguid. Hausmani testi tulemused näitasid, et nullhüpotees (H_0), lükatakse tagasi ($\text{Prob} > \text{chi}^2 = 0.0000$). See tähendab, et erinevused koefitsientide vahel on statistiliselt olulised ning viitavad sellele, et mudeli seletavate muutujate ja ettevõttespetsiifiliste efektide vahel esineb korrelatsioon. Sellisel juhul annab juhuslike efektide mudel ebausaldusväärseid tulemusi ning fikseeritud efektide mudel on sobivam valik. Seetõttu õigustab Hausmani testi tulemus fikseeritud efektide mudeli kasutamist.

Samuti, mudeli usaldusväärsuse kontrollimiseks uuriti, kas mudelis esineb heteroskedastiivsust ehk olukorda, kus vea suurus varieerub märkimisväärselt ettevõtete lõikes. Selleks rakendati modifitseeritud Waldi testi (*Modified Wald test*), mis aitab kindlaks teha, kas ettevõtete vahel esineb märgatavaid erinevusi mudeli vea suuruses ehk dispersioonis. Testi tulemused näitasid statistiliselt olulist heteroskedastiivsuse esinemist: $\text{Prob} > \text{chi}^2 < 0,0000$, mis viis nullhüpoteesi tagasilükkamisele. See näitas, et erinevate gruppide veadispersioonid olid oluliselt erinevad. Tulemusena kasutati regressioonianalüüsis robustseid standardvigu (*Huber–*

White standard errors). See meetod tagab hinnangute usaldusväärsuse ka heteroskedastiivsuse korral, vähendades standardvigade alahindamise riski ja suurendades tulemuste statistilist usaldatavust. Seega tagab robustne lähenemine nii statistiliste testide korrektse rakendamise kui ka usaldusvahemike õige tõlgendamise.

Autokorrelatsiooni kontrollimiseks rakendati Breusch-Pagan sõltumatuse testi, mille tulemused ($Pr = 0.1533$) ei viidanud olulisele seosele jääkide vahel, mis tähendab, et mudel suudab arvestada võimalike ajaliste muustritega andmetes. See kinnitab, et kasutatud fikseeritud efektidega mudel haarab adekvaatselt potentsiaalset ajalist sõltuvust. Küll aga tuleb märkida, et test põhines suhteliselt väikesel arvul vaatlustest (5 täielikku vaatlust), mis võib mõjutada testi tulemuste usaldusväärsust.

Lisaks eelnevate testidele kontrolliti ka jääkide normaaljaotust Shapiro–Wilk testiga, et hinnata mudeli spetsifikatsiooni adekvaatsust ning tagada statistiliste järelduste usaldusväärsus. Kuna valim oli suhteliselt väike, oli oluline hinnata, kas jäägid järgivad normaaljaotust, mis toetab t -statistikute ning p -väärtuste tõlgendamise korrektsust. Testi tulemus ei andnud alust normaaljaotuse eeldusest loobumiseks ($Prob > z = 0.3862$).

Pärast nende testide läbiviimist võib allpool esitatud regressioonimudeli tulemusi pidada piisavalt usaldusväärsseteks.

Tabel 7

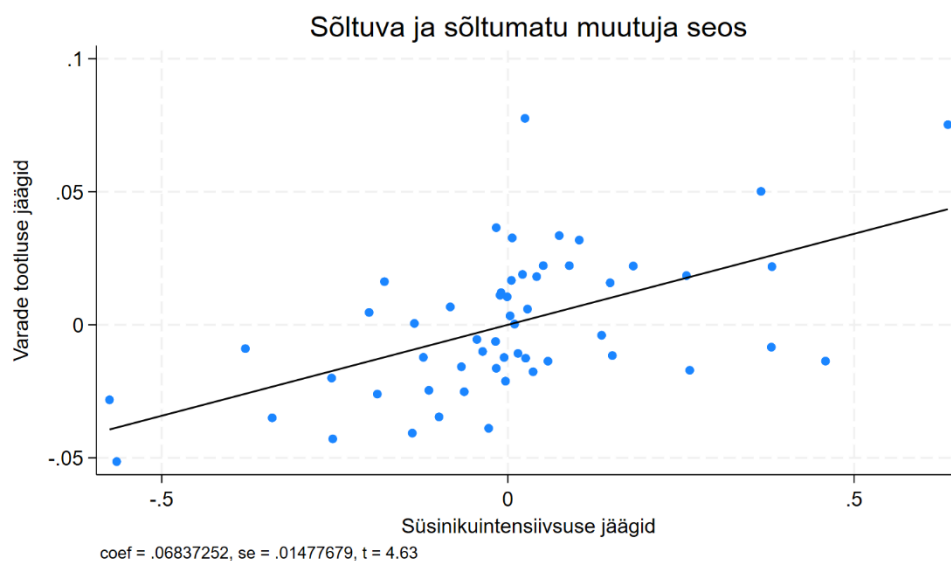
Regressioonimudeli tulemused

	CI lag std	Size	Leverage	RDintensity	y02 lag
(koef.)	0.068	0.066	0.122	-1.429	-0.025
(se)	0.012	0.034	0.193	1.032	0.037
(t)	5.51	1.92	0.63	-1.38	-0.69
(p)	0.000	0.083	0.542	0.196	0.507

Allikas: Koostatud autori poolt läbi viidud regressioonimudeli põhjal

Mudel on tervikuna statistiliselt oluline olulisusnivool 0,001 ning kirjeldatuse tase on ($R^2 = 0,4087$). Süsinikuintensiivsuse näitaja on statistiliselt oluline olulisusnivool 0,001 ($p=0,000$). Kontrollmuutuja – ettevõtte suurus on statistiliselt oluline olulisusnivool 0,1 ($p=0,083$). Kontrollmuutujad – ettevõtte finantsvõimendus, ettevõtte teadus- ja arendustegevuse intensiivsus ja “roheline” patentide määr osutusid statistiliselt ebaoluliseks. Tuleb aga arvestada, et analüüs põhines 55 vaatlusel, mis on väga väike arv. See võiks mõjutada mudeli hinnangute täpsust. Tulemuste

usaldusväarsuse kontrollimiseks kasutati *bootstrap*-meetodit – see on korduvate juhuslike valimite võtmise tehnika, mis aitab hinnata mudeli stabiilsust. Selle meetodiga kontrolliti, kas mudeli tulemused püsivad sarnased ka siis, kui andmetest tehakse korduvaid simulatsioone. Kontrolli tulemusel jäid süsinikuintensivsuse ja ettevõtte suuruse muutujad statistiliselt oluliseks ($p=0,002$ ja $p=0,083$), mis kinnitab, et nende mõju ei sõltu juhuslikest kõikumistest andmetes.



Joonis 2. Varade tootluse ja süsinikuintensivsuse jääkide vaheline seos

Allikas: Autori poolt koostatud

Antud mudel läbis visuaalse kontrolli. Joonis kinnitas olulist lineaarset seost varade tootluse ja süsinikuintensivsuse vahel. Visualiseerimiseks kasutatud joonis näitab meile, kuidas süsinikuintensivsus mõjutab varade tootlust, arvestades samal ajal teiste mudelis sisalduvate muutujate mõju.

Tõlgendades mudeli tulemused tuleb välja, et süsinikuintensivsuse kahanemisega – kahaneb ka varade tootlus ehk süsinikuemissioonide kahanemisega kahaneb ettevõtte finantstulemuslikkus (vt Lisa 4). Mudeli tulemused, mille kohaselt väiksem süsinikuintensivsus on seotud väiksema finantstulemuslikkusega, võivad tunduda vastuolus rohepöörde ja keskkonnatulemuslikkuse loogikaga. Samas, kui arvestada, et kõik ettevõtted valimis vähendasid oma süsinikuintensivsust viie aasta jooksul, võib tunduda, et tulemused on vastuolus ka tavapärase loogikaga. Tegelikult on selline olukord täitsa võimalik, kui meenutada, et tegemist on kõrge süsinikuheitmega ettevõtetega, kus tulusus ja heitmed on sageli struktuurselt seotud.

Isegi see, et kõrge süsinikuheitega ettevõtted investeerivad süsinikuintensiiivsuse vähendamisse ei tähenda tingimata, et see on parem nende finantsseisundi jaoks – sageli tehakse seda rohepoliitika nõuete tõttu. Tuleb ka meeles pidada, et kõik valimis olevad ettevõtted on väga suured (turukapitalisatsioon > 1 miljard) ning Tzouvanas *et al.* (2021) uuringu kohaselt, ei ole väga suurte ettevõtete keskkonnatulemuslikkus otseselt seotud nende finantstulemuslikkusega. See võib viidata sellele, et kuigi keskkonnategevused, näiteks süsinikuintensiiivsuse vähendamine, on juba aset leidnud, ei pruugi nende majanduslik mõju (nt varade tootluse paranemine) avalduda kohe, vaid alles pikemas perspektiivis. Seetõttu võib ka uuritava ajaperioodi pikkus (5 aastat) osutada lühiajaliseks, eriti kõrge süsinikuheitega ettevõtete puhul, kus muutused toimuvad aeglasemalt ja mõju avaldub hiljem.

Tuleb mainida ka seda, et ettevõtte suurusel (Size) on positiivne mõju finantstulemuslikkusele. See võib viidata sellele, et suured, kõrge süsinikuheitega ettevõtted saavad oma tegevuses kasu mastaabisäästust.

Lisaks lineaarsele testiti ka võimalikku mittelineaarset ehk U–kujulist seost, lisades mudelisse süsinikuintensiiivsuse ruutväärtuse. Tulemused näitasid, et ruutliige ei osutunud statistiliselt oluliseks, mis tähendab, et andmetes ei ilmnunud usaldusväärseid märke U–kujulisest seosest. Võimalik, et ajaperiood, mille andmed katavad, on sellise mittelineaarse mõju esilekerkimiseks liiga lühike.

Vastates küsimusele, kuidas rohepööre on mõjutanud Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtteid, võib järeldada, et rohepööre on viinud süsinikuintensiiivsuse vähenemiseni, kuid ei ole lühiajaliselt parandanud nende ettevõtete finantstulemuslikkust. Ka Horváthová (2012) ja Włodarczyk *et al.* (2024) on oma töödes viidanud võimalusele, et keskkonnamõju vähendamine võib lühiajaliselt avaldada negatiivset mõju ettevõtte finantsnäitajatele. Samuti on Ai *et al.* (2024) ning Leenders & Chandra (2013) välja toonud, et kui ettevõtted keskenduvad eelkõige poliitikaprioriteetide täitmisele, ei pruugi see iseenesest viia nende finantsseisundi paranemiseni.

Kokkuvõte

Rohepööre, mida iseloomustab ulatuslik majanduslik ja sotsiaalne transformatsioon kestlikkuse suunas, on vastus kliimamuutustest tingitud globaalsetele väljakutsetele. Kliimamuutused, mille peamiseks põhjustajaks peetakse inimtegevusest tingitud kasvuhoonegaaside heitmeid, avaldavad ulatuslikku mõju nii looduskeskkonnale kui ka inimühiskonnale. Seetõttu on rohepööre suunatud

kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamisele, bioloogilise mitmekesisuse kaitsmisele ja majandustegevuste jätkusuutlikuks muutmisele.

Käesolev uurimistöö keskendub rohepöörde ja selle mõjude analüüsile Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtete näitel, eesmärgiga selgitada, kuidas keskkonnanäitaja (süsinikuintensiivsus) mõjutab finantstulemusi, mõõdetuna varade tootluse (ROA) kaudu. Töö alguses avatakse rohepöörde kontseptuaalne taust ja selle olulisus kliimamuutuste kontekstis. Töö toob esile, et rohepööre nõuab ulatuslikke struktuurseid muudatusi erinevates sektorites ning sellega kaasnevad nii väljakutsed kui ka uued arenguvõimalused.

Esimeses peatükis kirjeldatakse rohepööret kui majanduslikku ja sotsiaalset transformatsiooni. Tuuakse esile, et rohepööre eeldab tehnoloogilisi uuendusi ja tootmisprotsesside ümberkujundamist. Samuti käsitletakse roheinnovatsiooni rolli rohepöörde rakendamisel. Roheinnovatsioon tähendab ökoloogiliste mõjude vähendamist, tootmisprotsesside tõhustamist ning ressursside kasutamise parandamist ettevõtete tasandil. Esimese peatüki viimane alapeatükk annab ülevaate varasematest empiirilistest uuringutest, mis on uurinud seoseid keskkonna- ja finantstulemuslikkuse vahel. Euroopa ettevõtete puhul on domineeriv U-kujuline seos, samas kui Ameerika Ühendriikide ja teistes piirkondades on täheldatud sagedamini pöörd-U-kujulist seost. Uuringutes on peamiseks sõltumatuks muutujaks olnud süsinikuintensiivsus.

Metoodikaosas kirjeldatakse valimit ja andmete kogumise protsessi. Valim koosnes 12 Saksamaa DAX-indeksi ettevõttest, mis tegutsevad kõrge süsinikuheitega sektorites, nagu tööstus, keemia ja kommunaalteenused. Andmeid koguti aastatel 2019–2024 ning kasutati nii finants- kui ka keskkonnaandmeid. Edasi kirjeldatakse kasutatud regressioonimudelit. Rakendati fikseeritud efektidega paneelregressiooni. Peale süsinikuintensiivsuse kaasati mudelisse ka kontrollmuutujatena ettevõtte suurus, finantsvõimendus, teadus- ja arendustegevuse intensiivsus ning „roheline“ patentide osakaal.

Tulemuste analüüs näitas, et ROA ja süsinikuintensiivsuse vaheline seos oli lineaarne. See tähendab, et süsinikuintensiivsuse kahanemisega - kahanes ka varade tootlus - ehk süsinikuemissioonide vähenemisega halvenes ettevõtte finantstulemuslikkus. Samuti võib järeldada, et rohepööre on viinud Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtetes süsinikuintensiivsuse vähenemiseni, kuid ei ole lühiajaliselt parandanud nende finantstulemuslikkust.

Üheks võimalikuks selgituseks mittelineaarse ehk U-kujulise seose puudumisele võib olla analüüsitud ajaperioodi lühidus. Mõjud, kus süsinikuintensivsuse vähenemine toob algselt kaasa kasumi languse ja hiljem taastumise, võivad avalduda alles pikema aja jooksul. Seetõttu võib analüüsis kasutatud ajavahemik olla liiga lühike, et selline dünaamika saaks usaldusväärselt esile kerkida. Edasised uuringud võiksid kasutada pikemaajalist andmestikku, et selliste võimalike mittelineaarsete mõjude olemasolu täpsemalt hinnata.

Kuna valim koosnes ainult kõrge turukapitalisatsiooniga ettevõtetest, võib see piirata tulemuste üldistatavust. Sellised ettevõtted avaldavad reeglina regulaarseid ja põhjalikke aruandeid, mistõttu oli nende kohta andmeid lihtsam koguda. Samas võib nende finants- ja jätkusuutlikkuskäitumine erineda väiksematest ettevõtetest, kellel ei pruugi olla samasugust regulatiivset survet ega ressursse keskkonnategevuste elluviimiseks.

Üheks oluliseks piiranguks käesolevas analüüsis on väga väike valim, mis võib mõjutada statistiliste testide jõudu ja tulemuste usaldusväärsust. Vähese vaatluste arvu tõttu tuleb analüüsi tulemusi käsitleda ettevaatlikult. Tulevikus võiks sama mudelit testida suurema andmestikuga, et kontrollida tulemuste püsivust ja üldistatavust.

Samuti ei kaasatud mudelisse sektorispetsiifilisi muutujaid, mis võiksid aidata paremini selgitada süsinikuintensivsuse varieeruvust.

Viidatud allikad

1. Abban, A. R., & Hasan, M. Z. (2021). The causality direction between environmental performance and financial performance in Australian mining companies—A panel data analysis. *Resources Policy*, *70*, 101894. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101894>
2. Aguilera-Caracuel, J., & Ortiz-de-Mandojana, N. (2013). Green Innovation and Financial Performance: An Institutional Approach. *Organization & Environment*, *26*(4), 365–385. <https://doi.org/10.1177/1086026613507931>
3. Ai, M., Luo, F., & Bu, Y. (2024). Green innovation and corporate financial performance: Insights from operating risks. *Journal of Cleaner Production*, *456*, 142353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142353>
4. *Annual report 2022 | UNFCCC*. (s.a.). Salvestatud 9. jaanuar 2025, <https://unfccc.int/about-us/annual-report/annual-report-2021>
5. *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. (s.a.). Salvestatud 9. jaanuar 2025, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
6. Busch, T., Bassen, A., Lewandowski, S., & Sump, F. (2022). Corporate Carbon and Financial Performance Revisited. *Organization & Environment*, *35*(1), 154–171. <https://doi.org/10.1177/1086026620935638>
7. Chang, C.-H. (2011). The Influence of Corporate Environmental Ethics on Competitive Advantage: The Mediation Role of Green Innovation. *Journal of Business Ethics*, *104*(3), 361–370. <https://doi.org/10.1007/s10551-011-0914-x>
8. Chapple, K., Kroll, C., Lester, T. W., & Montero, S. (2011). Innovation in the Green Economy: An Extension of the Regional Innovation System Model? *Economic Development Quarterly*, *25*(1), 5–25. <https://doi.org/10.1177/0891242410386219>
9. Chen, L. H., & Silva Gao, L. (2011). *The Pricing of Climate Risk* (SSRN Scholarly Paper 1940727). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1940727>
10. Cheng, Q., Lin, A.-P., & Yang, M. (2024). Green innovation and firms' financial and environmental performance: The roles of pollution prevention versus control. *Journal of Accounting and Economics*, 101706. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2024.101706>
11. Chiou, T.-Y., Chan, H. K., Lettice, F., & Chung, S. H. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *47*(6), 822–836. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.016>

12. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal (2019). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri= celex:52019DC0640](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640)
13. *EU CO2 emissions by country 2023*. (s.a.). Statista. Salvestatud 1. mai 2025, <https://www.statista.com/statistics/1171389/co2-emissions-european-union/>
14. Fujii, H., Iwata, K., Kaneko, S., & Managi, S. (2013). Corporate Environmental and Economic Performance of Japanese Manufacturing Firms: Empirical Study for Sustainable Development. *Business Strategy and the Environment*, 22(3), 187–201. <https://doi.org/10.1002/bse.1747>
15. *Germany—Countries & Regions*. (s.a.). IEA. Salvestatud 1. mai 2025, <https://www.iea.org/countries/germany/emissions>
16. *Germany's greenhouse gas emissions and energy transition targets*. (2014, oktoober 23). Clean Energy Wire. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-greenhouse-gas-emissions-and-climate-targets>
17. Guérin, P., & Suntheim, F. (2021). Firms' environmental performance and the COVID-19 crisis. *Economics Letters*, 205, 109956. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109956>
18. Horváthová, E. (2010). Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis. *Ecological Economics*, 70(1), 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.004>
19. Horváthová, E. (2012). The impact of environmental performance on firm performance: Short-term costs and long-term benefits? *Ecological Economics*, 84, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.10.001>
20. Huang, J.-W., & Li, Y.-H. (2017). Green Innovation and Performance: The View of Organizational Capability and Social Reciprocity. *Journal of Business Ethics*, 145(2), 309–324. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2903-y>
21. Iranmanesh, M., Zailani, S., Moeinzadeh, S., & Nikbin, D. (2017). Effect of green innovation on job satisfaction of electronic and electrical manufacturers' employees through job intensity: Personal innovativeness as moderator. *Review of Managerial Science*, 11(2), 299–313. <https://doi.org/10.1007/s11846-015-0184-6>
22. Iwata, H., & Okada, K. (2011). How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. *Ecological Economics*, 70(9), 1691–1700. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.010>

23. Jaffe, A. B., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2005). A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological Economics*, 54(2), 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.12.027>
24. Karimi Takalo, S., Sayyadi Tooranloo, H., & Shahabaldini parizi, Z. (2021). Green innovation: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 279, 122474. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122474>
25. Leenders, M. A. A. M., & Chandra, Y. (2013). Antecedents and consequences of green innovation in the wine industry: The role of channel structure. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25(2), 203–218. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.759203>
26. Li, M., & Wong, Y.-Y. (2003). Diversification and economic performance: An empirical assessment of Chinese firms. *Asia Pacific Journal of Management*, 20(2), 243–265. Scopus. <https://doi.org/10.1023/A:1023804904383>
27. *Mis on kliimamuutused?* (s.a.). Kliimamuutused. Salvestatud 4. jaanuar 2025, <https://nwy-kliimamuutused.voog.com/mis-on-kliimamuutused>
28. Misani, N., & Pogutz, S. (2015). Unraveling the effects of environmental outcomes and processes on financial performance: A non-linear approach. *Ecological Economics*, 109, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.010>
29. Palmer, K., Oates, W. E., & Portney, P. R. (1995). Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 119–132. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.119>
30. Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Tignor, M. M. B., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., & Rama, B. (Toim). (2022). Summary for policymakers. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
31. *Rohepööre | Süsinikuneutraalne ülikool aastaks 2035 | TalTech*. (2022, märts 31). <https://taltech.ee/rohepoore/kliimanutikas-ulikool>
32. *Rohepööre Eestis—Euroopa Komisjon*. (s.a.). Salvestatud 28. detsember 2024, https://estonia.representation.ec.europa.eu/strateegia-ja-prioriteetid/eli-peamised-poliitikavaldkonnad-seoses-eesliga/rohepoore-eesis_et
33. *Rohepööre—Euroopa Komisjon*. (s.a.). Salvestatud 25. detsember 2024, https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition_et

34. Segura, S., Ferruz, L., Gargallo, P., & Salvador, M. (2018). Environmental versus economic performance in the EU ETS from the point of view of policy makers: A statistical analysis based on copulas. *Journal of Cleaner Production*, 176, 1111–1132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.218>
35. Smith, A. (2007). Translating Sustainabilities between Green Niches and Socio-Technical Regimes. *Technology Analysis & Strategic Management*, 19(4), 427–450. <https://doi.org/10.1080/09537320701403334>
36. *Süsinikumajandus | Kliimaministeerium*. (s.a.). Salvestatud 7. november 2024, <https://kliimaministeerium.ee/susinikumajandus>
37. *Transition Finance: Finding A Path To Carbon Neutrality Via The Capital Markets*. (s.a.). Salvestatud 7. november 2024, <https://www.spglobal.com/ratings/en/research/articles/210309-transition-finance-finding-a-path-to-carbon-neutrality-via-the-capital-markets-11864585>
38. Tzouvanas, P., Kizys, R., Chatziantoniou, I., & Sagitova, R. (2020). Environmental and financial performance in the European manufacturing sector: An analysis of extreme tail dependency. *The British Accounting Review*, 52(6), 100863. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.100863>
39. Włodarczyk, A., Szczepańska-Woszczyzna, K., & Urbański, M. (2024). Carbon and financial performance nexus of the heavily polluting companies in the context of resource management during COVID-19 period. *Resources Policy*, 89, 104514. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104514>
40. Xie, X., Huo, J., & Zou, H. (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. *Journal of Business Research*, 101, 697–706. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.010>

Lisa 1. Alandmete tabel

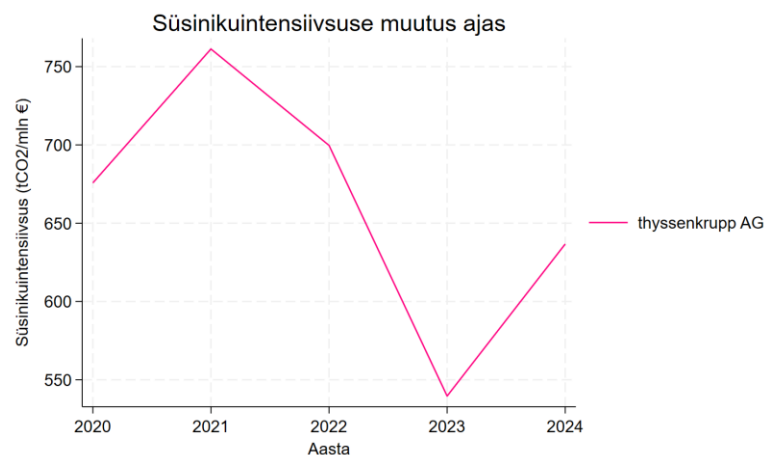
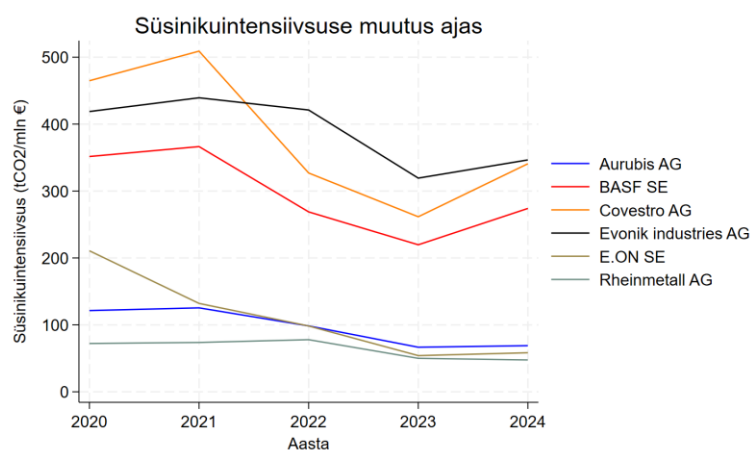
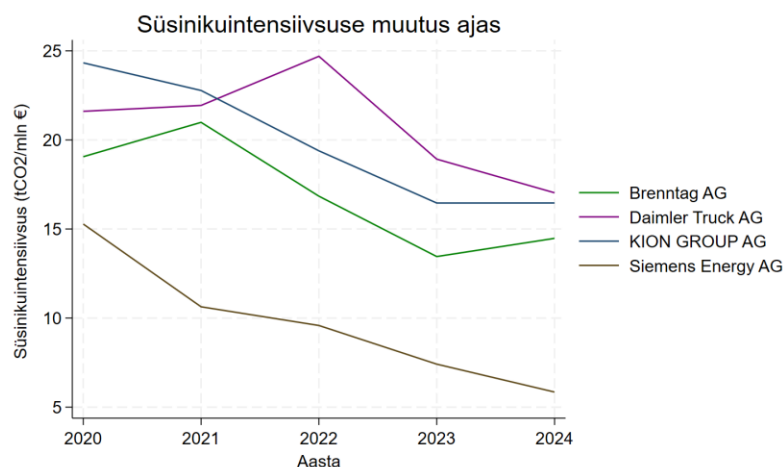
Company	Country	Year	Sector	ROA	CI_lag	Size	Leverage	R&D intensity	y02_lag
Siemens Energy AG	Germany	2020	Industrial	-0,043	15,279	24,49	0,039	0,036	0,204
Siemens Energy AG	Germany	2021	Industrial	-0,013	10,635	24,51	0,049	0,041	0,232
Siemens Energy AG	Germany	2022	Industrial	-0,013	9,585	24,66	0,048	0,037	0,268
Siemens Energy AG	Germany	2023	Industrial	-0,096	7,415	24,59	0,067	0,036	0,287
Siemens Energy AG	Germany	2024	Industrial	0,026	5,849	24,65	0,065	0,035	0,229
Rheinmetall AG	Germany	2020	Industrial	-0,004	72,212	22,71	0,120	0,069	0,000
Rheinmetall AG	Germany	2021	Industrial	0,038	73,766	22,77	0,091	0,060	0,000
Rheinmetall AG	Germany	2022	Industrial	0,058	77,925	22,81	0,064	0,055	0,026
Rheinmetall AG	Germany	2023	Industrial	0,046	50,079	23,18	0,128	0,052	0,019
Rheinmetall AG	Germany	2024	Industrial	0,050	47,626	23,39	0,130	0,051	0,013
thyssenkrupp AG	Germany	2020	Industrial	0,263	675,755	24,32	0,145	0,009	0,127
thyssenkrupp AG	Germany	2021	Industrial	-0,001	761,272	24,33	0,103	0,007	0,107
thyssenkrupp AG	Germany	2022	Industrial	0,033	699,691	24,35	0,074	0,006	0,132
thyssenkrupp AG	Germany	2023	Industrial	-0,060	539,621	24,23	0,039	0,006	0,144
thyssenkrupp AG	Germany	2024	Industrial	-0,049	636,722	24,10	0,022	0,007	0,116
BASF SE	Germany	2020	Chemicals	-0,013	351,608	25,11	0,197	0,035	0,189
BASF SE	Germany	2021	Chemicals	0,063	366,431	25,19	0,158	0,028	0,169
BASF SE	Germany	2022	Chemicals	-0,007	268,849	25,16	0,180	0,026	0,180
BASF SE	Germany	2023	Chemicals	0,003	219,692	25,07	0,221	0,031	0,192
BASF SE	Germany	2024	Chemicals	0,016	273,998	25,11	0,238	0,032	0,215
Heidelberg Materials AG	Germany	2020	Construction	-0,060	4079,359	24,20	0,270	0,007	0,692
Heidelberg Materials AG	Germany	2021	Construction	0,058	4265,591	24,24	0,194	0,007	0,737
Heidelberg Materials AG	Germany	2022	Construction	0,052	3982,372	24,23	0,190	0,006	0,824
Heidelberg Materials AG	Germany	2023	Construction	0,062	3351,031	24,29	0,235	0,006	0,824
Heidelberg Materials AG	Germany	2024	Construction	0,050	3203,796	24,34	0,222	0,009	0,550
Covestro AG	Germany	2020	Chemicals	0,036	464,873	23,28	0,206	0,024	0,047

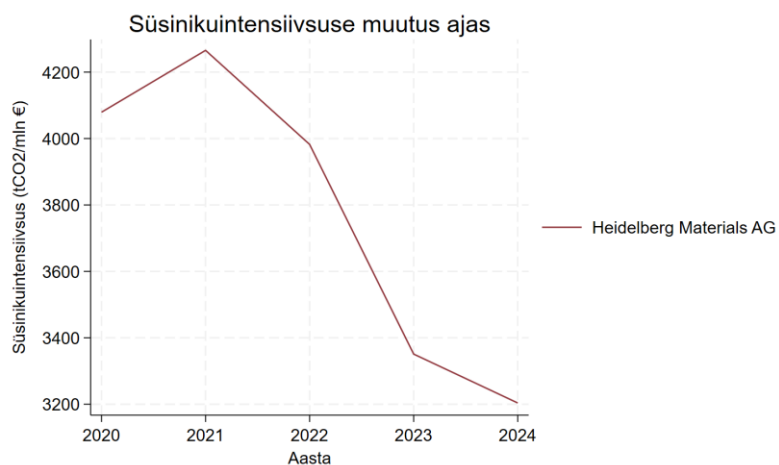
Covestro AG	Germany	2021	Chemicals	0,104	509,060	23,47	0,145	0,021	0,071
Covestro AG	Germany	2022	Chemicals	-0,019	326,982	23,40	0,187	0,020	0,060
Covestro AG	Germany	2023	Chemicals	-0,015	261,576	23,34	0,201	0,026	0,069
Covestro AG	Germany	2024	Chemicals	-0,020	340,822	23,32	0,179	0,028	0,066
Aurubis AG	Germany	2020	Basic Resources	0,048	121,375	22,43	0,100	0,001	0,167
Aurubis AG	Germany	2021	Basic Resources	0,093	125,451	22,61	0,067	0,001	0,625
Aurubis AG	Germany	2022	Basic Resources	0,096	98,466	22,73	0,028	0,001	0,636
Aurubis AG	Germany	2023	Basic Resources	0,019	66,627	22,71	0,028	0,001	0,600
Aurubis AG	Germany	2024	Basic Resources	0,053	68,976	22,78	0,030	0,001	0,600
Evonik industries AG	Germany	2020	Chemicals	0,022	418,828	23,76	0,171	0,035	0,113
Evonik industries AG	Germany	2021	Chemicals	0,033	439,380	23,83	0,158	0,031	0,104
Evonik industries AG	Germany	2022	Chemicals	0,025	421,063	23,81	0,198	0,025	0,143
Evonik industries AG	Germany	2023	Chemicals	-0,023	319,342	23,72	0,166	0,029	0,184
Evonik industries AG	Germany	2024	Chemicals	0,011	346,499	23,71	0,150	0,030	0,174
Daimler Truck AG	Germany	2020	Industrial	-0,003	21,608	24,64	0,175	0,042	0,000
Daimler Truck AG	Germany	2021	Industrial	0,043	21,937	24,73	0,203	0,040	0,125
Daimler Truck AG	Germany	2022	Industrial	0,042	24,696	24,88	0,208	0,035	0,692
Daimler Truck AG	Germany	2023	Industrial	0,053	18,922	24,99	0,240	0,035	0,095
Daimler Truck AG	Germany	2024	Industrial	0,039	17,033	25,03	0,249	0,038	0,117
KION GROUP AG	Germany	2020	Industrial	0,015	24,329	23,37	0,232	0,019	0,000
KION GROUP AG	Germany	2021	Industrial	0,036	22,777	23,49	0,197	0,017	0,000
KION GROUP AG	Germany	2022	Industrial	0,006	19,389	23,53	0,250	0,018	0,107
KION GROUP AG	Germany	2023	Industrial	0,018	16,459	23,58	0,262	0,021	0,158
KION GROUP AG	Germany	2024	Industrial	0,019	16,462	23,66	0,260	0,023	0,071
Brenntag AG	Germany	2020	Industrial	0,057	19,059	22,82	0,224	0,000	0
Brenntag AG	Germany	2021	Industrial	0,044	20,987	23,05	0,209	0,000	0
Brenntag AG	Germany	2022	Industrial	0,078	16,843	23,16	0,235	0,000	0
Brenntag AG	Germany	2023	Industrial	0,069	13,453	23,06	0,213	0,000	0
Brenntag AG	Germany	2024	Industrial	0,046	14,476	23,18	0,224	0,000	0

E.ON SE	Germany	2020	Utilities	0,011	210,735	25,28	0,308	0,001	0,844
E.ON SE	Germany	2021	Utilities	0,044	132,088	25,51	0,235	0,001	0,766
E.ON SE	Germany	2022	Utilities	0,017	98,374	25,62	0,216	0,001	0,702
E.ON SE	Germany	2023	Utilities	0,007	54,124	25,46	0,272	0,001	0,533
E.ON SE	Germany	2024	Utilities	0,050	58,387	25,44	0,306	0,002	0,176

Allikas: Autori poolt koostatud ettevõtete aruannete põhjal

Lisa 2. Süsinikuintensivsuse muutus ajas





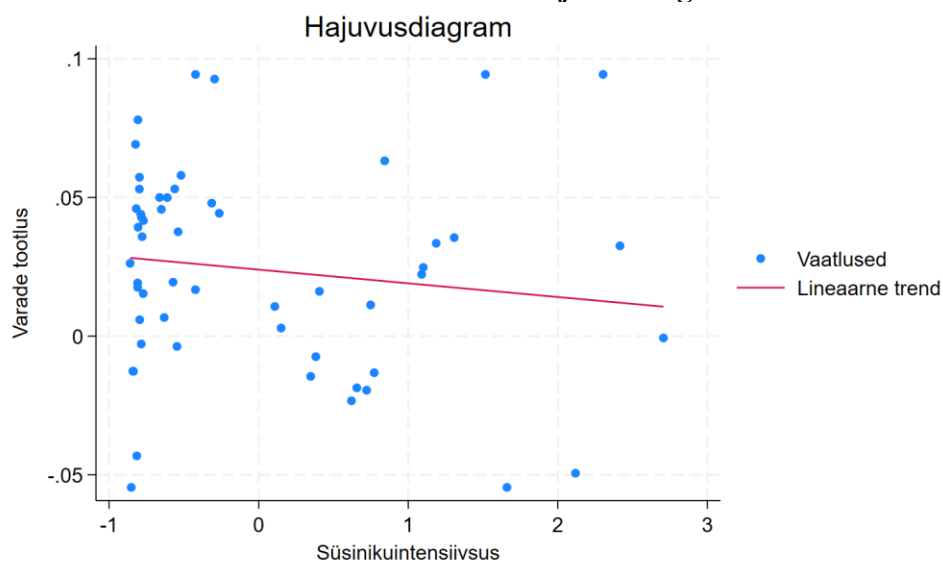
Allikas: Autori poolt koostatud

Lisa 3. VIF testi tulemused

Muutuja	VIF
CI lag_sq	3.28
CI lag_std	2.41
y02_lag	2.11
RDintensity	1.82
Leverage	1.81
Size	1.79
Keskmine VIF	2.20

Allikas: Autori poolt koostatud

Lisa 4. Hajuvusdiagramm



Allikas: Autori poolt koostatud

Summary

The green transition, characterized by a profound economic and social transformation toward sustainability, is a response to global challenges posed by climate change. Climate change, primarily driven by human-induced greenhouse gas emissions, has far-reaching effects on both the natural environment and human society. Therefore, the green transition aims to reduce greenhouse gas emissions, protect biodiversity, and make economic activities more sustainable.

This study focuses on analyzing the green transition and its effects on high-emission companies in Germany. The goal is to determine how an environmental indicator-carbon intensity-affects financial performance, measured by return on assets (ROA). The beginning of the paper outlines the conceptual background of the green transition and its importance in the context of climate change. It emphasizes that the green transition requires structural changes across sectors and brings both challenges and new opportunities.

The first chapter describes the green transition as an economic and social transformation. It highlights the need for technological innovation and the restructuring of production processes. The role of green innovation in implementing the green transition is also discussed. Green innovation refers to reducing ecological impacts, improving production efficiency, and enhancing resource use at the company level. The final section of the first chapter reviews previous empirical studies on the relationship between environmental and financial performance. For European companies, a U-shaped relationship is dominant, while in the U.S. and other regions, an inverted U-shaped relationship is more common. In these studies, carbon intensity is typically the main independent variable.

The methodology section describes the sample and data collection process. The sample consists of 12 German DAX-listed companies operating in high-emission sectors such as industrial, chemicals, and utilities. Data were collected for the years 2019–2024, including both financial and environmental data. The applied model is a fixed effects panel regression. In addition to carbon intensity, control variables included company size, financial leverage, R&D intensity, and the share of green patents.

The results showed a linear relationship between ROA and carbon intensity. This means that as carbon intensity decreases, ROA also decreases—i.e., reducing emissions is associated with a decline in financial performance. It can also be

concluded that the green transition has led to a reduction in carbon intensity among high-emission German companies, but it has not improved their financial performance in the short term.

One possible explanation for the absence of a non-linear (U-shaped) relationship is the short duration of the analysis period.

Since the sample included only companies with high market capitalization, this may limit the generalizability of the results.

Another important limitation of this analysis is the very small sample size, which may affect the statistical power and reliability of the results. Due to the limited number of observations, the findings should be interpreted with caution. Future studies could test the same model with a larger dataset to verify the robustness and generalizability of the results.

Additionally, the model did not include sector-specific variables, which could help better explain the variation in carbon intensity.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Andrei Timošin,

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose rohepöörde mõju Saksamaa kõrge süsinikuheitega ettevõtetele,

mille juhendaja on lektor Helen Poltimäe, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Andrei Timošin

13.05.2025