

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

FINANSAI IR BANKININKYSTĖ

Augustė Volkavičiūtė

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

SU KLIMATU SUSIJUSIŲ RIZIKŲ VERTINIMAS OBLIGACIJŲ RINKOSE	EVALUATION OF CLIMATE- RELATED RISKS IN BOND MARKETS
--	---

Darbo vadovas: Dr. Greta Keliuotytė-Staniulėnienė

Vilnius, 2026

TURINYS

IVADAS	4
1. OBLIGACIJŲ RINKOS IR SU KLIMATU SUSIJUSIŲ RIZIKŲ TEORINIŲ ASPEKTŲ ANALIZĖ	7
1.1. Obligacijų rinka, žaliosios obligacijos ir klimato rizika	7
1.1.1. Obligacijų rinka, žaliųjų obligacijų samprata ir svarba	7
1.1.2. Klimato rizikos ir investuotojų požiūris į žaliąsias obligacijas	11
1.2. Žaliųjų obligacijų ribotumas ir rinkos veiksniai.....	15
1.2.1. Žaliųjų obligacijų kritika	15
1.2.2. Veiksniai, darantys įtaką obligacijų rinkai	18
2. SU KLIMATO RIZIKA SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ KAINOMS TYRIMO METODOLOGIJA.....	27
3. SU KLIMATO RIZIKA SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ KAINOMS TYRIMAS	38
3.1. Tradicinių ir žaliųjų obligacijų kainų tendencijų analizė ir rinkos apžvalga	38
3.2. Koreliacinė duomenų analizė	43
3.3. Mažiausių kvadratų (OLS) modelis.....	47
3.4. Fiksuotų efektų modelis	49
3.5. Atsitiktinių efektų modelis	51
3.6. Modifikuotas atsitiktinių efektų modelis.....	53
3.7. Atlikto tyrimo palyginimas su mokslinėje literatūroje analizuotais dėsningumais...	58
IŠVADOS.....	62
PASIŪLYMAI.....	64
LITERATŪROS SĄRAŠAS	65
SANTRAUKA	71
SUMMARY	72
PRIEDAI.....	73

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Lentelių sąrašas

1 lentelė	Politiniai susitarimai	9
2 lentelė	Su klimatu susijusių rizikų rūšys ir pasireiškimo kanalai	11
3 lentelė	Makroekonominiai veiksniai, darantys įtaką obligacijų rinkai	18
4 lentelė	Specifiniai įmonės veiksniai	21
5 lentelė	Rinkos dinamikos įtaka.....	22
6 lentelė	Aplinkos ir tvarumo veiksniai.....	23
7 lentelė	Modeliai, naudojami klimato rizikos įtakos obligacijų rinkai analizėje	27
8 lentelė	Tyrime naudojami rodikliai	30
9 lentelė	Žaliųjų obligacijų charakteristikos.....	31
10 lentelė	Tradicinių obligacijų charakteristikos.....	33
11 lentelė	Kontroliniai kintamieji.....	36
12 lentelė	Mažiausių kvadratų (OLS) modelio rezultatai.....	47
13 lentelė	Breusch–Pagan testas OLS modeliams.....	48
14 lentelė	Fiksuotų efektų modelio rezultatai.....	49
15 lentelė	Atsitiktinių efektų modelio rezultatai	51
16 lentelė	Modifikuoto atsitiktinių efektų modelio rezultatai	54
17 lentelė	VIF testo rezultatai atsitiktinių efektų panelinių duomenų modeliuose.....	56
18a lentelė	Sudarytų tradicinių obligacijų modelių determinacijos koeficientų įverčiai	57
18b lentelė	Sudarytų žaliųjų obligacijų modelių determinacijos koeficientų įverčiai.....	57
19 lentelė	Tyrimo hipotezių patvirtinimas/paneigimas	59

Paveikslų sąrašas

1 paveikslas	Neaiškaus pajamų panaudojimo aplinkosauginiams tikslams įtaka investuotojų sprendimams	16
2a paveikslas	Tradicinių obligacijų kainų palyginimas 2014-2024 m. laikotarpiu.....	39
2b paveikslas	Žaliųjų obligacijų kainų palyginimas 2014-2024 m. laikotarpiu.....	39
3 paveikslas	Stichinių nelaimių kiekis per metus	41
4 paveikslas	Jūros lygio ir temperatūros pokyčiai	42
5a paveikslas	Pearsono koreliacijos analizė tradicinių obligacijų rinkinyje.....	44
5b paveikslas	Pearsono koreliacijos analizė tradicinių obligacijų rinkinyje.....	44

IVADAS

Temos aktualumas: Šiuolaikiniame pasaulyje klimato kaita yra vienas aktualiausių klausimų, tiek aplinkosaugos, tiek ekonomikos srityje. Todėl perėjimas prie atsinaujinančiosios energijos yra labai svarbus sprendžiant klimato kaitos problemą ir mažinant priklausomybę nuo iškastinio kuro (Zambrano-Monserrate, Hernández Soto, Ahakwa ir Manigandan, 2024). Kadangi klimato kaita daro didelę įtaką pasaulio ekonomikai ir stabilumui, obligacijų rinka yra reikšmingai priklausoma nuo klimato kaitos sukeltos rizikos. Klimato rizika gali pasireikšti skirtingose srityse, t. y. atsispindėti investuotojų elgsenoje ir jų strateginiuose planuose, tam tikruose politiniuose įvykiuose ar kasdienėse naujienose dėl klimato pokyčių. Todėl atsiranda svarbi obligacijų rūšis – žaliosios obligacijos. Žaliųjų obligacijų svarba ypač išryškėja klimato kaitos kontekste. Jos suteikia galimybę vyriausybėms, įmonėms ir organizacijoms pritraukti kapitalo ir kartu skatinti tvarumą bei mažinti neigiamą poveikį aplinkai (World Bank, 2021). Vertinant tvarumo klausimą ir atsižvelgiant į investicijas dažnai susiduriama su aplinkos, socialiniais ir valdysenos kriterijais – ESG (angl. Environmental, Social and Governance). Pastebima, kad po įvairių ESG incidentų tiek žaliųjų, tiek įprastinių obligacijų rezultatai blogėja, tačiau žaliosios obligacijos yra labiau atsparios šių veiksmų sukrėtimams (Cotugno, Fiorillo, Monferra, Severini, 2025). Todėl tai išryškina žaliųjų obligacijų, kaip finansinių priemonių svarbą finansų rinkose. Politinių įvykių pavyzdys galėtų būti pasaulio valstybių ir sąjungų nutarimai dėl skatinimo veiksmų, tokių kaip ES žaliasis kursas, Paryžiaus susitarimas ar Jungtinių Tautų darnaus vystymosi tikslai (DVT), kuriais siekiama sumažinti klimato kaitą. Pastebėta, kad būtent tokie politiniai veiksniai gali reikšmingai veikti žaliųjų technologijų plėtrą, o 2015 m. priimtas Paryžiaus susitarimas ypač pasižymi teigiama šio skatinimo įtaka (Antoniuk ir Leirvik, 2021). Todėl ši obligacijų rūšis vis labiau populiarėja ir pritraukia investuotojus. Obligacijų savybių, jų finansiniai rezultatai, įmonių valdymo, rizikų, likvidumo ir makroekonominių rodiklių sąsaja leidžia suprasti ir analizuoti obligacijų rinką bei jos kintamumą. Literatūroje nagrinėjama ir gana prieštaringa nuomonė dėl žaliųjų obligacijų plėtros. Atskleidžiama, kad net ir pasitelkus šiuolaikines technologijas ir modelius nėra vienareikšmiškų įrodymų dėl žaliųjų investicijų teigiamos įtakos klimatui ilguoju laikotarpiu (Campi, Peters ir Richards, 2024). Šių finansinių priemonių plėtros įtaką yra sunku išmatuoti, todėl ypač svarbu įvertinti ne tik aplinkos ir tvarumo aspektą, tačiau ir rodiklius, apibrėžiančius ekonomikos būseną. Šiomis dienomis, kai ne tik klimato, tačiau taip pat ir ekonomikos neapibrėžtumas išlieka gana didelis, investuotojai, obligacijų emitentai ir politikos formuotojai turi atsižvelgti į klimato rizikos aspektus priimdami sprendimus ir siekti tvarių investicijų. Obligacijų rinkai prisitaikant prie šios dinamikos, klimato rizika artimiausiais metais ir toliau lems obligacijų kainų svyravimus, investuotojų elgseną ir bendrą finansų rinkos bei

ekonomikos stabilumą. Norint suprasti klimato rizikos įtaką šių obligacijų rinkai ir gebėti ją valdyti, o investuotojams, organizacijoms ir vyriausybėms tampa svarbu gebėti analizuoti kintantį klimato rizikos ir obligacijų bei žaliųjų obligacijų rinkos ryšį.

Analizuojant su klimato rizika susijusių veiksnių ryšį su obligacijų rinkos dinamika svarbu atsižvelgti į nagrinėjamos temos mokslinio ištyrimo lygį. Literatūroje pastebėtas klimato rizikos poveikis įmonės finansiniams rodikliams, kurie tiesiogiai veikia obligacijų pajamingumą skirtumus (Agliardi ir Agliardi, 2021). Mokslininkai tyrė obligacijų jautrumą klimato naujienoms (Lalwani, 2024). Atskleidžiama, kad kiekviena papildoma stichinė nelaimė lemia obligacijų pajamingumo pokyčius (Del Giudice, Rigamonti ir Signori, 2025). Investuotojų nuotaikos taip pat yra svarbus aspektas, lemiantis obligacijų paklausos svyravimus (Peng, Guo, Huang ir Wang, 2024). Pastebėta, kad makroekonominiai veiksniai, tokie kaip politikos nuostolių laipsnis, daro didžiausią įtaką obligacijų vertei (Zheng, Jin ir Han, 2024). Taip pat didelė reikšmė, kalbant apie obligacijų išleidimą ir rezultatus, atskleidžia BVP augimo ir infliacijos pokyčiai (Cicchello, Cotugno, Monferra ir Perdichizzi, 2022). Taigi mokslinėje literatūroje egzistuoja daugybė tyrimų, susijusių su veiksnių, darančių įtaką obligacijų rinkai, analize.

Darbo problema: Nors mokslinėje literatūroje gausu tyrimų, analizuojančių tam tikrų veiksnių įtaką obligacijų rinkai, tačiau nėra visiškai aišku, koks iš tiesų yra su klimato kaita susijusių rizikų poveikis obligacijų rinkai ir žaliųjų obligacijų kainai.

Darbo tikslas: Teoriškai identifikuoti su klimato rizika susijusių veiksnių įtaką, empiriškai įvertinti jų poveikį žaliųjų obligacijų kainai ir palyginti su tradicinių obligacijų kainų dinamika.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti obligacijų rinkos tendencijas bei žaliųjų obligacijų svarbą pasauliniame kontekste ir išanalizuoti atliktus tyrimus mokslinėje literatūroje.
2. Parengti su klimato rizika susijusių veiksnių daromos įtakos žaliųjų ir tradicinių obligacijų kainų pokyčiams tyrimo metodologiją.
3. Išanalizuoti veiksniai, darančius reikšmingą įtaką obligacijų kainai ir palyginti su mokslinėje literatūroje analizuojamais dėsningumais bei pateikti išvadas ir pasiūlymus.

Darbo metodai: mokslinės literatūros, mokslinių straipsnių analizė, statistinių duomenų analizė, koreliacinė analizė ir ekonometrinių panelinių duomenų modelių sudarymas.

Darbo struktūra: Pirmasis magistro baigiamojo darbo skyrius išskaidytas poskyriais, kuriuose pristatoma obligacijų rinkos apžvalga, žaliųjų obligacijų svarba, klimato rizikos pasireiškimo kanalai bei obligacijų, kaip finansinės priemonės probleminiai aspektai ir skirtingų grupių veiksniai, darantys įtaką obligacijų rinkai. Antrajame skyriuje pristatoma tyrimo metodologija, tikslas, uždaviniai ir eiga. Trečiajame skyriuje aprašomas atliktas tyrimas ir rezultatai, pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

1. OBLIGACIJŲ RINKOS IR SU KLIMATU SUSIJUSIŲ RIZIKŲ TEORINIŲ ASPEKTŲ ANALIZĖ

Mokslinėje literatūroje gausu su klimatu susijusių tyrimų ir straipsnių, todėl tai atspindi itin ryškų šios tematikos aktualumą šiuolaikinėje visuomenėje. Šiame darbe analizuojami moksliniai straipsniai, pagrįsti su klimatu susijusių rizikų vertinimu ir jų įtaka finansų rinkai. Norint suprasti su klimatu susijusių rizikų įtaką obligacijų rinkai, svarbu įvertinti jų, kaip finansinių priemonių svarbą individams, investuotojams, vyriausybėms ir visai ekonomikai. Rašto darbo literatūros analizė apima su klimatu susijusių rizikų pasireiškimo kanalus bei klimato kaitos kontekste vis labiau populiarėjančių žaliųjų obligacijų rinkos dinamiką, tendencijas ir kritiką. Svarbu pabrėžti, kad įtaką obligacijų rinkai daro daugelio veiksnių, rodiklių bei indeksų sąveika, todėl literatūros analizėje, remiantis moksliniais tyrimais, identifikuojamos veiksnių grupės, veikiančios obligacijų ir žaliųjų obligacijų, kaip finansinių priemonių, rinkos tendencijas.

1.1. Obligacijų rinka, žaliosios obligacijos ir klimato rizika

1.1.1. Obligacijų rinka, žaliųjų obligacijų samprata ir svarba

Obligacija - oficialus dokumentas, kurį išduoda vyriausybė arba įmonė, kaip įrodymą, jog pinigai buvo gauti iš pirkėjo ir jie bus grąžinti su tam tikromis palūkanomis (Cambridge dictionary, 2024). Kitaip tariant, tai yra skolos vertybiniai popieriai, kuriais prekiauja vyriausybė. Obligacijos gali būti kelių tipų: įmonių, valstybės išdo, tarptautinės vyriausybės obligacijos, savivaldybių ir žaliosios obligacijos. Obligacijų rinka vaidina svarbų vaidmenį pasaulinėje finansų sistemoje, suteikdama galimybę vyriausybėms, įmonėms ir savivaldybėms pritraukti kapitalo. Norint įvertinti su šiomis fiksuotų pajamų investicijomis susijusią riziką ir grąžą, labai svarbu suprasti obligacijų pagrindinius rodiklius, tokius kaip kupono normos, pajamingumas iki išpirkimo termino ir obligacijų kainos samprata. Šie veiksniai turi įtakos ne tik atskirų obligacijų rezultatams, bet ir atspindi platesnes ekonomikos tendencijas bei investuotojų nuotaikas. Obligacijos kainos kintamumas priklauso nuo jos termino, t. y. nesikeičiant kitiems veiksniams, kuo ilgesnis obligacijos išpirkimo terminas, tuo didesnis bus kainos kintamumas dėl pajamingumo pokyčių rinkoje. Dėl obligacijų investuotojas gali patirti vieną ar daugiau iš šių rizikų: palūkanų normos riziką, reinvestavimo riziką, pareikalavimo riziką, kredito riziką, infliacijos riziką ir valiutos kurso riziką (Fabozzi ir Fabozzi, 2021). Tai pat literatūroje didelis

dėmesys skiriamas klimato rizikai ir jos daromą įtaką obligacijų rinkai.

Taigi, klimato rizikos kontekste svarbiausia obligacijų rūšis tampa minėtosios žaliosios obligacijos. Kai investuotojai ėmė labiau rūpintis aplinka ir atsakingiau investuoti, atsirado žaliajo finansavimo kapitalo rinkos, kurios rėmė ekologiškų technologijų plėtrą. Būtent taip susikūrė nauja obligacijų rūšis - žaliosios obligacijos. Šios obligacijos tapo nauju finansavimo metodu, kurį 2007 m. sukūrė Pasaulio bankas, kai Švedijos pensijų fondų grupė norėjo investuoti į veiklą, norint užkirsti kelią pasauliniam atšilimui, tačiau negalėjo pritraukti tam reikalingų lėšų (Gabr ir Elbannan, 2024). Taigi, žaliosios obligacijos - tai finansinės priemonės, kuriomis finansuojami žalieji projektai ir investuotojams mokamos reguliarios arba fiksuotos pajamos. Šios obligacijos pasižymėdamos tokiomis patraukliomis savybėmis, per pastaruosius 14 metų tapo svarbia priemone klimato kaitos poveikiui ir susijusioms problemoms spręsti. Atsižvelgiant į tai, kad klimato kaita kelia grėsmę bendruomenėms ir ekonomikai bei taip pat kelia pavojų žemės ūkiui, maisto ir vandens ištekliams, tapo labai svarbu sujungti aplinkosaugos projektus su kapitalo rinkomis ir investuotojais ir nukreipti kapitalą tvariam vystymuisi, o žaliosios obligacijos, kaip jau žinoma, yra puikus būdas tai įgyvendinti (World Bank, 2021). Šios obligacijos leidžia vyriausybėms, įmonėms ir organizacijoms pritraukti kapitalo, kartu skatinant tvarumą ir mažinant poveikį aplinkai. Svarbu paminėti, kad ši finansinė priemonė skiriama tik naujiems ar esamiems projektams, turintiems teigiamą poveikį aplinkai, visiškai ar iš dalies finansuoti arba refinansuoti (Amamou, Daoud ir Bargaoui, 2025). Taigi, šios išvalgos pagrindžia vis spartėjančią žaliųjų obligacijų plėtrą.

Todėl atsižvelgiant į didėjančią žaliųjų obligacijų ekonominį poveikį, atsirado įvairių pasaulinių žaliųjų obligacijų indeksų, tokių kaip „Barclays MSCI“, „S&P Dow Jones“, „Solactive“ ir „Bank of America Merrill Lynch“ žaliųjų obligacijų indeksai (Gao, Guo, ir Wei, 2023). Šie indeksai atspindi žaliųjų obligacijų rezultatus ir padeda susidaryti bendrą vaizdą apie šią rinką bei palyginti su kitomis finansinėmis priemonėmis. Anot Ruixin, Xiong, Youwei ir Ya (2023), žaliosios obligacijos rodo gerus rezultatus ir atskleidžia reikšmingą skatinamąjį poveikį aplinkos apsaugai, nes žaliųjų obligacijų emisija skatina įmones tobulinti informacijos apie aplinką atskleidimą ir pritraukti žaliasias investicijas ilguoju laikotarpiu. Šios išvalgos leidžia teigti, kad žaliosios obligacijos savo ruožtu vis stipriau formuoja investuotojų elgseną ir daro didelį poveikį visuomenės požiūriui į aplinkosaugą.

Apibendrinant galima teigti, kad obligacijų rinka yra pasaulinės finansų sistemos pagrindas, užtikrinantis esminius finansavimo mechanizmus vyriausybėms, įmonėms ir tvariams bei ekologiškiems projektams, kuriais siekiama sumažinti globalinį atšilimą. Norint įvertinti tradicines obligacijas ir jų rizikos bei grąžos santykį, labai svarbu suprasti pagrindines sąvokas,

tokias kaip pajamingumas iki išpirkimo ir kupono normos. Tuo tarpu žaliųjų obligacijų rinka yra svarbi priemone aplinkosaugos problemoms spręsti, kuri suteikia investuotojams galimybę susieti finansinius tikslus bei ekologiją. Tradicinės ir žaliosios obligacijos kartu atskleidžia kintančią finansų rinkos dinamiką ir svarbų vaidmenį kalbant apie aplinkosaugą ir ekonominį stabilumą.

Žaliųjų obligacijų plėtrą skatina ir pasaulio valstybės bei sąjungos, siekdamos kovoti su stipriai progresuojančia klimato kaita. Jos nustato tikslus, tokius kaip išmetamųjų dujų į aplinką kiekio mažinimas ir neutralumas aplinkai. Tokie susitarimai vadinami politiniais ir regioniniais skatinimo veiksniais.

1 lentelė

Politiniai susitarimai

Politinis susitarimas	Tikslas	Šaltinis
ES žaliasis kursas	Europa siekia tapti pirmuoju žemynu, kuriame išmetamųjų teršalų kiekis būtų lygus nuliui.	Europos Komisija (2024)
Paryžiaus sutartis	Apriboti pasaulinį atšilimą iki gerokai mažesnio nei 2°C, palyginti su iki pramoninio laikotarpio lygiu.	United Nations Climate Change (2020)
Jungtinių Tautų darnaus vystymosi tikslai (DVT)	JT nustatė 17 DVT tikslų iki 2030 m. Tryliktas tikslas kuriuo siekiama prisitaikyti prie klimato kaitos, tiek investuoti į mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančių technologijų plėtrą.	United Nations Development Programme (2019)

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Remiantis 1 lentelės duomenimis, išskiriami trys pagrindiniai politiniai skatinimo veiksniai, siekiantys kovoti su klimato kaita. Vienas jų - Europos Sąjungos žaliasis susitarimas

(angl. EU Green Deal). Šio susitarimo tikslas - iki 2050 m. tapti pirmuoju pasaulyje klimatui neutraliu žemynu (Europos Komisija, 2024). ES žaliasis kursas pasižymi labai plačiais užmojais ir priemonėmis, kurios turėtų suteikti Europos įmonėms galimybę pasinaudoti perėjimo prie tvarios veiklos privalumais.

Kitas politinis skatinimo projektas – Paryžiaus susitarimas. Paryžiaus susitarimas yra teisiškai privaloma tarptautinė sutartis dėl klimato kaitos. Jį 2015 m. gruodžio mėnesį Paryžiuje vykusioje JT klimato kaitos konferencijoje (COP21) priėmė 196 šalys (United Nations Climate Change, 2020). Šios sutarties pagrindinis tikslas yra apriboti globalinį atšilimą iki gerokai mažesnio nei 2°C (siekiamybė iki 1,5°C), palyginti su iki pramoninio laikotarpio lygiu, Paryžiaus susitarimu šalys skatinamos palaipsniui atsisakyti anglies, investuoti į žalią energiją ir atsinaujinančios energijos technologijas ir didinti atsparumą klimato poveikiui, o išmetamųjų į aplinką teršalų rodikliai yra nuolat peržiūrimi ir atnaujinami. Guo, Jia ir Liu (2024) sudarė mėnesinius klimato politikos neapibrėžtumo ir tris pasaulinius klimato politikos neapibrėžtumo indeksus (angl. Climate Policy Uncertainty, CPU) 21 skirtingai ekonomikai, siekiant įvertinti jų poveikį ilgalaikiams valstybės ir žaliųjų obligacijų svyravimams bei ilgalaikiai valstybės ir žaliųjų obligacijų koreliacijai. Išvados rodo, kad per svarbiausius klimato politikos įvykius CPU indeksai reikšmingai padidėja. Nustatyta, kad klimato politikos neapibrėžtumas daro reikšmingą poveikį valstybių obligacijų kintamumui po Paryžiaus susitarimo. Benkraiem, Dimic, Piljak, Swinkels ir Vulcanovic (2025) pastebėjo, kad būtent po Paryžiaus susitarimo įgyvendinimo, investuotojai labiau reaguoja į naujienas apie pereinamąją riziką, tai lemia, kad žaliosios obligacijos įgauna struktūrinį santykinį pranašumą lyginant su tradicinėmis, didelį teršalų kiekį į aplinką išmetančiomis obligacijomis.

Trečiasis lentelėje pateikiamas susitarimas yra Jungtinių Tautų (JT) darnaus vystymosi tikslai (DVT). JT nustatė 17 darnaus vystymosi tikslų iki 2030 m., kuriais siekiama geresnės ir tvaresnės ateities. 13-asis tikslas yra dedikuotas kovai su klimato kaita (United Nations Development Programme). Šiuo tikslu JT siekia didinti investicijas į atsinaujinančios energijos plėtrą ir skatinti išmetamų dujų į aplinką mažinimą. Tokių politinių tikslų įgyvendinimui reikalinga priemonė tampa žaliosios obligacijos. Pastebėta, jog pastaroji obligacijų rūšis daro teigiamą poveikį darnios verslo praktikos vystymuisi ir skatina tvarią individų, įmonių ir organizacijų elgseną (Zhang, Zhang ir Yang, 2023). Taigi, matomas stiprus teigiamas ryšys tarp politinio skatinimo ir žaliosios ekonomikos augimo.

Apibendrinant šiuos susitarimus, pastebimas vis didesnis investuotojų susidomėjimas aplinkosaugos ir socialinėmis problemomis ir taip atsiranda vis daugiau galimybių ir paramos investicijoms į atsinaujinančios energijos plėtrą ir ekologiškas technologijas (Gabr ir Elbannan,

2023). Galima daryti išvadą, jog pasauliniai ir regioniniai politiniai skatinimo veiksniai, tokie kaip ES žaliasis kursas, Paryžiaus susitarimas ir JT darnaus vystymosi tikslai skatina investicijų į atsinaujinančios energijos plėtrą ir teigiamai veikia klimato kaitos mažinimą. Atlikti tyrimai rodo, kad įgyvendinus tokius politikos tikslus, pastebimas poveikis vyriausybės bei žaliųjų obligacijų rinkoms, kurį, šiomis dienomis, esant klimato neapibrėžtumui, svarbu analizuoti.

1.1.2. Klimato rizikos ir investuotojų požiūris į žaliasias obligacijas

Klimato rizika obligacijų rinkose gali pasireikšti įvairias būdais. Literatūroje yra išskiriamos trys pagrindinės su klimatu susijusių rizikų rūšys: fizinė, pereinamojo laikotarpio (tranzicinė) ir atskaitomybės rizika (2 lentelė). Pavyzdžiui, fizinė ir pereinamojo laikotarpio (tranzicinė) rizika, turi reikšmingą poveikį obligacijų rinkai, ypač žaliųjų obligacijų kontekste (Antoniuk ir Leirvik, 2021).

2 lentelė

Su klimatu susijusių rizikų rūšys ir pasireiškimo kanalai

Su klimatu susijusios rizikos		
Fizinė	Pereinamojo laikotarpio	Atskaitomybės
Klimato rizikų pasireiškimo kanalai		
Turtas		
Investicijos		
Gamybos tinklas		
Kreditas		

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Antoniuk ir Leirvik (2021)

Fizinė rizika kyla dėl finansinių pavojų, tokių kaip įmonių turto, pajamų srautų ir jų prekybos bei tiekimo grandinių sąveikos, o klimato kaitos kontekste, pavyzdžiui, esant globalaus atšilimo padariniams (Tuhkanen ir Vulturius, 2020). Tai gali būti padidėjęs jūros lygis, temperatūros lygio kilimas, dėl kurių gali sutrikti tiekimo grandinės, ir būti daromas tiesioginis poveikis ekonomikai bei turtui. Sakhel (2017) savo atliktame tyrime atskleidžia, kad įmonės yra labiau linkusios vertinti fizinę riziką kaip mažiau tikėtiną ir ją valdyti neprioritetinėmis

priemonėmis, todėl tai gali lemti nepakankamą pasiruošimą didėjančiam klimato rizikos poveikiui. Politiniai įvykiai, naujienos apie klimatą ir anksčiau minėti politiniai bei regioniniai skatinimo susitarimai tarp šalių yra pereinamojo laikotarpio klimato rizikos pavyzdys. Pereinamojo laikotarpio (tranzicinė) rizika atsiranda dėl klimato politikos pakeitimų, naujų technologijų ar dėl to pakitusios investuotojų elgsenos (Huynh ir Xia, 2021). Perėjimas prie mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančios ekonomikos reikalauja didelių pradinių investicijų į atsinaujinančiąją energiją, infrastruktūrą ir valdymo priemones. Taigi šio tipo klimato rizika daro didelį poveikį finansų rinkos bei klimato politikos įgyvendinimo finansavimui (Flaherty, Gevorkyan, Radpour ir Semmler, 2017). Kadangi literatūroje dažniausiai nagrinėjamos pagrindinės dvi – fizinė ir pereinamojo laikotarpio rizikos, mažiausiai ištirta su klimatu susijusios rizikos rūšis yra atskaitomybės rizika. Ji gali kilti dėl galimų brangiai kainuojančių teisminių ginčų dėl klimato kaitos prieš taršias pramonės šakas arba inertiškas vyriausybes ir finansų institucijas (Antoniuk ir Leirvik, 2021).

Nors remiantis 2 lentelėje pateiktais duomenimis, išskiriamos trys skirtingos su klimatu susijusių rizikų rūšys, visos jos gali pasireikšti vienodais būdais, vadinamais pasireiškimo kanalais: turto, investicijų, gamybos tinklo ar kredito srityse. Klimato rizika turto kanalu gali pasireikšti tada, kai sukeliamas papildomas turto nusidėvėjimas dėl naujai įvestos klimato kaitos švelninimo politikos, tokiu atveju išryškėja būtent pereinamojo laikotarpio rizika. Žiniasklaidai sutelkus dėmesį į su klimatu susijusias naujienas, obligacijų grąža linkusi mažėti, o naujienos apie reguliacines priemones, viršūnių susitikimus naujas politikos priemones yra susijusios su didesne obligacijų grąža (Benkraiem, Dimic, Piljak, Swinkels ir Vulcanovic, 2025). Fizinės rizikos atžvilgiu tai galėtų būti nepageidaujamos oro sąlygos kurios tiesiogiai lemia produkcijos nuostolį. Su klimatu susiję įvykiai gali lemti naujas reikalaujamas investicijas ir sutrikdyti gamybos tinklą bei paveikti rizikos profilį, susijusį su pereinamojo laikotarpio, fizine ar atsakomybės rizika, todėl gali padidėti jos skolinto kapitalo palūkanų normos arba draudimo įmokos. He, Ren, Wang ir Lei (2025) pastebėjo, kad fizinės klimato rizikos padidėjimas lemia obligacijų palūkanų skirtumų padidėjimą, todėl obligacijos kaina linkusi kristi, nes kartu didėja ir įsipareigojimų nevykdymo rizika, todėl investuotojai reikalauja didesnės priemokos.

Taigi, galima daryti išvadą, jog įmonėms ir investuotojams yra svarbu analizuoti ir identifikuoti su klimatu susijusias rizikas ir gebėti jas valdyti. Tai patvirtina Billio ir kt. (2022), savo analizėje teigdami, kad ESG (aplinkos, socialiniai ir valdysenos) veiksniai taip pat daro įtaką obligacijų rinkoms. Autoriai nustatė, kad įmonės, kurios geba kontroliuoti įvairius rizikos šaltinius ir turinčios aukštesnį ESG reitingą, obligacijų skirtumai buvo mažesni, o jų obligacijų rezultatai buvo geresni, palyginti su mažiau ESG vertinamų įmonių rezultatais. Cotugno, Fiorillo,

Monferra ir Severini (2025) atlikę įvykio tyrimą taip pat pastebėjo, kad aplinkos (E) incidentai lemia prastesnius tradicinių obligacijų rezultatus, kurie yra ženkliai ryškesni nei žaliųjų obligacijų vertės pokyčiai.

Analizuojant obligacijų rinką, svarbu įvertinti žaliasias obligacijas iš investuotojų požiūrio taško. Pastaraisiais metais žaliosios obligacijos tapo populiaria aplinkosaugos ir tvarių projektų finansavimo priemone. Tačiau, kaip ir bet kuri kita finansinė priemonė, jos yra susijusios su minėtomis rizikomis, kurios gali daryti įtaką investuotojų elgsenai. Norint įvertinti žaliųjų obligacijų potencialą kuriant tvaresnę ateitį, labai svarbu suprasti, kaip investuotojai suvokia šias rizikas ir geba jas identifikuoti, įvertinti bei valdyti. Boutabba ir Rannou (2022), nagrinėjo žaliųjų obligacijų rinkos likvidumo premijos terminų struktūrą ir pastebėjo, kad šiai struktūrai žaliųjų obligacijų rinkoje didelę reikšmę turi likvidumo kliento poveikis investuotojų elgsenai ir strategijoms. Šis poveikis lemia segmentaciją pagal terminus, kai mažos likvidumo rizikos investuotojai teikia pirmenybę trumpo termino žaliosioms obligacijoms, o didelės likvidumo rizikos investuotojai - ilgo termino obligacijoms. Kita vertus, minėto poveikio nebuvimas atskleidžia, kad tiek trumpalaikiams, tiek ilgalaikiams investuotojams kyla sunkumų parduodant žaliasias obligacijas prieš terminą portfelio subalansavimo arba apsidraudimo tikslais.

Literatūroje taip pat teigiama, kad obligacijos, kurių jautrumas klimato naujienoms yra didesnis, ateityje duoda mažesnę grąžą, kas, esant klimato neapibrėžtumo laikotarpiui yra reikšmingas aspektas. Lalwani (2024) atlikęs analizę, pastebi, kad kai rinka yra didelio neapibrėžtumo zonoje, tikėtina, kad obligacijomis, kurioms būdinga didelė klimato rizika, bus prekiaujama su nuolaida, palyginti su mažos klimato rizikos turtu. Todėl didelis neapibrėžtumas sąveikauja su didele klimato rizika ir lemia didesnes rizikingų įmonių skolinimosi išlaidas. Tačiau įmonės gali pasinaudoti šiomis mažesnėmis skolinimosi išlaidomis, jei pagerins savo aplinkosauginį veiksmingumą arba tikės, kad politikos neapibrėžtumas sumažės. Rezultatai rodo, kad nors ramiau laikotarpiu klimato rizikos poveikis obligacijų kainoms gali būti neakivaizdus, tačiau padidėjęs bendras politikos neapibrėžtumas gali sukelti nuostolių tiems, kurie turi didelės klimato rizikos obligacijų. Tai dar karta patvirtina faktą, kad investuotojai turi gebėti identifikuoti investicijų jautrumą įvairios klimato rizikoms ir jų pasireiškimo kanalams ir analizuoti politikos pokyčius. Dar vienas neigiamas aspektas kurį aptaria Cang ir Li (2024) yra tas, kad padidėjusi klimato rizika lemia didesnę veiklos riziką ir informacijos neskaidrumą, o tai atskleidžia didesnių kompensacijų trūkumą investuotojams. Šie rezultatai suteikia naujų empirinių įrodymų ir įžvalgų apie veiksnius, darančius įtaką įmonių obligacijų finansavimo sąnaudoms. Todėl galima daryti išvadą, kad didelio neapibrėžtumo ir padidėjusios klimato rizikos sąveika daro didelį poveikį didesnės rizikos įmonių skolinimosi išlaidoms. Didėjant

neapibrėžtumui, investuotojai reikalauja didesnių priemonių, kad kompensuotų suvokiamą riziką, susijusią su klimato kaitos pažeidžiamomis įmonėmis, todėl didėja skolinimosi išlaidos. Būtent tai iš esmės atskleidžia svarbų klimato rizikos vaidmenį formuojant rinkos ir investuotojų elgseną. Pabrėžiama, kad įmonės turi gebėti taikyti patikimas rizikos valdymo strategijas, kad galėtų sumažinti finansinį spaudimą.

Dar vienas investuotojų požiūrio taškas – reputacijos klausimas. Kaip teigia Roterdamo Erasmus universiteto profesorius D. Bongaerts, norėdami atrodyti geriau visuomenės akivaizdoje, investuotojai yra dažnai linkę investuoti į žaliasias obligacijas su mažesniu pajamingumu ir mokėti didesnę kainą bei taip pat turėti galimybę pritaikyti šioms investicijoms ESG kriterijus (Economist, 2021). Pineiro-Chousa, Lopez-Cabarcos, Caby ir Sevic (2021) išnagrinėjo ryšį tarp investuotojų nuotaikų ir žaliųjų obligacijų rinkos. Autoriai teigė, kad socialiniuose tinkluose, tokiuose kaip „Twitter“ (dabar – „X“) skleidžiami pranešimai daro teigiamą poveikį žaliųjų obligacijų grąžai. Šio tyrimo išvados atskleidžia visuomenės požiūrį ne tik į žaliasias obligacijas kaip finansinį instrumentą, kuriuo siekiama finansuoti aplinkai draugiškus projektus, tačiau taip pat ir neigiamą požiūrį į klimato kaitą, kaip grėsmę pasauliui.

Dabartinėje literatūroje išlieka svarbus klausimas dėl ilgalaikio ryšio tarp klimato kaitos rizikos ir pasaulinių žaliųjų obligacijų rinkų ypatumų. Hou, Xu, Oxley ir Goodell (2024) tirdami kainų atskleidimą tarp akcijų rinkos klimato rizikos rodiklio ir pasaulinių žaliųjų obligacijų indeksų, nustatė, kad ilguoju laikotarpiu informacijos srautai iš akcijų rinkos klimato rizikos pereina į žaliųjų obligacijų rinkas. Tyrimo išvados turi svarbią ekonominę reikšmę investuotojams, kurie prekiauja žaliosiomis obligacijomis. Svarbi įžvalga yra ta, kad būtent vertybinių popierių rinkos reakcija į klimato kaitą lemia žaliųjų obligacijų kainų informacinį turinį, o ne atvirkščiai. Šia įžvalga grindžiamos apsidraudimo ir arbitražo strategijos. Taigi, suprasdami šį ryšį, investuotojai gali geriau orientuotis sudėtingose finansų rinkose ir panaudoti žaliasias obligacijas kaip veiksmingą priemonę pastarosioms strategijoms įgyvendinti ir su klimatu susijusiai rizikai valdyti.

Apibendrinant galima teigti, kad nors žaliosios obligacijos yra inovatyvus tvarių projektų finansavimo būdas, jų sėkmė priklauso nuo klimato rizikos pasireiškimo ir investuotojų pasitikėjimo. Nors investuotojų požiūris į žaliasias obligacijas, kaip finansinę priemonę, yra gana perspektyvus, jie turi gebėti identifikuoti su klimatu susijusias rizikas ir įvertinti žaliųjų obligacijų potencialą generuoti gerus rezultatus klimato neapibrėžtumo laikotarpiu.

1.2. Žaliųjų obligacijų ribotumas ir rinkos veiksniai

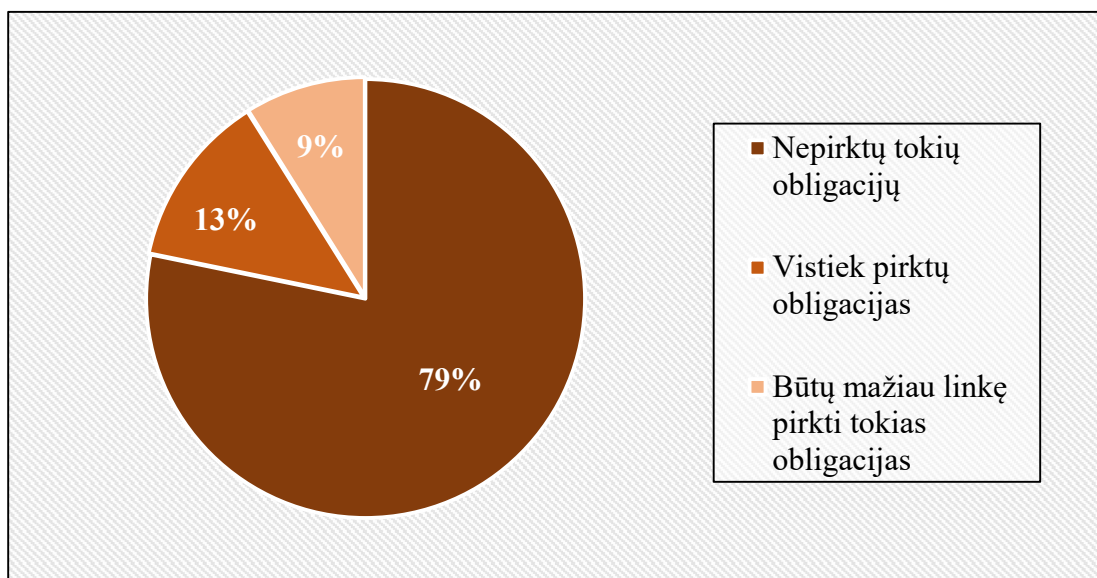
1.2.1. Žaliųjų obligacijų kritika

Yra žinoma, kad žaliosios obligacijos, kaip finansinė priemonė, sulaukė daug dėmesio dėl savo paskirties finansuoti tvarius projektus ir spręsti klimato kaitos problemas. Tačiau, nepaisant didėjančio jų populiarumo, literatūroje gausu ir kritikos. Nerimą dėl žaliųjų obligacijų dažnai kelia tokie klausimai kaip ribotas ataskaitų teikimo skaidrumas ir įvairūs svarstymai dėl jų realaus poveikio aplinkai.

Žaliosios obligacijos taip pat turi ir savo trūkumų. Literatūroje nagrinėjama ir neigiama šios rūšies obligacijų pusė. Būtent dėl taikomos ir nuolat griežtinamos klimato kaitos prevencijos politikos, įmonės ir verslai yra priversti koreguoti savo veiklą atsižvelgiant į aplinkosaugos ir socialinės atsakomybės, o tai gali paskatinti imtis nesąžiningos „žaliojo plovimo“ praktikos. „Žaliasis plovimas“ (angl. Greenwashing) – tai praktika, kai sudaromas klaidingas įspūdis apie gaminio poveikį aplinkai ar jo naudą ir tokiu būdu yra klaidinami vartotojai. Taip sukuriamas vaizdas, jog pavyzdžiui, tam tikri sprendimai yra draugiški aplinkai, tačiau iš tiesų nesiimama jokių atitinkamų aplinkosauginių veiksmų (Europos Parlamentas, 2024). „Žaliojo plovimo“ riziką analizavo Frendy ir Koike (2024) bei priėmė išvadą, jog įmonės, kurių aplinkosauginė veikla yra prasta, yra labiau linkusios užsiimti „žaliuoju plovimu“. Tai atskleidžia, kad investuotojai, vertindami su aplinkosauga susijusią informaciją, turi būti labiau kritiškesni ir skeptiškesni, ypač analizuodami įmones, kurių aplinkosauginės veiklos rodikliai anksčiau buvo ganėtinai prasti.

1 paveikslas

Neaiškaus pajamų panaudojimo aplinkosauginiams tikslams įtaka investuotojų sprendimams



Šaltinis: Almeida, Filkova, Harrison ir Sette, 2019.

Remiantis 1 paveiksle pateiktais apklausos duomenimis, matoma, kad didžioji dauguma – 79 proc. respondentų teigė, kad nepirktų žaliųjų obligacijų, jei išleidimo metu pajamos nebūtų aiškiai paskirstytos žaliems projektams. Tik 13 proc. respondentų teigė, kad pirktų, o 9 proc. atsakė, jog būtų labiau linkę nepirkti tokių obligacijų (Almeida, Filkova, Harrison ir Sette, 2019). Informacijos atskleidimas yra svarbus aspektas kalbant apie investicijas. Wang ir Li (2026) teigė, kad aplinkos stebėjimas ir informacijos apie taršą bei energijos sunaudojimą realiuoju laiku, didina skaidrumą, lemia tikslesnę informaciją apie klimato riziką, mažina informacijos asimetriją ir padeda priimti investicinius sprendimus. Taigi, galima daryti išvadą, kad investuotojai, kurie siekia tvarių ir aplinkai saugių investicijų, laikosi griežtos pozicijos, reikalaujančios skaidrumo.

Yao, Ma ir Zhang (2024) teigia, kad griežtos klimato politikos nepastovumas skatina įmones imtis „žaliojo plovimo“ praktikos būtent dėl bendro įmonių finansinių sunkumų ir išorinių vyriausybės aplinkosaugos subsidijų poveikio. Todėl finansinis spaudimas gali atspindėti įmonės skaidrumą kalbant apie aplinkosauginę veiklą. Šio tipo informacijos atskleidimą ir įmonės veiklos skaidrumą nagrinėjo Tuhkanen ir Vulturius (2020). Jie pastebėjo, kad žaliųjų obligacijų emitentai yra nepakankamai veikiami reguliavimo institucijų bei visuomenės, todėl spaudimas mažinti informacijos asimetriją ir žaliųjų obligacijų plovimo riziką yra menkas. Autoriai teigia, kad tokiu atveju, žaliosios obligacijos gali neatspindėti tvaraus finansavimo ir klimato kaitos švelninimo tikslų. Kita vertus, Bo ir Battisti (2024) pastebėjo

neigiamą koreliaciją tarp žaliajo finansavimo ir ekologinio plovimo. Tinkamas žaliasis finansavimas turi didelį potencialą mažinti „žaliąjį plovimą“, neutralizuodamas klaidinančius aplinkosaugos teiginius. Tai galėtų būti patikros, auditas, ESG kriterijų vertinimas ir kitos skaidrumą užtikrinti galinčios priemonės.

Nepaisant 1.1.1. skyrelyje analizuotų politinių susitarimų, kuriais siekiama klimato kaitos švelninimo ir teigiamos įtakos žaliųjų obligacijų plėtrai, Hyldmo, Rye ir Vela-Almeida (2024) savo tyrimo išvadose pateikia gana prieštarinę nuomonę. Teigiama, kad tokios sutartys, kaip ES žaliasis susitarimas, skatina masines investicijas į ekologiškas technologijas, kurių įgyvendinimas priklauso nuo didžiulės žaliavų gavybos ir panaudojimo, todėl tokiu būdu daromas ne tik neigiamas ekologinis, tačiau ir socialinis poveikis. Tokiu būdu atskleidžiamas diskutuotinas politinio skatinimo poveikis klimato kaitai ir su ja susijusių rizikų atsiradimui bei valdymui. Taigi, atsižvelgiant į autorių tyrimuose priimtas išvadas, staigus investicijų į žaliasias obligacijas padidėjimas gali lemti labiau neigiamą nei teigiamą įtaką klimatui. Tokie politiniai „skatinimai“ gali lemti pereinamosios klimato rizikos padidėjimą. Todėl šio tipo investicijos dėl atliktų tyrimų nagrinėjama tema ribotumo, vis dar yra gana sudėtingas iššūkis investuotojams. Nors Campi, Peters ir Richards (2024) atlikta analizė atskleidžia žaliųjų obligacijų, kaip finansinių priemonių, švelninančių klimato kaitą, svarbą, tačiau taip pat parodo, jog nėra įrodymų, koks iš tiesų poveikis yra daromas aplinkai ilguoju laikotarpiu. Mokslinėje literatūroje minimas šia tema atliktų tyrimų ribotumas yra dažnas klausimas. Atskleidžiama, kad tokias įžvalgas seka ir tai, kad aplinkosaugos reguliavimo politika įvairiose šalyse, rinkose ir pramonės šakose skiriasi ir poveikis gali pasireikšti nevienodai (Liu ir Wu, 2023). Be viso to, teigiama, kad žaliosios obligacijos gali didinti nelygybę ir siekiant aplinkos tvarumo pakenkti tvariam vystymuisi pažeidžiant socialinį ir ekonominį aspektą (Jones, Baker, Huet, Murphy ir Lewis, 2020). Analizuojant mokslinius straipsnius, kuriuose pateikiama prieštarinė nuomonė apie žaliųjų obligacijų plėtrą, daroma išvada, kad žaliosios obligacijos vis dar yra gana nauja finansinė priemonė, todėl jos tikrasis poveikis nėra iki galo ištirtas. Tai leidžia spręsti apie būtinybę plėsti su klimatu susijusių rizikų vertinimo tyrimus įtraukiant vis daugiau kintamųjų, susijusių su šių investicijų plėtra.

Krizių ir ekonominių šokų metu, pastebima, kad investuotojai pradeda labiau vertinti žaliasias obligacijas kaip saugesnę investicijų priemonę. Chen, Jiang, Dai ir Liu (2025) teigia, kad kai žaliųjų akcijų grąža mažėja, investuotojai perkelia pinigus į „saugesnes“ žaliasias obligacijas. Tokia tendencija pastebėta būtent vienu iš ekonominio neapibrėžtumo laikotarpiu – COVID-19 metu: žaliųjų obligacijų svoris optimalioje portfelio sudėtyje artėja prie 1. Taigi, svarbu paminėti, kad žaliosios obligacijos veikia kaip mažesnės rizikos turtas akcijų rinkos

svyravimų laikotarpiu.

Apibendrinant galima teigti, jog sparčiai populiarėjančios žaliosios obligacijos turi ir savo trūkumų. Dėl nuolat griežtinamos klimato politikos, kyla „žaliojo plovimo“ rizika, kuri savo ruožtu lemia nepasitikėjimą aplinkosaugos finansavimu ir taip pat - didėjančią klimato riziką. Todėl yra svarbu laikytis žaliųjų obligacijų principų (angl. Green Bonds Principles), nuolat vykdyti auditą ir palaikyti žaliųjų obligacijų emisijų skaidrumą. Remiantis autorių kritiškais įžvalgomis, atskleidžiama ir neigiama investicijų į žaliasias obligacijas pusė: masinis investavimas skatina technologijų plėtrą, kuri ne visada gali užtikrinti, jog padaryta įtaka klimatui bus teigiama ilgalaikėje perspektyvoje.

1.2.2. Veiksniai, darantys įtaką obligacijų rinkai

Žaliųjų obligacijų augimui ir rezultatams turi įtakos įvairūs veiksniai, kurie lemia jų paklausą, kainas ir bendrą rinkos dinamiką. Šie veiksniai apima įvairias sritis - nuo aplinkosaugos politikos ir reguliavimo, rinkos bei ekonomikos sąlygų iki investuotojų pasirinkimų pirmenybės tvarių investicijų atžvilgiu. Analizuojant pagrindinius žaliųjų obligacijų veiksnius, galima įvertinti jų galimą riziką ir galimybes, taip pat jų vaidmenį skatinant tvaresnę finansų sistemą. Šiame skyriuje nagrinėjami svarbiausi veiksniai, darantys įtaką žaliosioms obligacijoms ir jų gebėjimui finansuoti į aplinką orientuotus projektus.

3 lentelė

Makroekonominiai veiksniai, darantys įtaką obligacijų rinkai

Analizuojamas veiksnys	Tyrimo kintamieji	Įtaka obligacijoms	Įtaka žaliosioms obligacijoms
Neapibrėžtumas dėl įmonių pajamų, ir neapibrėžtumas dėl su klimatu susijusios rizikos	Nerizikinga palūkanų norma, turto augimo tempas	-	Neigiama (Agliardi ir Agliardi, 2021)
Klimato naujienos	Politika, viršūnių susitikimai, atšilimas, katastrofos	Neigiama (Lalwani, 2024)	-

3 lentelės tęsinys

Analizuojamas veiksnys	Tyrimo kintamieji	Įtaka obligacijoms	Įtaka žaliosioms obligacijoms
Technologijų pažanga ir klimato politika	Politikos nuostolių laipsnis	Neigiama (Zheng, Jin ir Han, 2024)	Teigiama (Zheng, Jin ir Han, 2024)
Makroekonominė veiksmų sąveika	BVP augimas, vyriausybės obligacijų palūkanų norma, infliacija	Neigiama (BVP augimas) (Shan, Liu, Shan, 2024)	Teigiama (BVP augimas – neigiama) (Cicchello, Cotugno, Monferra ir Perdichizzi, 2022)
Makroekonominė veiksmų sąveika	Infliacija, valiutos kursas	Neigiama (Teplova ir Sokolova, 2017)	-
Ekonominė situacija	Kreditingumas	Neigiama (Shan, Liu, Shan, 2024)	Teigama (Shan, Liu, Shan, 2024)

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Analizuojant klimato rizikos daromą įtaką obligacijų rinkai, mokslinėje literatūroje pasitelkiami įvairūs makroekonominiai rodikliai, apibūrinantys ekonominę būseną (3 lentelė). Atlikdamos tyrimą, kaip obligacijų įkainojimą veikia pereinamojo laikotarpio rizika, pavyzdžiui, kylanti dėl staigaus klimato politikos pasikeitimo, Agliardi ir Agliardi (2021) nustatė, jog klimato rizika daro reikšmingą poveikį įmonių obligacijų kredito palūkanų normų skirtumams, nes dėl kiekvieno vienu vienetu padidėjusios įmonių klimato rizikos įmonių obligacijų kredito palūkanų normų skirtumai padidėja. Trumpalaikis klimato rizikos poveikis obligacijų rinkai dažniausiai yra neigiamas, kurį lemia didesnės išlaidos, kintamumas ir galimas įsipareigojimų nevykdymo pasireiškimas. Tačiau ilgalaikis poveikis gali būti teigiamas, nes skatina ekologiškesnę ekonomiką, efektyvesnį kapitalo paskirstymą ir tvarių investicijų augimą. Taip pat tyrimai, išanalizuoti 1.1.3. skyrelyje, atskleidžia, kad obligacijos, kurių jautrumas klimato naujienoms yra didesnis, ateityje duoda mažesnę grąžą (Lalwani, 2024). Obligacijų rinka jautriai reaguoja į klimato kaitos naujienas, susijusias su pasauliniu atšilimu. Kita vertus, šiuo atveju žaliųjų obligacijų rinka yra veikiama teigiamai, nes ši finansinė priemonė tampa patrauklesnė nei tradicinės obligacijos. Anot Lalwani (2024), klimato naujienos yra reikšmingas kintamasis

veikiantis obligacijų rinką, tačiau naujienos apie aukščiausiojo lygio susitikimus, klimato politiką ar stichines nelaimes reikšmingo poveikio neatskleidžia.

Makroekonominių veiksnių kategorijoje analizuotas ir politikos nuostolių laipsnis. Zheng, Jin ir Han (2024) priėmė išvadą, kad šis parametras turi didžiausią poveikį obligacijų kainai. Jei politikos nuostolių laipsnis (pavyzdžiui, išlaidos, mokesčiai ar baudos, patiriamos dėl griežtesnių aplinkosaugos taisyklių), yra didelis, tai gali sumažinti žaliųjų obligacijų vertę. Politikos nuostoliai gali padidinti žaliosiomis obligacijomis finansuojamų projektų veiklos sąnaudas, todėl sumažėja jų pelningumas ir suvokiamas patrauklumas.

Standartiniai makroekonominiai rodikliai tokie kaip BVP augimas ar infliacija taip pat daro reikšmingą įtaką. Didesnis BVP augimas yra susijęs su neigiamu poveikiu žaliųjų obligacijų išleidimui ir rezultatams. Cicchiello, Cotugno, Monferra ir Perdichizzi (2022) tyrimo rezultatai rodo, kad, priešingai nei BVP augimas, didesnė infliacija ir vyriausybės obligacijų palūkanų norma gali daryti teigiamą poveikį žaliosioms obligacijoms. Literatūroje pastebėtas ir tokio rodiklio kaip valiutos kursas reikšmingumas kalbant apie obligacijų rinką. Valiutos devalvacijos arba infliacijos (VKI) spartėjimo laikotarpiais įmonės taip pat linkusios išleisti didesnę dalį obligacijų vietos valiuta (Teplova ir Sokolova, 2017).

Analizuojant kredito reitingo įtaką obligacijų rinkai, pastebima tendencija, kad rytų regiono obligacijoms būdinga intensyvesnė rinkos reakcija po kredito reitingo sumažinimo, o neįprasta grąža ir pajamingumo svyravimai yra gerokai didesni nei ne rytų regiono obligacijų atveju. Didesnis rinkos jautrumas kredito reitingų sumažinimui reiškia, kad po tokių įvykių rytų regiono obligacijos patiria didesnius kainų svyravimus ir daugiau neapibrėžtumo (Shan, Liu, Shan, 2024).

Apibendrinant galima teigti, kad daugybė makroekonominių veiksnių daro įtaką obligacijų rinkai klimato kaitos kontekste. Tampa svarbu įvertinti ne tik iš pirmo žvilgsnio su klimatu susijusius rodiklius (atšilimai, katastrofos, politikos nuostolių laipsnis), tačiau ir standartinius makroekonominius rodiklius tokius kaip nerizikinga palūkanų norma, BVP augimas, turto augimo tempas, vyriausybės obligacijų palūkanų norma, valiutos kursas, infliacija bei kredito reitingas. Svarbu gebėti įvertinti anksčiau aptartų rodiklių tarpusavio sąsają ir įtaką obligacijų kainai bei rinkai apskritai. Šie rodikliai gali padėti analizuoti ne tik finansinių priemonių rinką, tačiau ir ekonomikos būseną.

4 lentelė

Specifiniai įmonės veiksniai

Analizuojamas veiksnys	Tyrimo kintamieji	Įtaka obligacijoms	Įtaka žaliosioms obligacijoms
Technologijų pažanga ir klimato politika	Įmonės vertė	Teigiama (Zheng, Jin ir Han, 2024)	Teigiama (Zheng, Jin ir Han, 2024)
Įmonės gebėjimas grąžinti trumpalaikę skolą, ilgesnė skolos grąžinimo terminų struktūra ir reikšmingesnis nepriklausomų direktorių buvimas	Finansiniai rezultatai, ilgalaikė skola, valdybos dydis, nepriklausomi direktoriai, einamosios skolos rodiklis, ilgalaikis terminas	-	Teigiama (Cicchiello, Cotugno, Monferra ir Perdichizzi, 2022)

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Remiantis 4 lentelės duomenimis, literatūroje yra įžvalgų, teigiančių apie įmonės rezultatų vertinimo svarbą tiriant klimato rizikos lygį ir jos įtaką obligacijų rinkai. Cicchiello, Cotugno, Monferra ir Perdichizzi (2022) atliko tyrimą, kurio metu nustatė, kad didesnis įmonės gebėjimas grąžinti trumpalaikę skolą, ilgesnė skolos grąžinimo terminų struktūra ir reikšmingesnis nepriklausomų direktorių buvimas turi teigiamos įtakos tikimybei išleisti žaliasias obligacijas. Taigi, taip yra skatinimas investuotojų pasitikėjimas, kad įmonė pasieks su aplinkosauga susijusių tikslų ilgalaikėje perspektyvoje ir gebės užtikrinti stabilią grąžą. Įmonės rezultatai taip pat gali atskleisti vertingų įžvalgų apie įmonės vykdomą veiklą ir jos politiką klimato kaitos švelninimo kontekste. Zheng, Jin ir Han (2024) teigimu, dėl kiekvieno aplinkosauginio patikrinimo bendrovės vertė padidėja arba sumažėja. Taip atsitinka dėl skiriamų baudų dėl pažeidimų. Todėl jei įmonės vertė padidėja, tai reiškia, kad įmonė laikosi aplinkosauginių reikalavimų ir tai daro teigiamą įtaką žaliųjų obligacijų rinkai.

Taigi, analizuojant specifinius įmonės rodiklius galima spręsti apie daromą įtaką obligacijų rinkai. Bendrai, įmonės rezultatai daro reikšmingą įtaką sprendžiant apie jos vykdomą veiklą ir aplinkosaugos politiką. Įmonių, kurių įmonės vertė yra didesnė, kurių finansiniai

rezultatai geri, obligacijų pajamingumas paprastai būna mažesnis dėl mažesnės suvokiamos rizikos ir didesnio stabilumo. Priešingai, didelė ilgalaikė skola, prasti finansiniai rezultatai arba prastas valdymas gali padidinti riziką, o tai lemia didesnę pajamingumą ir didesnę kainų svyravimą. Investuotojams svarbu gebėti analizuoti šiuos rodiklius, kad galėtų įvertinti galimas rizikas, ir jų pasireiškimo kanalus. Įmonės rezultatų analizė gali atskleisti gana daug informacijos ne tik apie galimas investavimo galimybes, tačiau taip pat ir vykdomą aplinkosaugos politiką, kurią yra svarbu vertinti ilgalaikėje perspektyvoje vertinant generuojamos grąžos stabilumą.

5 lentelė

Rinkos dinamikos įtaka

Analizuojamas veiksnys	Tyrimo kintamieji	Įtaka obligacijoms	Įtaka žaliosioms obligacijoms
Klimato rizika	obligacijų rinkos veiksnys, didelio pajamingumo (didelės rizikos) obligacijų indekso ir vyriausybės (mažos rizikos) obligacijų indekso grąžos skirtumas, hipoteka užtikrintų vertybinių popierių indekso ir vyriausybės obligacijų indekso grąžos skirtumas, akcijų rinkos indekso perviršinė grąža	Teigiama; pasirinkimo sandorio rizika – neigiama (Silva, Ferreira ir Cortez, 2024)	Teigiama; pasirinkimo sandorio rizika – neigiama (Silva, Ferreira ir Cortez, 2024)
Klimato rizika	kredito maržos	Teigiama (Cang ir Li, 2024)	Neigiama (Cang ir Li, 2024)

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Kaip veiksmų grupė, daranti įtaką obligacijų rinkai, išskiriami ir rinkos dinamiką nusakantys rodikliai (5 lentelė). Silva, Ferreira ir Cortez (2024) analizavo klimato rizikos sąlygotą poveikį ir gautais rezultatais įrodė, kad obligacijų portfelio rezultatai kinta priklausomai nuo klimato politikos neapibrėžtumo. Jų teigimu, žaliųjų obligacijų rinka pastaraisiais metais labai

išaugo dėl klimato neapibrėžtumo, o tai rodo, kad šios finansinės priemonės gali būti labai svarbios teikiant paramą mažo anglies dioksido kiekio projektams ir taip palengvinant perėjimą prie tvaresnės ekonomikos. Autoriai įvertino rinkos dinamiką nusakančius rodiklius pasirinkdami tokius kintamuosius kaip obligacijų rinkos veiksnys, didelio pajamingumo (didelės rizikos) obligacijų indekso ir vyriausybės (mažos rizikos) obligacijų indekso grąžos skirtumas, hipoteka užtikrintų vertybinių popierių indekso ir vyriausybės obligacijų indekso grąžos skirtumas ir akcijų rinkos indekso perviršinė grąža. Šie rodikliai gali daryti tiek teigiamą, tiek neigiamą įtaką obligacijų rinkai. Teigiamas poveikis pasireikštų didesnėmis obligacijų kainoms, kurios pritrauktų daugiau investuotojų. Mažėjantys didelio pajamingumo obligacijų ir vyriausybės obligacijų skirtumai rodo gerėjančias ekonomines sąlygas ir mažesnę riziką, todėl didėja investuotojų pasitikėjimas ir paklausa. Taip pat mažėjantis skirtumas tarp hipoteka užtikrintų vertybinių popierių ir vyriausybės obligacijų, atskleidžia būsto rinkos stabilumą ir geresnį likvidumą, o tai skatina investicijas į hipoteka užtikrintų vertybinius popierius (Silva, Ferreira ir Cortez, 2024). Šias įžvalgas iš esmės patvirtina ir Cang ir Li (2024), kurie teigia, kad padidėjusi klimato rizika lemia investuotojų poreikį dėl didesnės grąžos (arba rizikos premijos), tam, kad kompensuotų su klimato kaita susijusią papildomą riziką, todėl didėja įmonių obligacijų finansavimo kaina.

Remiantis išnagrinėtais tyrimais, kuriais analizuojama klimato rizikos įtaka obligacijų rinkai, pasitelkiant rinkos dinamiką nusakančius kintamuosius, pastebėta, kad įvertinus šiuos rodiklius galima nusakyti ekonomines sąlygas bei išmatuoti galimos rizikos mastą. Pastarieji aspektai yra labai svarbūs investuotojams priimant tam tikrus sprendimus dėl investavimo į žaliąsias obligacijas.

6 lentelė

Aplinkos ir tvarumo veiksniai

Analizuojamas veiksnys	Tyrimo kintamieji	Įtaka obligacijoms	Įtaka žaliosioms obligacijoms
Klimato rizika	Klimato kaitos indeksas (MCCC), žaliųjų obligacijų rezultatai	Teigiamas (Hou, Xu, Oxley ir Goodell, 2024)	Neigiamas, (Hou, Xu, Oxley ir Goodell, 2024)
Klimato rizika	Tranzicinė rizika	Teigiamas (Benkraiem ir kt., 2024)	Teigiamas (Benkraiem ir kt., 2024)

6 lentelės tęsinys

Analizuojamas veiksnys	Tyrimo kintamieji	Įtaka obligacijoms	Įtaka žaliosioms obligacijoms
Klimato rizika	Klimato kaitos indeksas (CCCI)	Teigiama (Peng, Guo, Huang ir Wang, 2024)	Neigiama (Peng, Guo, Huang ir Wang, 2024)
Klimato rizika	Išmetamų teršalų kiekis	Neigiama (Zheng, Jin ir Han, 2024)	Teigiama (Zheng, Jin ir Han, 2024)
Klimato rizika	ESG	Neigiama (Del Giudice, Rigamonti, Signori, 2025)	Neigiama (Del Giudice, Rigamonti, Signori, 2025)
Klimato rizika	Reguliavimo priemonės ir technologinės galimybės	Teigiama (Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis, 2025)	Neigiama (technologinės galimybės – neutrali) (Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis, 2025)
Klimato rizika	Stichinių nelaimių rizika	Neigiama (Su, Ying, Zhu, 2022)	Teigiama (Su, Ying, Zhu, 2022)

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Remiantis 6 lentelėje pateiktais šaltiniais, galima pastebėti tendenciją, jog įvertinti klimato riziką, moksliniuose tyrimuose dažniausiai naudojamas klimato kaitos indeksas (MCCC) sudaromas iš pagrindinių JAV laikraščių ir naujienų portalų, naudojant raktinius žodžius, kuriais būtų galima nustatyti susirūpinimo lygį dėl klimato kaitos. Pavyzdžiui, analizuodami klimato kaitos indekso reikšmę obligacijų rinkai, Peng, Guo, Huang ir Wang (2024) pastebėjo, kad nerimas

dėl klimato kaitos daro reikšmingą įtaką. Ši emocija gali lemti didesnes investicijas į žaliąsias obligacijas, tačiau tai reiškia paklausos į tokio tipo investicijas padidėjimą. Kita vertus, šis padidėjimas gali lemti sumažėjusį obligacijų pajamingumą. Hou, Xu, Oxley ir Goodell (2024) teigimu, žaliųjų obligacijų rinka iš pradžių gali nevysiškai įtraukti informaciją apie klimato riziką, todėl kainodara gali būti neefektyvi. Vėluojantis arba netinkamai suderintas prisitaikymas prie informacijos apie klimato riziką potencialiai gali lemti didesnę žaliųjų obligacijų kainų svyravimą ir nenusipėjimą, todėl jos gali būti mažiau patrauklios arba rizikingesnės investuotojams. Benkraiem ir kt. (2024) atliko tyrimą, kurio metu pastebėjo, jog klimato rizikos daro įtaką tarptautinei įmonių obligacijų rinkai. Pereinamojo laikotarpio rizika, matuojama pagal žiniasklaidoje pateikiamą klimato riziką, tam tikru mastu atspindi pasaulinėje įmonių obligacijų rinkoje. Kaip tikina patys autoriai, šis tyrimas atliktas remiantis tuo, kad klimato kaita ir iš to sekanti klimato rizika yra reikšmingi iššūkiai ekonomikai, finansiniam stabilumui ir pasaulinėms finansų rinkoms. Savo tyrime Benkraiem ir kt. (2024) ypatingą dėmesį skiria naujienoms dėl Paryžiaus susitarimo, pastebėta, kad investuotojai daugiau dėmesio pradėjo skirti pereinamojo laikotarpio rizikos analizei ir priėmė išvadą, jog Paryžiaus susitarimas padidino supratimą apie būtinybę spręsti klimato kaitos iššūkius. Taigi, klimato rizika ir ekonominis neapibrėžtumas yra svarbūs veiksniai, lemiantys tiek žaliųjų, tiek tradicinių obligacijų pokyčius rinkose. Didesnė stichinių nelaimių tikimybė tiesiogiai veikia obligacijų pajamingumus: padidėjus šio tipo rizikai, tradicinių obligacijų pajamingumas padidėja, todėl sumažėja jų kaina, ir atvirkščiai, žaliųjų obligacijų atžvilgiu (Su, Ying ir Zhu, 2022).

Zheng, Jin ir Han (2024) nustatė veiksnius, tokius kaip žaliųjų technologijų pažanga, išmetamųjų teršalų mažinimo politika ir besikeičiantys standartai veikia obligacijų kainą. Žaliosioms obligacijoms paprastai taikomi mažesni rizikos priedai nei įprastoms įmonių obligacijoms, todėl tyrime pabrėžiamas jų patrauklumas investuotojams. Pastebėta, kad mažesnis išmetamų anglies dioksido dujų kiekis rodo mažesnę žaliųjų obligacijų klimato riziką, o tai reiškia mažesnę finansinę riziką šioje rinkoje. Investuotojai žaliąsias obligacijas vertina kaip saugesnes ir stabilesnes investicijas. O dėl padidėjusios žaliųjų obligacijų paklausos gali padidėti kainos ir sumažėti pajamingumas, todėl emitentams susidaro palankios sąlygos mažesnėmis sąnaudomis pritraukti kapitalo tvariems projektams.

Mokslinėje literatūroje atskleidžiama, kad stichinės nelaimės daro reikšmingą įtaką obligacijų rezultatams ir lemia didelius jų pajamingumo ir likvidumo skirtumus. Kiekviena papildoma stichinė nelaimė lemia tradicinių obligacijų pajamingumo didėjimą ir atitinkamai, likvidumo mažėjimą. Tokie įvykiai atskleidžia žaliųjų obligacijų pranašumą, nes būtent šio tipo obligacijų pajamingumas išlieka stabilus arba didėja, todėl tai lemia tradicinių obligacijos

paklausos sumažėjimą (Del Giudice, Rigamonti ir Signori, 2025).

Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025) savo tyrime analizavo įmonių klimato rizikos ir žaliųjų obligacijų išleidimo ryšį. Autoriai atskleidžia, kad egzistuoja teigiamas ryšys, t. y. klimato kaitai jautresnės įmonės yra labiau linkusios išleisti žaliasias obligacijas. Tokių įmonių išleistos žaliosios obligacijos pasižymi mažesnėmis pajamomis, didesnėmis kuponų normomis ir ilgesniais terminais.

Apibendrinant galima teigti, kad veiksniai, darantys įtaką obligacijų rinkai yra labiausiai susiję su klimato rizika. Makroekonominiai rodikliai, įmonės finansiniai rezultatai, gebėjimas užtikrinti stabilią grąžą, rinkos dinamika, aplinkos ir tvarumo veiksniai atskleidžia ekonomikos būseną ir investuotojų elgseną. Visi šie veiksniai lemia finansinį stabilumą ir galimybės suvaldyti su klimatu susijusias rizikas. Įmonėms ir rinkoms prisitaikant prie klimato rizikos svyravimų, tampa svarbu suprasti, šių veiksnių tarpusavio sąveiką, norint įvertinti obligacijų rinkos dinamiką ir nustatyti investavimo strategijas. Nors atskleista, jog klimato rizika daugiausiai neigiamą poveikį obligacijų rinkai, tačiau klimato neapibrėžtumo laikotarpiais žaliosios obligacijos pasižymi gerais rezultatais.

Išanalizavus mokslinę literatūrą nagrinėjama tema, galima daryti išvadą, kad šiuolaikinėje visuomenėje, kuri kasmet vis labiau susiduria su klimato kaitos problemomis, svarbiu įrankiu, valdant šią krizę, yra politiniai ir regioniniai susitarimai, kurie skatina investicijas į draugiškas aplinkai technologijas ir projektus. Kaip ir teigiama šio rašto darbo literatūros analizėje, klimato rizikos kontekste žaliosios obligacijos tampa svarbiu investuotojų objektu, tačiau vertinami ir probleminiai šių finansinių priemonių aspektai obligacijų rinkoje. Kita vertus, žaliosios obligacijos sulaukia ir kritikos. Literatūroje gausu prieštarų autorių nuomonių, pagrindžiančių diskutuotiną žaliųjų obligacijų poveikį aplinkai. Taip pat remiantis išanalizuotais moksliniais tyrimais, matoma, kad obligacijų rinkai įtaką daro ne tik aplinkosaugą ir tvarumą nusakantys indeksai, tačiau taip pat stebima reikšminga makroekonominių, įmonių bei rinkos dinamiką atspindinčių rodiklių įtaka.

2. SU KLIMATO RIZIKA SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ KAINOMS TYRIMO METODOLOGIJA

Remiantis pirmajame rašto darbo skyriuje atlikta literatūros analize, galima pastebėti, jog daugelis mokslinių tyrimų autorių pasitelkia vienos veiksnių grupės (makroekonominių, įmonių, rinkos dinamikos ar tvarumo) rodiklius, analizuojamus 1.2.2. skyrelyje. Šiame tyrime siekiama apjungti rodiklius ir skirtingų veiksnių grupių, kartu stebint ir kontrolinių kintamųjų dinamiką. Toks tyrimas turėtų padėti suprasti ne tik vieno kintamojo reikšmę priklausomam kintamajam, tačiau taip pat susidaryti nuomonę apie vyraujančias tendencijas ir nuotaikas nagrinėjamo laikotarpio ekonominėje aplinkoje.

Tyrimo tikslas: pasitelkiant kintamųjų, atspindinčių klimato kaitą, reikšmes, išanalizuoti, kaip klimato kaita ir jos sukeltos rizikos veikia žaliųjų obligacijų kainos pokyčius ir palyginti šio tipo obligacijų kainų tendencijas su tradicinių obligacijų kainų dinamika.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti ir įvertinti tradicinių bei žaliųjų obligacijų kainų pokyčiams reikšmingą įtaką darančius veiksnius.
2. Įvertinti gautus rezultatus ir palyginti su mokslinėje literatūroje analizuotais dėsningumais bei pateikti išvadas apie klimato kaitos įtaką tradicinių bei žaliųjų obligacijų rinkai ir kainai.

Šiuolaikinėje literatūroje daugelis mokslinių straipsnių autorių naudoja įvairius modelius, kuriais siekia išmatuoti klimato kaitos sukeltos rizikos įtaką obligacijų rinkai. Pastebima tendencija, jog dažniausiai tokio tipo tyrimams pasitelkiami įvairūs ekonometriniai modeliai.

7 lentelė

Modeliai, naudojami klimato rizikos įtakos obligacijų rinkai analizėje

Modelis	Šaltinis
Logistinė regresija	Cicchiello, Cotugno. Monferra ir Perdichizzi (2022)
Stochastinis modelis	Agliardi ir Agliardi (2021)
Laiko eilučių regresija	Lalwani (2024)
Stochastinis-neraiškusis hibridinis modelis	Zheng, Jin ir Han (2024)

7 lentelės tęsinys

Modelis	Šaltinis
Tiesinė regresija	Cang ir Li (2024)
Daugiafaktorinis tiesinės regresijos modelis	Silva, Ferreira ir Cortez (2024)
GARCH modelis	Zheng, Jin ir Han (2024)
Regresinė analizė	Benkraiem ir kt. (2024)
Dvimatė regresija	Peng, Guo, Huang ir Wang (2024)
Įvykių tyrimo modelis	Antoniuk ir Liervik (2021)
OLS regresija	Del Giudice, Rigamonti, Signori (2025)
Logit modelis	Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025)

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Atlikus analizę, matoma, kad moksliniuose tyrimuose autoriai naudoja tokius tyrimo modelius kaip logistinė regresija, stochastiniai modeliai, laiko eilučių, tiesinė regresijos bei daugiafaktorinis tiesinės regresijos modelis, GARCH modelis ir kitos regresinės analizės (7 lentelė). Cicchiello, Cotugno, Monferra ir Perdichizzi (2022) naudojo logistinę regresiją, kuriuo tyrė žaliųjų obligacijų išleidimo tikimybę, tačiau šis modelis nėra tinkamas kainodarai analizuoti. Stochastinis modelis, kurį pasitelkė Agliardi ir Agliardi (2021) ir stochastinis-neraiškusis hibridinis modelis puikiai tiktų klimato rizikos matavimui, tačiau yra pakankamai sunkiai interpretuotinas ir labiau teorinis. Laiko eilučių regresija Lalwani (2024) tyrime buvo naudojama rinkos lygmens analizėje ir tinkamai gali analizuoti trendus ir prognozes, tačiau yra ribota vertinant emitentų heterogeniškumą. Nors daugiafaktorinis tiesinės regresijos modelis leidžia įtraukti kelis rizikos faktorius, tačiau taip pat kaip ir laiko eilučių regresijoje, yra apribotas vertinant emitentų individualumą (Silva, Ferreira ir Cortez, 2024). Siekiant įvertinti su klimatu susijusių rizikų įtaką obligacijų rinkai svarbu pasirinkti modelį, kuris būtų pritaikytas tiriamų kintamųjų charakteristikoms. Šiam tyrimui, galima pritaikyti modelį, kurį pasirinko ir Del Giudice, Rigamonti, Signori (2025), tai - OLS regresija, arba paprastoji mažiausių kvadratų regresija, kai analizuojamas vieno priklausomo kintamojo ir kelių nepriklausomų kintamųjų ryšys. Šį modelį analizuojant kartu su paneliniais duomenų modeliais užtikrinami interpretuojami rezultatai, kurie leidžia kontroliuoti individualius fiksuotus ir atsitiktinius efektus ir yra tinkami riboto dydžio imčiai. Kadangi šio rašto darbo tyrime siekiama atsižvelgti į didesnę obligacijų rinkinį, panelinių duomenų modelis modifikuoja pagrindinę mažiausių kvadratų regresiją. Panelinių duomenų modelio naudojimas šiame tyrime gali būti pagrįstas tuo, jog šio tipo modelis leidžia įvertinti didesnę stebėjimų skaičių ir gauti tikslesnius ir patikimesnius

koeficientus, ypač analizuojant didesnę žaliųjų obligacijų emitentų imtį ir vertinant tam tikrą, ribotą laiko intervalą.

Tyrimo eiga:

- 1) Statistinių duomenų analizė, žaliųjų bei tradicinių obligacijų rinkos apžvalga.
- 2) Koreliacinė duomenų analizė, ryšių tarp kintamųjų įvertinimas.
- 3) OLS, fiksuotų ir atsitiktinių efektų panelinių duomenų modelių sudarymas, ryšio tarp priklausomo ir nepriklausomų kintamųjų analizė.
- 4) Kontrolinių kintamųjų vertinimas vyraujančioms ekonominėms sąlygoms nustatyti.
- 5) Sudarytų modelių palyginimas ir jų patikimumo vertinimas.

Tyrimo metodai:

- 1) Statistinių duomenų analizė leis įvertinti obligacijų rinką, nes suteikia bendrą vaizdą apie rinkos tendencijas, investuotojų elgseną, klimato riziką ir galimus šių sudedamųjų pokyčius ateityje.
- 2) Pearsono koreliacinė analizė padės įvertinti ryšius tarp kintamųjų ir užtikrinti, kad duomenų rinkinys yra tinkamas tolesnei ekonometrinei analizei.
- 3) Panelinių duomenų modelis leis sujungti kelių emitentų žaliųjų bei tradicinių obligacijų rinkinių vertes ir įvertinti priklausomam kintamajam įtaką darančius veiksnius laiko momentu, nustatyti pasirinktų nepriklausomų kintamųjų reikšmingumą ir įvertinti su klimatu susijusių rizikų įtaką obligacijų rinkai. Tyrime taikomi fiksuotų ir atsitiktinių efektų modeliai, kurie aprašomi šiomis lygtimis:

Fiksuotų efektų modelis:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \epsilon_{it}, \text{ kur}$$

y_t yra priklausomas kintamasis laiko momentu t

α_i fiksuoja visas nepastebėtas, laiko atžvilgiu nekintančias stebėjimo vieneto i charakteristikas

x_{it} yra nepriklausomas kintamasis stebėjimo vienetui i laiko momentu t

β koeficientas, rodantis x_{it} poveikį y_{it}

ϵ_{it} yra paklaida, kuris parodo Y dalį, kurios negalima paaiškinti tiesiniu ryšiu su X kintamaisiais.

Atsitiktinių efektų modelis:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}, \text{ kur}$$

y_{it} yra priklausomas kintamasis laiko momentu t

α yra bendras efektas visiems stebėjimo vienetams

x_{it} yra nepriklausomas kintamasis stebėjimo vienetui i laiko momentu t

β koeficientas, rodantis x_{it} poveikį y_{it}

μ_i yra atsitiktinis individualus poveikis

ϵ_{it} yra paklaida, kuris parodo Y dalį, kurios negalima paaiškinti tiesiniu ryšiu su X kintamaisiais.

8 lentelė

Tyrime naudojami rodikliai

Priklausomi kintamieji	Matavimo vienetas	Literatūros šaltinis
Tradicinių obligacijų kaina/Žaliųjų obligacijų kaina	Piniginiai vienetai, išreikšti denominuota valiuta.	Zheng, Jin ir Han (2024)
Nepriklausomi kintamieji	Matavimo vienetas	Literatūros šaltinis
Išmetamų teršalų kiekis	Išreiškiamas kaip molio dalies sausuose oruose (mikromol/mol) metinis vidurkis	Zheng, Jin ir Han (2024)
Stichinių nelaimių kiekis	Vienetai per metus	Del Giudice, Rigamonti, Signori (2025)
Stichinių nelaimių sukeltas nuostolis	Procentinė išraiška skaičiuojant nuo pasaulio BVP	
Jūros lygio pokyčiai	Procentinė išraiška lyginant su t-1 metais	Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025)
Temperatūros pokyčiai	Procentinė išraiška lyginant su t-1 metais	Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025)
Kontroliniai kintamieji	Matavimo vienetas	Literatūros šaltinis
BVP augimas	Procentinė išraiška	Cicchiello, Cotugno. Monferra ir Perdichizzi (2022),
Valiutos kursas	Piniginiai vienetai	Teplova ir Sokolova (2017)
Infliacija (VKI)	Procentinė išraiška	Cicchiello, Cotugno. Monferra ir Perdichizzi (2022), Teplova ir Sokolova (2017)

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis lentelėje pateiktais šaltiniais

Priklausomi kintamieji:

Kaip priklausomas kintamasis pasirinktos tradicinių ir žaliųjų obligacijų kainos. Priklausomas kintamasis sudarytas iš 10-ies unikalių tradicinių ir žaliųjų obligacijų emitentų rinkinių atskirai. Šiame tyrime pasirinkta vertinti 10-ies skirtingų obligacijų leidėjų žaliųjų obligacijų kainos 2014 – 2024 m. laikotarpiu. Remiantis Bloomberg (2025), pasirinktos žaliosios obligacijos žymimos kaip turinčios „žaliąjį tikslą“ (angl. green purpose). Taip pat pasirinktų žaliųjų obligacijų pagrindinis kriterijus yra tas, kad obligacijos būtų išleistos ne vėliau nei 2014 m. ir jų išpirkimo terminas būtų ne ankstesnis nei 2024 m.

9 lentelė

Žaliųjų obligacijų charakteristikos

Sektorius	Emitentas	Išleidimo data	Išpirkimo terminas
Įmonių emitentai (privatusis sektorius)	Engie SA (Prancūzija)	2014-05-12	2026-05-19
	Abengoa Greenfield SA (Ispanija)	2014-09-24	2027-03-31
	Tesla Energy Operations Inc. (JAV)	2014-03-16	2030-03-19
	THP Partnership (Kanada)	2014-06-30	2046-10-31
Vyriausybės ar savivaldybių emitentai (viešasis sektorius)	Department of L'Essonne, France (Prancūzija)	2014-10-22	2029-05-04
	Transpower New Zealand Ltd (Naujoji Zelandija)	2013-03-12	2028-03-15
Viršvalstybinės institucijos	Asian Development Bank (Filipinai)	2012-07-19	2027-07-20
	Nordic Investment Bank (Suomija)	2012-07-09	2032-09-07
	European Investment Bank (Liuksemburgas)	2014-09-03	2026-11-13
Akademinių / mokslinių tyrimų įstaigos	Massachusetts Institute of Technology (JAV)	2014-09-22	2038-07-01

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Bloomberg (2025)

Pasirinktų žaliųjų obligacijų emitentus galima suskirstyti į keturias grupes pagal sektorius: įmonių emitentai (privatus sektorius), vyriausybės ar savivaldybės emitentai (viešasis sektorius), viršvalstybinės institucijos bei akademinės-mokslinių tyrimų įstaigos (9 lentelė). Didžiausią pasirinktų žaliųjų obligacijų dalį sudaro įmonių emitentai, kaip pavyzdžiui, „Engie SA“, „Abengoa Greenfield SA“, „Tesla Energy Operations Inc.“ ir „THP Partnership“. Kaip žinoma, šios kompanijos pasižymi didelėmis investicijomis į atsinaujinančią energiją. Pavyzdžiui, „Engie SA“ 2017 m. išleido antrąją 1,5 mlrd. eurų vertės žaliąją obligaciją, finansuoti atsinaujinančios energijos projektus, atitinkančius aplinkos ir socialinius kriterijus (Business & Human Rights Resource Centre, 2017). Tai atskleidžia, jog tokio tipo įmonės pabrėžia savo vertybes kalbant apie investicijas ir patvirtina savo obligacijas, kaip turinčias „žaliąjį tikslą“. Vertinant kitą emitentų grupę - viešojo sektoriaus, kurią šiuo atveju sudaro Prancūzijos regioninė vyriausybė ir Naujosios Zelandijos valstybinė įmonė „Transpower New Zealand Ltd“, galima manyti, kad tokiems emitentams ir išleistoms žaliųjų obligacijų kainoms įtakos gali turėti reguliavimo politika ir regioniniai klimato veiksniai, kaip pavyzdžiui, jūros lygio kilimas ir ekstremalūs temperatūros pokyčiai. Šios stichinės nelaimės atspindi fizinės rizikos grėsmę. Fizinė rizika savo ruožtu lemia didesnius obligacijų pajamingumą skirtumus, t. y. žemesnes kainas ir didina įmonių išlaidas su stichinėmis nelaimėmis susijusiems nuostoliams padengti. Ši rizika tiesiogiai gali paveikti ir akademinį-mokslinių tyrimų įstaigas, kurios leidžia žaliąsias obligacijas.

Priešingai nei anksčiau aptartos emitentų grupės, viršvalstybinės institucijos, kaip šiuo atveju Europos investicijų bankas, Šiaurės investicijų bankas ir Azijos plėtros bankas, paprastai pasižymi mažesne kredito rizika ir aiškiais ESG pagrindais. Dėl šios priežasties šie žaliųjų obligacijų emitentai yra atsparesni su klimato rizika susijusių veiksnių pokyčiams.

Kadangi šiame tyrime siekiama palyginti kaip žaliosios obligacijos reaguoja į su klimato rizika susijusius veiksniai atsižvelgiant į tai, kaip tomis pačiomis ekonominėmis ir klimato sąlygomis keičiasi tradicinių obligacijų kainos, taip pat atrinkta 10 tradicinių obligacijų emitentų.

10 lentelė*Tradicinių obligacijų charakteristikos*

Sektorius	Emitentas	Išleidimo data	Išpirkimo terminas
Įmonių emitentai (privatusis sektorius)	E.ON INTL FINANCE BV (EUR) (Nyderlandai)	2003-01-31	2033-02-14
	McDonalds Corp (USD) (JAV)	2002-04-09	2031-04-23
	George Weston LTD (CAD) (Kanada)	2003-02-25	2033-03-01
	Orange SA (EUR) (Prancūzija)	2003-01-15	2033-01-28
	TELEFO EUROPE BV (EUR) (Nyderlandai)	2003-02-06	2033-02-14
	DEUTSCHE TELEKOM INT FIN (EUR) (Nyderlandai)	2003-01-16	2033-01-24
	TESCO PLC (GBP) (UK)	2002-11-26	2033-01-13
Vyriausybės ar savivaldybių emitentai (viešasis sektorius)	Province of Ontario (CAD) (Kanada)	2003-02-21	2043-02-06
	Kommunekredit (USD) (Danija)	2003-03-02	2033-02-18
Viršvalstybinės institucijos	European Investment Bank (GBP) (Liuksemburgas)	2003-02-19	2031-03-31

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Bloomberg (2025)

Remiantis 10 lentelėje pateiktomis tradicinių obligacijų emitentų charakteristikomis, matoma, kad šis rinkinys yra tinkamas palyginimui su žaliųjų obligacijų rinkiniu. Didelė emitentų šalių įvairovė, kaip pavyzdžiui, Danija, Nyderlandai, JAV, Kanada, Jungtinė Karalystė ar Liuksemburgas pasižymi skirtingomis klimato politikomis, reguliacinėmis priemonėmis ir informacijos atskleidimo lygmeniu. Taip pat tradicinės obligacijos pasirinktos iš tų pačių sektorių kaip žaliosios obligacijos (9 lentelė). Skirtingi sektoriai tyrime leidžia įvertinti abiejų tipų klimato rizikas – tiek pereinamąją, tiek fizinę riziką. Remiantis Bloomberg (2025), šios obligacijos yra aukštos kredito kokybės, o tai leidžia minimalizuoti kredito rizikos poveikį ir analizėje įvertinti

būtent klimato rizikos įtaką. Taip pat, sudarant tradicinių obligacijų rinkinį atsižvelgta ir į obligacijos terminą. Todėl šis rinkinys gali būti vertinamas ir lyginamas su žaliųjų obligacijų rinkiniu analizuojant su klimato rizika susijusių veiksnių įtaką nagrinėjamu finansinių priemonių kainoms.

Nepriklausomi kintamieji:

Remiantis 1.2.2. skyrelyje išnagrinėtais veiksniais, darančiai įtaką obligacijų rinkai, galima teigti, kad klimato riziką galima išmatuoti kiekybiniais rodikliais, kuriais apibrėžiami makroekonominiai veiksniai, rizika, likvidumas, obligacijų finansiniai rezultatai bei obligacijų charakteristikos. Atlikus mokslinių tyrimų analizę pastebėta, jog dažniausias kintamasis naudojamas nustatyti klimato kaitos įtaką obligacijų rinkai yra klimato kaitos indeksas (MCCC). Kadangi siekiama išanalizuoti tiesioginę su klimato rizika susijusių veiksnių įtaką, šiam tyrimui pasirinkti penki nepriklausomi kintamieji:

- 1) Stichinių nelaimių kiekis** - šis rodiklis atspindi stichinių nelaimių metinę statistiką. Šį rodiklį sudaro tokių įvykių kaip sausrų, potvynių, ekstremalios temperatūros, audrų, gaisrų ir nuošliaužų metiniai duomenys. Del Giudice, Rigamonti ir Signori (2025) teigė, kad stichinės nelaimės daro reikšmingą įtaką obligacijų finansiniams rezultatams, todėl galima kelti šias hipotezes:

H0: Nėra statistiškai reikšmingo stichinių nelaimių kiekio poveikio žaliųjų obligacijų kainai.

H1: Egzistuoja statistiškai reikšmingas stichinių nelaimių kiekio poveikis žaliųjų obligacijų kainai.

- 2) Stichinių nelaimių sukeltas nuostolis** – stichinių nelaimių žala išreikšta kaip procentas nuo pasaulinio BVP. Taip pat, nagrinėdami stichinių nelaimių kiekio reikšmingumą, Del Giudice, Rigamonti ir Signori (2025) analizavo sukeltos žalos įtaką obligacijų vertei. Todėl tikrinamos šios hipotezės:

H0: Nėra statistiškai reikšmingo stichinių nelaimių sukulto nuostolio poveikio žaliųjų obligacijų kainai.

H1: Egzistuoja statistiškai reikšmingas stichinių nelaimių sukulto nuostolio poveikis žaliųjų obligacijų kainai.

- 3) Išmetamų teršalų kiekis** – tai anglies dioksido arba kitos šiltnamio efektą skatinančių dujų emisijos. Zheng, Jin ir Han (2024) nagrinėjo išmetamųjų teršalų į aplinką daromą įtaką žaliųjų obligacijų klimato rizikai, todėl šiame tyrime keliamos šios hipotezės:

H0: Nėra statistiškai reikšmingo išmetamų teršalų kiekio poveikio žaliųjų obligacijų kainai.

H1: Egzistuoja statistiškai reikšmingas išmetamų teršalų kiekio poveikis žaliųjų obligacijų kainai.

- 4) Jūros lygio pokyčiai** – šis rodiklis apima procentinį jūros lygio pokytį lyginant su n-1 metais pasauliniu mastu. Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025) savo tyrime teigė, kad klimato kaitos pokyčiai daro reikšmingą įtaką žaliųjų obligacijų išleidimui. Todėl galima kelti šias hipotezes:

H0: Nėra statistiškai reikšmingo jūros lygio pokyčio poveikio žaliųjų obligacijų kainai.

H1: Egzistuoja statistiškai reikšmingas jūros lygio pokyčio poveikis žaliųjų obligacijų kainai.

- 5) Temperatūros pokyčiai** - šis rodiklis apima procentinį temperatūros pokytį lyginant su n-1 metais pasauliniu mastu. Remiantis Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025) atliktu tyrimu, kuriame analizuojamos klimato kaitos sudedamosios dalys ir jų įtaka žaliųjų obligacijų emisijoms, šiame tyrime keliamos šios hipotezės:

H0: Nėra statistiškai reikšmingo temperatūros pokyčio poveikio žaliųjų obligacijų kainai.

H1: Egzistuoja statistiškai reikšmingas temperatūros pokyčio poveikis žaliųjų obligacijų kainai.

11 lentelė

Kontroliniai kintamieji

Kintamasis	Aprašymas
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	Pasaulinis metinis vartotojų kainų indekso rodiklis (infliacija), išreikštas procentine išraiška.
Pasaulinis BVP augimas	Pasaulinis metinis bendro vidaus produkto augimo tempo rodiklis, išreikštas procentine išraiška, lyginant su t-1 metais.
Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	Dėl skirtingų emitento šalių pateiktų 9 ir 10 lentelėse, siekiant įvertinti globalios ir lokalsios infliacijos įtakos obligacijų kainoms reikšmingumą.
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	Dėl skirtingų emitento šalių pateiktų 9 ir 10 lentelėse, siekiant įvertinti globalią ir lokalią BVP augimo įtakos obligacijų kainoms reikšmingumą.
Valiutos kursas	Dėl skirtinga valiuta denominuotų valiutų įvairovės, pateiktos 9 ir 10 lentelėse, į tyrimą įtraukti atitinkami valiutų kursai lyginami su bazine valiuta – JAV doleriu.

Šaltinis: sudaryta autorės

Siekiant nustatyti ekonomines sąlygas nagrinėjamu laikotarpiu ir naudojantis Rstudio programos galimybėmis, išvesti papildomi tikslinamieji kontroliniai kintamieji: pasaulio BVP augimo tempo ir emitento šalies BVP augimo tempo skirtumas bei pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas (11 lentelė). Šių papildomų kintamųjų įtraukimas leidžia atskirti bendrus pasaulinius sukrėtimus nuo emitento šalies vidaus ekonominės situacijos, todėl tai leidžia tiksliau išmatuoti makroekonominių veiksnių įtaką obligacijų rinkai.

Tyrimo imtis: Kadangi tyrime siekiama atsižvelgti į klimato kaitos įtaką tradicinių bei žaliųjų obligacijų rinkai, tyrimo imtis yra 10-ies metų laikotarpio, t. y. 2014 – 2024 m. metiniai priklausomo ir nepriklausomų kintamųjų duomenys. Pasirinkus šią tyrimo imtį taip pat bus

galima įvertinti klimato rizikos veiksnių įtaką obligacijų rinkai prieš svarbius politinius susitarimus, aptartus 1.1.2. skyrelyje, ir po šių susitarimų priėmimo 2015 m. (Paryžiaus susitarimas) ir 2019 m. (ES žaliasis kursas ir JT darnaus vystymosi tikslai).

Pasitelkus statistinių duomenų analizę sudaromas pirmas įspūdis apie rinkos tendencijas ir investuotojų elgseną, o pritaikius panelinių duomenų (fiksuotų ir atsitiktinių efektų) modelį ir įvertinus tyrimo rezultatus, galima nustatyti žaliųjų obligacijų rinkai įtaką darančių veiksnių efektyvumą, reikšmingumą ir žaliųjų obligacijų priklausomybę nuo pasirinkto veiksnio pokyčių laike. Kontrolinių kintamųjų stebėjimas leis nustatyti tiriamojo laikotarpio ekonomines sąlygas ir kaip jos prisideda prie žaliųjų obligacijų rinkos dinamikos. Išanalizavus sudaryto panelinio duomenų modelio rezultatus pateikiamos išvados apie modelio efektyvumą ir paaiškinamumo lygį. Taip pat, gauti rezultatai palyginami tradicinių obligacijų kainų dinamika ir mokslinėje literatūroje ištirtais dėsningumais.

3. SU KLIMATO RIZIKA SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ KAINOMS TYRIMAS

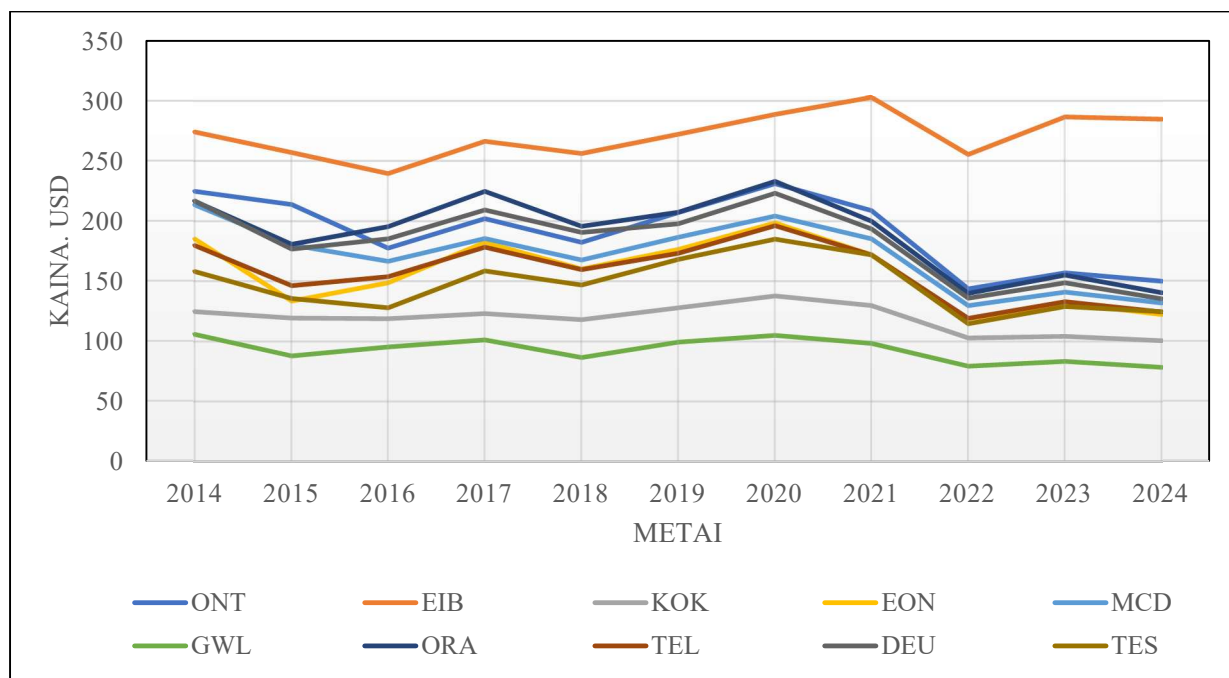
3.1. Tradicinių ir žaliųjų obligacijų kainų tendencijų analizė ir rinkos apžvalga

Žinoma, kad su klimatu susijusi rizika yra svarbus veiksnys, darantis įtaką visai finansų rinkai. Stichinės nelaimės, jūros bei temperatūros lygio pokyčiai veikia ekonominę veiklą ir lemia investuotojų nuotaikas bei lūkesčius. Nors obligacijų rinka dažnai vertinama kaip stabili ir mažos rizikos investicijų priemonė, ji yra pažeidžiama tiek fizinės, tiek pereinamojo laikotarpio rizikos, kuri yra susijusi su klimato kaita ir klimato rizikos veiksniais.

Tuo tarpu, žaliosios obligacijos yra svarbi finansinė priemonė, orientuota į tvarias investicijas ir aplinkosaugos požiūriu pagrįstus projektus. Tačiau išryškėja reikšmingas skirtumas vertinant šio tipo obligacijas atsižvelgiant į emitento charakteristikas, tokias kaip, sektorius, regionas ar valiuta. Minėta, kad fizinė rizika vaidina svarbų vaidmenį formuojant žaliųjų obligacijų kainas, tačiau iš pirmo žvilgsnio vertinant pasirinktų obligacijų kainų tendencijas 2014 – 2024 m. laikotarpiu, galima pastebėti ir pereinamojo laikotarpio rizikos įtakos poveikio požymių. Didžioji dalis pasirinktų obligacijų yra denominuotos EUR valiuta. Kita dalis obligacijų išleista JAV dolerių valiuta, o dėl regioninės įvairovės, rinkinyje galima pastebėti ir Kanados, Naujosios Zelandijos dolerių ir Turkijos lira bei kitomis valiutomis denominuotų žaliųjų obligacijų. Valiutos kurso rizika, netiesiogiai, tačiau prisideda prie pereinamojo laikotarpio rizikos. Analizuojant tradicinių obligacijų kainas taip pat susiduriama su regionine įvairove ir denominuotų valiutų skirtumais. Kaip pavyzdžiui, Didžiosios Britanijos svarų sterlingų (GBP), Kanados dolerių (CAD), JAV dolerių (USD) ir žinoma, didžioji dalis - eurų (EUR) valiuta.

2a paveikslas

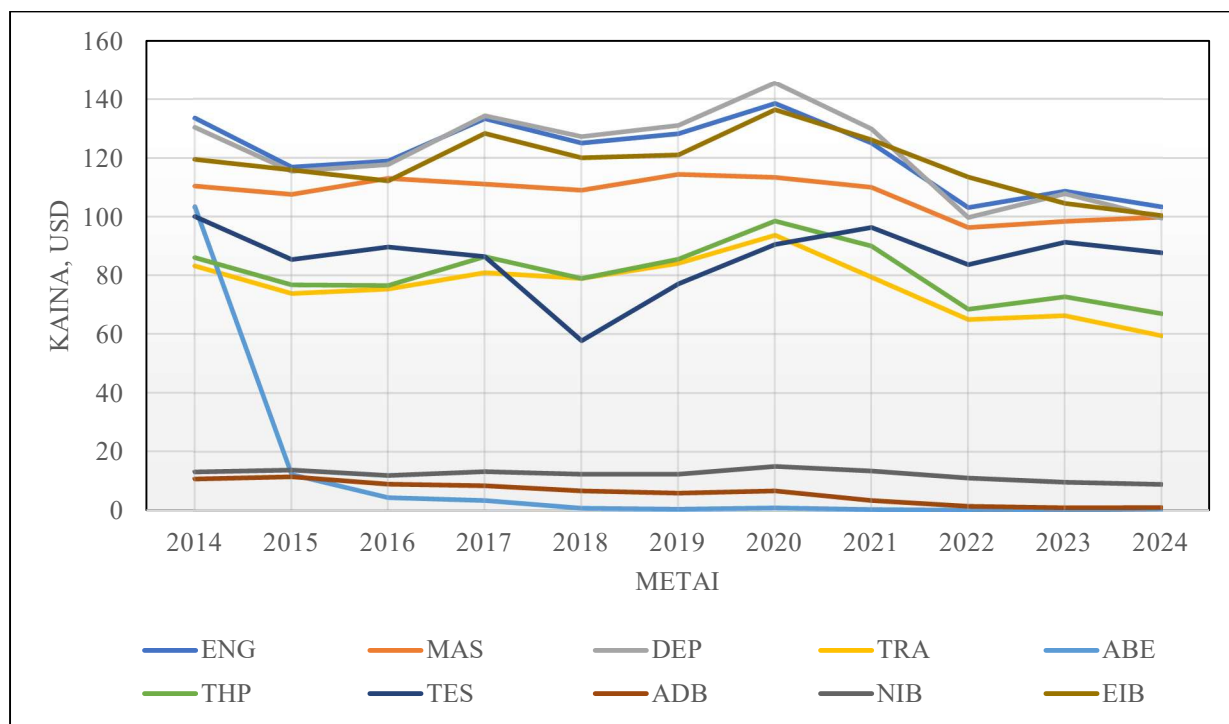
Tradicinių obligacijų kainų palyginimas 2014-2024 m. laikotarpiu



Šaltinis: sudarytas autorės, remiantis Bloomberg (2025) duomenimis

2b paveikslas

Žaliųjų obligacijų kainų palyginimas 2014-2024 m. laikotarpiu



*Paveikslų legendose naudojami obligacijų trumpiniai, pateikti 9 ir 10 lentelėse.

Šaltinis: sudarytas autorės, remiantis Bloomberg (2025) duomenimis

Remiantis Bloomberg (2025) ir analizuojant pasirinktų žaliųjų obligacijų kainas nagrinėjamu laikotarpiu, matoma, kad tiek žaliųjų, tiek tradicinių obligacijų, pasirinktų nagrinėti tyrime, rinkinyje yra didelė valiutų įvairovė, todėl obligacijų metinės kainos lentelėse pateikiamos JAV doleriais (USD). Kainos perskaičiuotos naudojantis atitinkamais valiutų kursais (EUR/USD, GBP/USD, CAD/USD, ir t. t.) 2014-2024 m. laikotarpiu.

Stebint tradicinių obligacijų kainų pokyčius 2014-2024 m. laikotarpiu, galima matyti, jog jų kainų pokyčiai laikui bėgant yra stipriai susiję – tradicinių obligacijų kainos kyla ir leidžiasi kartu (2a paveikslas). Kai palūkanų normos mažėja, obligacijų kainos kyla, taip atsitinka dėl to, nes senesnės obligacijos moka didesnius kuponus nei naujos emisijos. Tačiau kai palūkanų normos staiga šokteli, obligacijų kainos linkusios mažėti. Šią palūkanų normos pokyčio įtaką galima paaiškinti ir nagrinėjant žaliųjų obligacijų rinkinio kainų pokyčius (2b paveikslas). Šie žaliųjų obligacijų kainų svyravimai gali būti paaiškinti tuo, jog žaliosios obligacijos yra prekiaujamos su „žaliuoju priedu“ (angl. greenium), o dėl tvarumo tikslų investuotojai yra labiau linkę rinktis mažesnę obligacijų pajamingumą, tačiau aukštesnes kainas. Remiantis 2b paveiksle matomais kainų šuoliais 2019-2021 m. galima daryti prielaidą, kad politiniai susitarimai minėti 1 skyriuje, tokie kaip ES žaliasis susitarimas ar Paryžiaus susitarimas, didina ESG indeksus, kas lemia būtent žaliųjų obligacijų kainų didėjimą ir šio tipo obligacijų patrauklumą rinkoje.

Tokie obligacijų emitentai, kaip pavyzdžiui, European Investment Bank ir Nordic Investment Bank turi AAA kredito reitingus (Bloomberg, 2025). Didesnis kredito reitingas paprastai lemia aukštesnę obligacijos kainą, nes jis savo ruožtu reiškia mažesnę emitento nemokumo riziką, o prastesnis kredito reitingo įvertinimas dažnai lemia ir ilgesnius išleistų obligacijų terminus. Kaip rezultatas, padidėja ir jautrumas palūkanų normų pokyčiams, todėl kainos linkusios mažėti. Šie kredito reitingų skirtumai tarp pasirinktų obligacijų rinkinyje atsispindi ir kainų pokyčių grafikuose 2014-2024 m. laikotarpiu (2a ir 2b paveikslas).

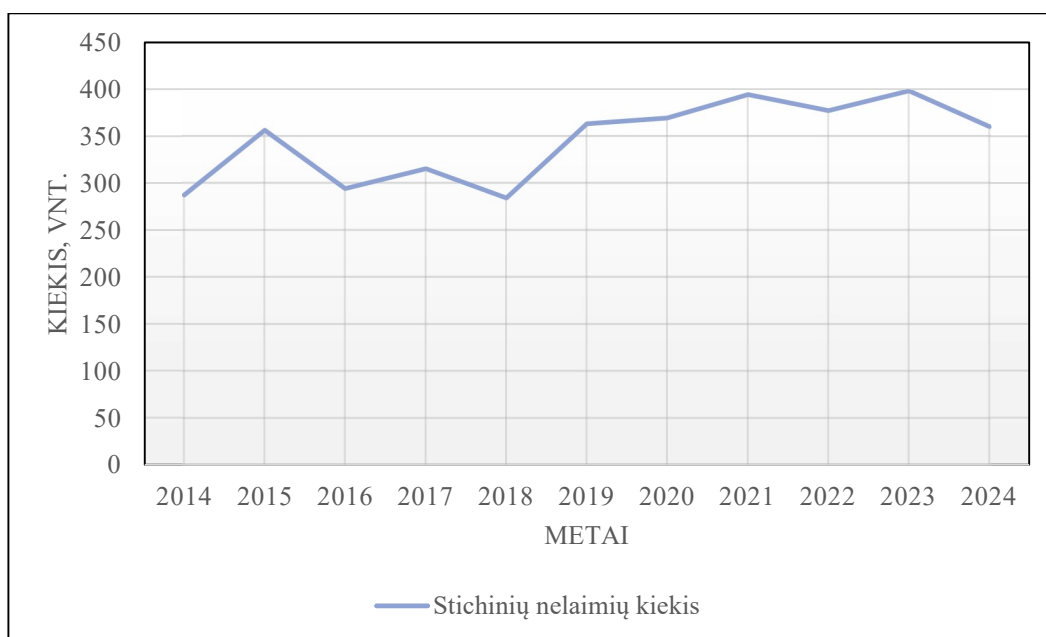
Apibendrinant, svarbu paminėti, kad žaliosios obligacijos yra tradicinių obligacijų rinkos dalis, todėl tiek žaliosios, tiek tradicinės obligacijos šiuo atveju turi tą pačią rinkos infrastruktūrą, investuotojus, kredito reitingus ir kartais net tuos pačius emitentus, matomus 9 ir 10 lentelėse. Dėl to kainų pokyčiai tradicinių obligacijų rinkoje tiesiogiai veikia žaliąsias obligacijas atsižvelgiant į orientacines (angl. „benchmark“) palūkanų normas ir kredito reitingų skirtumus. Todėl, kai tradicinių obligacijų pajamingumas kyla arba krenta, žaliųjų obligacijų pajamingumas paprastai kinta beveik vienodai. Kitaip tariant, tradicinės obligacijos yra šios rinkos lyderis, o žaliosios obligacijos seka jų rinkos dinamiką. Nepaisant to, kad žaliosios obligacijos reaguoja į tradicinių obligacijų tendencijas, kainų pokyčiai žaliųjų obligacijų rinkoje gali daryti įtaką tradicinėms obligacijoms: didelė investuotojų paklausa ESG vertybes atitinkančioms investicijoms gali

padidinti visų panašios rizikos obligacijų kainas.

Siekiant išanalizuoti klimato rizikos poveikį žaliųjų obligacijų rezultatams ir emitentų pažeidžiamumui, šiame tyrime atrinktas nepriklausomų kintamųjų rinkinys, kuris apima tiek fizinius, tiek pereinamojo laikotarpio klimato rizikos aspektus. Prie fizinės rizikos priskiriami tokie veiksniai kaip stichinių nelaimių padaryta žala, taip pat stichinių nelaimių kiekis per metus, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo į aplinką kiekis, jūros lygio bei temperatūros pokyčiai. Remiantis 1 rašto darbo skyriuje atlikta mokslinių tyrimų analize, pastebima, kad veiksniai, apimantys fizinę riziką, lemia žaliųjų obligacijų kainų kilimą, o pereinamojo laikotarpio rizika veiksniai, kaip pavyzdžiui, išmetamųjų dujų kiekis, lemia didesnes atitikties išlaidas ar baudas, dėl ko kainos yra linkusios mažėti.

3 paveikslas

Stichinių nelaimių kiekis per metus



Šaltinis: sudarytas autorės, remiantis International Monetary Fund (2025) duomenimis

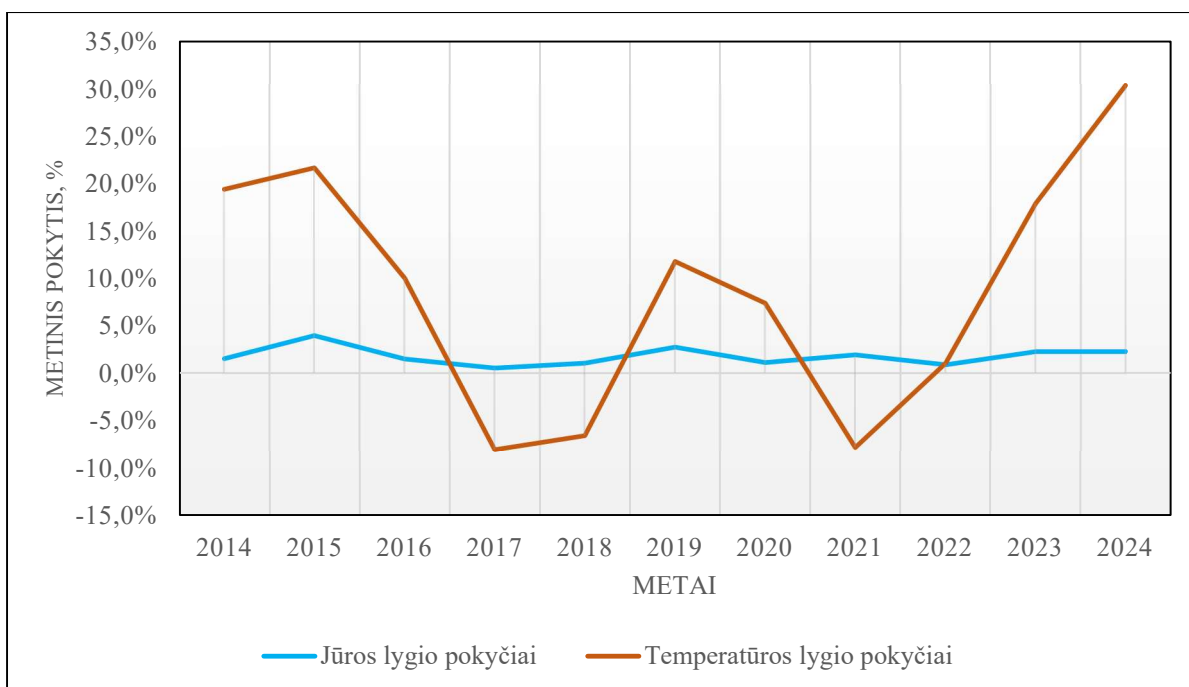
3 paveikslas atskleidžia metinius stichinių nelaimių duomenis 2014-2024 m. laikotarpiu. Šiuos duomenis sudaro užfiksuoti potvyniai, sausros, ekstremali temperatūra, gaisrai ir nuošliaužos. Pasauliniu mastu daugiausiai stichinių nelaimių pastebima 2021 metais, jų skaičius siekė net 394. Kadangi įprastu atveju, daugėjant stichinių nelaimių kiekiui, žaliųjų obligacijų paklausa didėja, tai lemia šių finansinių priemonių kainų didėjimą ir pajamingumo mažėjimą. Tai iš esmės galėtų paaiškinti ir 2b paveiksle matomą „Tesla Energy Operations Inc“ ir kitų emitentų išleistos obligacijos žymų kainos nuosmukį 2018 m., kadangi būtent šiais metais užfiksuotų

stichinių nelaimių kiekis yra mažiausias nagrinėjamu laikotarpiu. 2019-2021 m. didėjantis gamtinių katastrofų skaičius savo ruožtu lėmė padidėjusią žaliųjų obligacijų paklausą, tai atskleidžia 2a ir 2b paveiksluose matomi tiek žaliųjų, tiek tradicinių obligacijų kainų įverčiai.

Taigi, galima teigti, kad tarp stichinių nelaimių kiekio ir žaliųjų obligacijų kainų egzistuoja reikšmingas teigiamas ryšys. Augantis ekstremalių klimato reiškinių kiekis lemia žaliųjų obligacijų patrauklumą investuotojams, taip didindamas paklausą ir šių finansinių priemonių vertę.

4 paveikslas

Jūros lygio ir temperatūros pokyčiai



Šaltinis: sudarytas autorės, remiantis YCharts (2025) duomenimis

Remiantis 4 paveiksle pateiktais duomenimis, galima matyti, kad po 2015 m. stebimas tiek jūros lygio, tiek žymus temperatūros lygio pokyčių sumažėjimas. Ši reiškinį galima susieti su 2015 m. priimtu Paryžiaus susitarimu ir fiksuoti kaip teigiamą politinio susitarimo pasekmę klimato kaitos požiūriu. Panašų poveikį kalbant apie politinius susitarimus galima pastebėti ir 2019 m. bei 2020 m. atitinkamai, po JT darniųjų tikslų nustatymo ir Europos žaliojo susitarimo. Tačiau taip pat svarbu nepamiršti ir fakto, kad 2019 m. pabaigoje prasidėjusi COVID-19 pasaulinė pandemija laikinai sustabdė pramoninę veiklą, o tai taip pat gali būti susiję su išmetamųjų į aplinką teršalų kiekio sumažėjimu ir temperatūros bei jūros lygio pokyčių sumažėjimu.

Apibendrinant galima teigti, kad pasirinktų nagrinėti tradicinių bei žaliųjų obligacijų

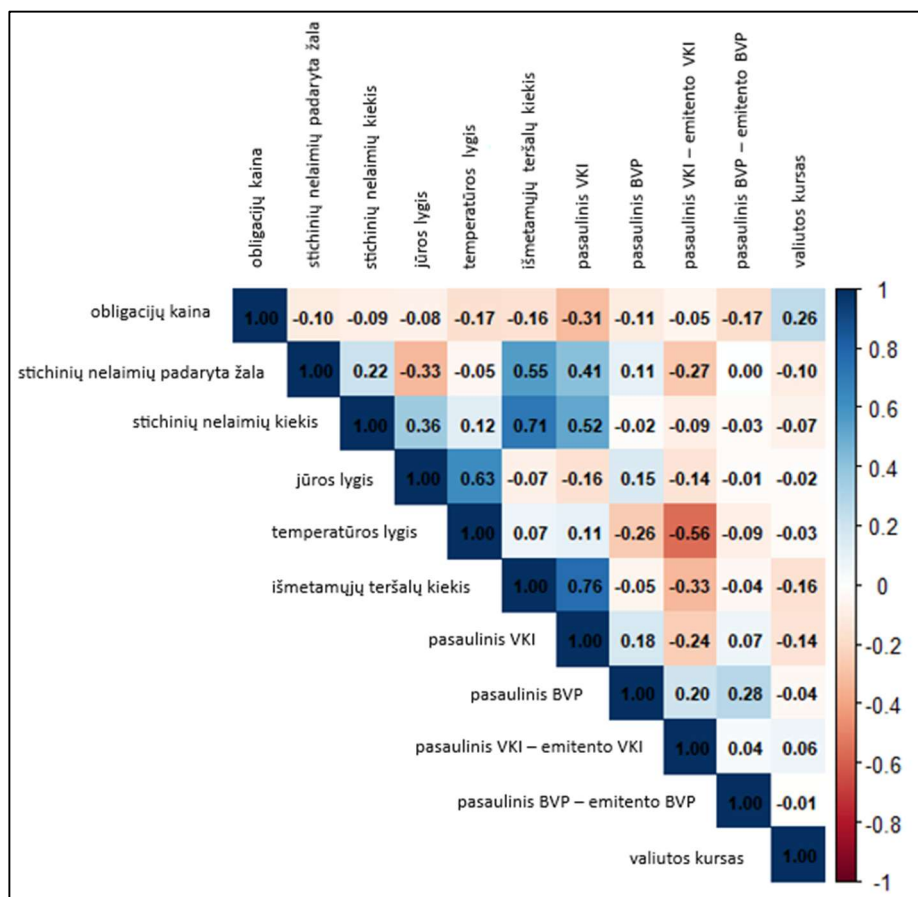
charakteristikos yra labai skirtingos, o jų sektorius, regionas ir valiuta lemia atitinkamus kainų svyravimus nagrinėjamu laikotarpiu. Tiek tradicinės, tiek žaliosios obligacijos yra priklausomos nuo fizinės ir pereinamojo laikotarpio klimato rizikos. Valiutų, kuriomis yra denominuotos tyrime pasirinktos obligacijos, svyravimai atitinkamai lemia pokyčius žaliųjų obligacijų rinkoje ir daro įtaką jų kainų dinamikai.

3.2. Koreliacinė duomenų analizė

Šiame su klimato rizika susijusių veiksnių įtakos tradicinių ir žaliųjų obligacijų rinkose tyrime pasitelkiamas nagrinėti panelinių duomenų modelis, kurio specifikacijos aprašytos 2-ame rašto darbo skyriuje. Tačiau prieš vertinant panelinius modelius, labai svarbu išnagrinėti Pearsono koreliacijas tarp modelio kintamųjų. Ši koreliacinė analizė leidžia susidaryti pirmąjį įspūdį apie ryšius ir galimą koreliaciją tarp pagrindinių kintamųjų, esančių duomenų rinkinyje. Pearsono koreliacija gali padėti aptikti ar nepriklausomi kintamieji yra tarpusavyje susiję, bei nustatyti galimą multikolinearumo problemą dar prieš sudarant modelį. Taigi, svarbu atlikti šią koreliacinę analizę, nes ji leidžia įvertinti pagrindinę modelio duomenų struktūrą ir pagerina vėlesnės ekonometrines analizės rezultatų patikimumą.

5a paveikslas

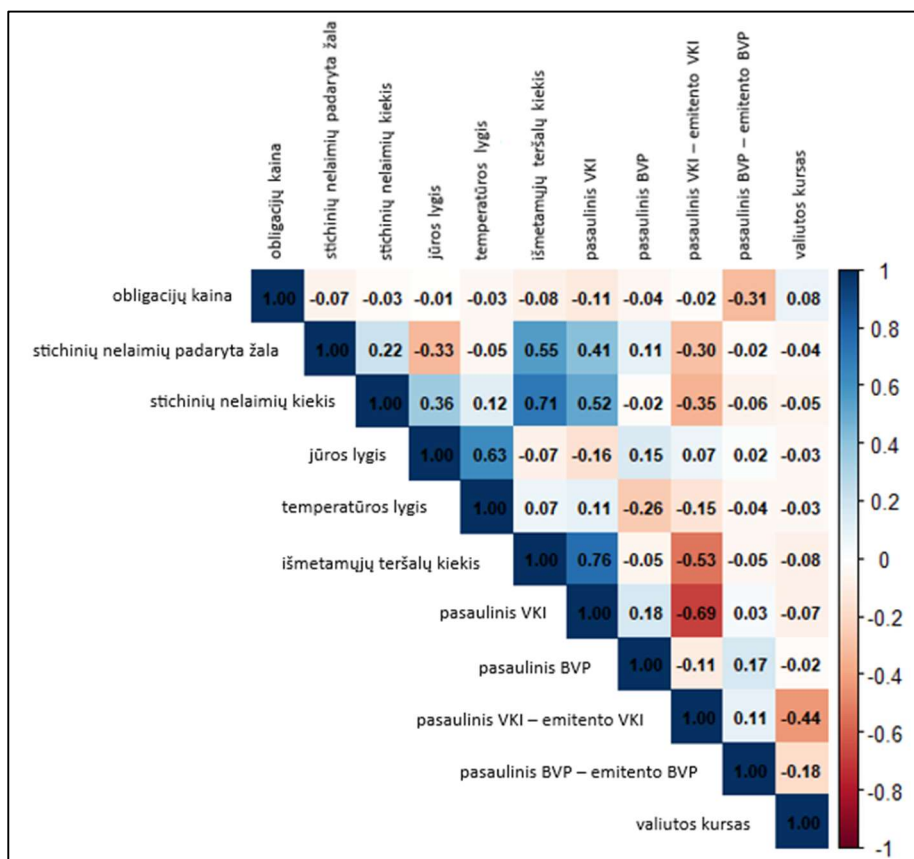
Pearsono koreliacijos analizė tradicinių obligacijų rinkinyje



Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

5b paveikslas

Pearsono koreliacijos analizė žaliųjų obligacijų rinkinyje



Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Pearsono koreliacijos analizė obligacijų kainų modeliuose rodo, kad tiek tarp žaliųjų, tiek tarp tradicinių obligacijų kainų ir klimato rizikos kintamųjų egzistuoja silpnas koreliacinis ryšys, kuris nėra statistiškai reikšmingas (5a ir 5b paveikslai). Todėl nėra įmanoma nustatyti su klimatu susijusių veiksnių poveikio obligacijų kainoms neįvertinant papildomų kontrolinių kintamųjų ir panelinių modelių. Aukštesnės koreliacijos matomos tarp pačių su klimato rizika susijusių nepriklausomų kintamųjų. Pavyzdžiui, stichinių nelaimių kiekis per metus abiejuose kainų modeliuose stipriai koreliuoja su išmetamųjų į aplinką teršalų kiekiu ir pasauliniu VKI, o jūros lygio pokyčiai yra susiję su temperatūros pokyčiais. Tai iš esmės atspindi natūralų klimato sistemos tarpusavio priklausomumą ir patvirtina galimą multikolinearumo riziką regresijos modeliuose. Pearsono koreliacija taip pat atskleidžia stiprų ryšį tarp klimato ir makroekonominių rodiklių: išmetamųjų teršalų ir pasaulinio VKI koreliacija taip pat pasižymi aukštu įverčiu, kuris rodo, kad šie rodikliai galimai apibrėžia bendrą pasaulio ekonominės veiklos lygį.

Tyrime taip pat įvertintas ir Pearsono koreliacijos reikšmingumo lygmuo. Ši analizė leis patikrinti, ar ryšiai tarp kintamųjų yra statistiškai reikšmingi (1 priedas, 2 priedas). Analizuojant kontrolinius makroekonominius kintamuosius, matoma, kad 95 proc. reikšmingumo lygmeniu

statistiškai reikšmingas koreliacinis ryšys egzistuoja pasaulinio VKI, BVP skirtumo kintamųjų. Tai indikuoja standartinį poveikį obligacijų kainų pokyčiui - pasaulinė infliacija turi neigiamą ryšį su obligacijų kainomis, kai infliacija kyla, obligacijų kainos mažėja. Koreliacinė analizė atskleidžia, kad žaliųjų obligacijų kainos yra neigiamai susijusios su emitento BVP, lyginant su pasaulio ekonomika. Nors valiutos kurso rodiklis nėra reikšmingas žaliųjų obligacijų modelyje, valiutos vertės kilimas JAV dolerio atžvilgiu yra susijęs su aukštesnėmis tradicinių obligacijų kainomis, tai taip pat yra standartinis valiutos kurso poveikis. Tiek žaliųjų, tiek tradicinių obligacijų modelyje užfiksuotas statistiškai reikšmingas ryšys tarp klimato kintamųjų, kaip pavyzdžiui, stichinių nelaimių ir išmetamųjų teršalų į aplinką kiekio, stichinių nelaimių padarytos žalos ir išmetamųjų teršalų į aplinką kiekio, jūros lygio ir temperatūros pokyčio bei stichinių nelaimių kiekio ir jūros lygio pokyčio. Kaip ir buvo pastebėta anksčiau - klimato kintamieji koreliuoja tarpusavyje ir atspindi persidengiančius klimato šokų poveikius. Todėl svarbu klimato kintamuosius vertinti sąlygiškai, o ne individualiai. Stipriausias ryšys matomas tarp išmetamųjų teršalų į aplinką kiekio ir pasaulio VKI, tai yra labai svarbus rodiklis, nes išmetamųjų teršalų kiekis ir pasaulinė infliacija laikui bėgant kartu didėja. Būtent tai leidžia pateisinti fiksuotų efektų naudojimą vėlesniame tyrime. Taip pat svarbus ryšys egzistuoja tarp pasaulinio VKI ir šio rodiklio skirtumo tarp emitentų šalių bei atitinkamai tarp pasaulinio BVP ir jo skirtumo tarp emitentų. Tai rodo, kad skirtumų kintamieji yra susiję su pasaulinių rodiklių kintamaisiais, tačiau nėra jų pakartojimas, taigi tai šių rodiklių įtraukimas į modelį nesudaro tobulo multikolinearumo problemos bei reikšmingai atskiria pasaulinius šokus nuo emitento šalies padėties. Nors valiutos kursas nėra susijęs su klimato kintamaisiais, tačiau reikšmingai koreliuoja su obligacijų kainomis, tai reiškia, kad valiutos kursas veikia kaip kontrolinis veiksnys, nesukeliantis klimato poveikio.

Žaliųjų obligacijų rinkinyje Pearsono koreliacijų analizė rodo, kad ryšiai tarp žaliųjų obligacijų kainų ir klimato rizikos kintamųjų taip pat yra gana silpni, o stipresnės koreliacijos daugiausiai pasireiškia vėlgi tarp pačių klimato ir makroekonominių rodiklių. Tai reiškia, kad vien tik koreliacinė analizė neatskleidžia tiesioginės su klimato rizika susijusių kintamųjų įtakos žaliųjų obligacijų kainoms, todėl būtina taikyti išplėstinius daugiaveiksnius modelius, tokius kaip fiksuotų efektų ar atsitiktinių efektų panelinius modelius. Apibendrinant, Pearsono koreliacijų matrica rodo, kad klimato veiksniai tarpusavyje yra stipriai susiję, tačiau jų tiesioginis ryšys su obligacijų kainomis yra silpnas. Todėl vien koreliacijos analizė nėra pakankama sąsajoms identifikuoti - būtina taikyti panelinius ekonometrinius modelius, kurie leidžia įvertinti klimato rizikos poveikį kontroliuojant kitus makroekonominius veiksnus.

3.3. Mažiausių kvadratų (OLS) modelis

Prieš sudarant fiksuotų ar atsitiktinių efektų panelinius modelius, svarbu pirmiausia įvertinti paprastąjį mažiausių kvadratų (OLS) modelį, taip pat žinomą kaip pastovų (angl. constant) modelį. Šis bazinis modelis daro prielaidą, kad visi skerspjuvio vienetai turi vienodą konstantą ir tuos pačius nuolydžio koeficientus, t. y. modelyje nėra leidžiama atsirasti ar egzistuoti individualioms emitentų savybėms ar heterogeniškumui. Šio modelio sudarymas leidžia įvertinti ar individualūs efektai yra statistiškai reikšmingi. Tokiu būdu, pirmiausia įvertinimas pastovų modelį ir yra užtikrinama, kad pasirinktos panelinių duomenų specifikacijos yra ekonometriškai pagrįstos, taip padidinant galutinių rezultatų paaiškinamumo lygmenį.

12 lentelė

Mažiausių kvadratų (OLS) modelio rezultatai

Tradicinių obligacijų pastovus modelis	
Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis
Konstanta	10.84393
Stichinių nelaimių padaryta žala	-5517.05949
Stichinių nelaimių kiekis	0.28729 .
Jūros lygio pokyčiai	-1355.82722
Temperatūros pokyčiai	-11.97121
Išmetamųjų teršalų kiekis	0.10974
Kontroliniai kintamieji	Koeficiento įvertis
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-896.29795 **
Pasaulinis BVP augimas	300.66227
Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	-1027.31932 **
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-334.71530 .
Valiutos kursas	30.04510 *
Žaliųjų obligacijų pastovus modelis	
Konstanta	98.704
Stichinių nelaimių padaryta žala	-3720.3
Stichinių nelaimių kiekis	0.15630
Jūros lygio pokyčiai	-960.88
Temperatūros pokyčiai	38.258

Išmetamųjų teršalų kiekis	-0.080261
Kontroliniai kintamieji	Koeficiento įvertis
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-606.73
Pasaulinis BVP augimas	237.53
Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	-294.80
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-5.4303**
Valiutos kursas	-6.8602

Koeficientų reikšmingumai lygmenyse: 0,001 - ***, 0,01 - **, 0,05 - *, 0,1 - .

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Remiantis mažiausių kvadratų (OLS) modelio rezultatais, pateiktais 12 lentelėje, matoma, kad makroekonominiai rodikliai daro didesnę poveikį tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų rinkinyje nei su klimatu susiję kintamieji. Tradicinių obligacijų kainos yra veikiamos vartotojų kainų indekso (VKI), BVP augimo tempo ir valiutos kurso pokyčių. 90 proc. reikšmingumo lygmeniu pastebima stichinių nelaimių kiekio įtaka kainai. Žaliųjų obligacijų OLS modelyje pastebimas tik pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumo įverčio reikšmingumas.

Siekiant ekonometrinio pagrįstumo ir įvertinti ar konstantos modelis yra tinkamas tyrimo analizei, atliekamas diagnostinis testas - Breusch-Pagan (BP) testas. Šis testas leidžia įvertinti, ar paneliniame modelyje egzistuoja individualūs efektai. Iškeliamos šios hipotezės:

Nulinė hipotezė (H_0): nėra individualių efektų (bendras OLS yra tinkamas).

Alternatyvi hipotezė (H_1): individualūs efektai yra reikšmingi.

13 lentelė

Breusch-Pagan testas OLS modeliams

	Tradicinių obligacijų modelis	Žaliųjų obligacijų modelis
LM testo rezultatas (χ^2)	341.42	397.42
p vertė	0.00000000000000022	0.00000000000000022

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

13 lentelėje pateikiami Breusch-Pagan (BP) testo rezultatai. Galima pastebėti, kad tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų OLS modeliuose p vertė yra mažesnė už 0.05, todėl tai leidžia

atmesti nulinę hipotezę, nes nepastebėti individualūs efektai yra reikšmingi ir OLS modelis nėra tinkamas. Šiuo atveju reikėtų tęsti analizę ir įvertinti fiksuotų efektų panelinius modelius.

3.4. Fiksuotų efektų modelis

Praeitame skyrelyje (3.3), išanalizavus OLS modelį žaliosioms ir tradicinėms obligacijoms, gauta išvada, jog OLS modelis nėra tinkamas ir svarbu įvertinti fiksuotų efektų modelius šiems obligacijų rinkiniams. Fiksuotų efektų panelinis modelis yra metodas, naudojamas įvertinti kintamųjų poveikį laikui bėgant, kontroliuojant pastovias kiekvieno stebimo objekto savybes. Šis modelis leidžia kiekvienam emitentui arba šaliai turėti savo individualią konstantą, taip eliminuojant jų nekintančias charakteristikas, kurios galėtų iškraipyti rezultatų įverčius. Kitaip tariant, fiksuotų efektų panelinis modelis pašalina nekintančius veiksnius laiko momentu t , galinčius būti susijusius su nepriklausomaisiais kintamaisiais, todėl leidžia patikimiau įvertinti tikrąjį tiriamų veiksnių poveikį priklausomajam kintamajam, šiuo atveju obligacijų kainoms.

14 lentelė

Fiksuotų efektų modelio rezultatai

Tradicinių obligacijų modelis		Žaliųjų obligacijų modelis	
Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis	Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis
Stichinių nelaimių padaryta žala	-6532.3***	Stichinių nelaimių padaryta žala	-3679.0*
Stichinių nelaimių kiekis	0.37253***	Stichinių nelaimių kiekis	0.19826**
Jūros lygio pokyčiai	-2228.3***	Jūros lygio pokyčiai	-1171.8**
Temperatūros pokyčiai	69.356**	Temperatūros pokyčiai	51.929*
Išmetamųjų teršalų kiekis	0.33116	Išmetamųjų teršalų kiekis	-0.057765
Kontroliniai kintamieji	Koeficiento įvertis	Kontroliniai kintamieji	Koeficiento įvertis

Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-1187.1 ***	Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-486.76**
Pasaulinis BVP augimas	405.77***	Pasaulinis BVP augimas	196.96*
Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	-220.72	Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	5.6076
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-172.02*	Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-32.448
Valiutos kursas	-44.307*	Valiutos kursas	-21.261

*Koeficientų reikšmingumai lygmenyse: 0,001 - ***, 0,01 - **, 0,05 - *, 0,1 - .*

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Remiantis gautais fiksuotų efektų panelinių modelių rezultatais, galima matyti, kad su klimatu susiję kintamieji yra statistiškai reikšmingi. Tiek tradicinių, tik žaliųjų obligacijų rinkiniuose stichinių nelaimių padaryta žala ir jūros lygio pokyčiai lemia kainų sumažėjimą, o papildoma stichinė nelaimė per metus lemia obligacijų kainų padidėjimą. Pastebimas ir makroekonominių kontrolinių kintamųjų reikšmingumas. Kontrolinių kintamųjų - vartotojų kainų indekso (VKI) ir valiutos kurso pokyčiai lemia tradicinių obligacijų kainų sumažėjimą. Žaliųjų obligacijų fiksuotų efektų paneliniame modelyje statistiškai reikšmingas pasaulinio VKI pokytis, kuris lemia šio tipo obligacijų kainų sumažėjimą, o pasaulinio BVP augimas lemia kainų padidėjimą. Išmetamųjų į aplinką teršalų kintamasis statistiškai nereikšmingas abiejuose obligacijų kainų modeliuose.

Vienas svarbiausių panelinio modelio diagnostinių testų – F testas. Šis testas fiksuotų efektų modeliui parodo, ar individualūs panelinio modelio efektai yra statistiškai reikšmingi ir iškelia šias hipotezes:

Nulinė hipotezė (H_0): individualūs (atsitiktiniai) efektai nėra reikšmingi.

Alternatyvi hipotezė (H_1): egzistuoja statistiškai reikšmingi individualūs (atsitiktiniai) efektai.

Remiantis Rstudio atlikta analize, tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų fiksuotų efektų modeliuose p vertė, gauta vertinant F testą, yra mažesnė už 0.05. Todėl galima atmesti nulinę hipotezę, ir patvirtinti alternatyviąją - egzistuoja statistiškai reikšmingi individualūs efektai. Tarp tiriamų obligacijų emitentų yra svarbių individualių (atsitiktinių) skirtumų, kurie daro įtaką

priklausomam kintamajam, šiuo atveju - obligacijų kainoms. Individualių efektų neįmanoma užfiksuoti bendra konstanta (angl. intercept), todėl šie rezultatai leidžia priimti išvada – reikia įvertinti atsitiktinių efektų panelinius modelius.

3.5. Atsitiktinių efektų modelis

Atsitiktinių efektų modelio įvertinimas yra svarbus žingsnis panelinių duomenų analizėje, nes siekiama įvertinti kintamųjų poveikį skirtingiems vienetams laikui bėgant, kartu stebint, kad kiekvienas vienetas gali turėti pastovių, tačiau atsitiktinai kintančių savybių. Atsitiktinių efektų panelinis modelis remiasi prielaida, kad šie individualūs skirtumai yra atsitiktiniai ir nesusiję su tyrimo modelyje naudojamais kintamaisiais. Tokiu būdu šis panelinis modelis leidžia efektyviau analizuoti kintamųjų pokyčius laike bei įvertinti kintamuosius, kurie nesikeičia, priešingai nei fiksuotų efektų paneliniame modelyje. Atsitiktinių efektų panelinių modelių sudarymas leidžia palyginti modelių specifikacijas, patikrinti jų tinkamumą bei nustatyti, kuris panelinis metodas geriausiai atspindi tiriamų kintamųjų ryšį.

15 lentelė

Atsitiktinių efektų modelio rezultatai

Tradicinių obligacijų modelis		Žaliųjų obligacijų modelis	
Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis	Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis
Konstanta	-33.60892 ***	Konstanta	78.736
Stichinių nelaimių padaryta žala	-6292.98942 ***	Stichinių nelaimių padaryta žala	-3594.3*
Stichinių nelaimių kiekis	0.35147 ***	Stichinių nelaimių kiekis	0.18977**
Jūros lygio pokyčiai	-2117.77689 **	Jūros lygio pokyčiai	-1119.5**
Temperatūros pokyčiai	64.13335 **	Temperatūros pokyčiai	49.924*
Išmetamųjų teršalų kiekis	0.39384	Išmetamųjų teršalų kiekis	-0.026025
Kontroliniai kintamieji	Koeficiento	Kontroliniai	Koeficiento įvertis

	įvertis	kintamieji	
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-1156.14387 ***	Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-475.53**
Pasaulinis BVP augimas	388.49835 ***	Pasaulinis BVP augimas	192.27*
Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	-218.96481	Pasaulio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	0.83457
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-171.90692 *	Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-39.931
Valiutos kursas	-32.23195 .	Valiutos kursas	-12.744

*Koeficientų reikšmingumai lygmenyse: 0,001 - ***, 0,01 - **, 0,05 - *, 0,1 - .*

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Įvertinus atsitiktinių efektų modelius, rezultatai pateikti 15 lentelėje rodo, kad klimato rizikos veiksniai statistiškai reikšmingai veikia tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų kainas, tačiau poveikio stiprumas skiriasi pagal obligacijų tipą. Abiejuose modeliuose stichinių nelaimių padaryta žala turi aiškiai neigiamą efektą obligacijų kainoms, t. y. didesnė žala reikšmingai mažina tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų vertę, o tai atspindi obligacijų rinkos jautrumą fizinės klimato rizikos nuostoliams. Stichinių nelaimių skaičius, priešingai, pasižymi teigiamu ir statistiškai reikšmingu poveikiu abiem obligacijų tipams, kas gali būti siejama su rinkos reakcija į padidėjusį klimato rizikos suvokimą ir aplinkai draugiškų finansinių instrumentų paklausos augimą. Jūros lygio pokyčiai taip pat turi neigiamą ir statistiškai reikšmingą efektą, rodantį, kad ilgalaikiai klimato rizikos veiksniai mažina obligacijų kainas tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų rinkose. Temperatūros pokyčių koeficientai yra teigiami ir reikšmingi abiejuose modeliuose, tačiau poveikio yra šiek tiek didesnis tradicinėms obligacijoms. Išmetamųjų teršalų kiekis nėra statistiškai reikšmingas, todėl jo įtaka obligacijų kainoms nėra fiksuojama nei tradicinių, nei žaliųjų obligacijų atsitiktinių efektų paneliniuose modeliuose.

Kontrolinių kintamųjų rezultatai atskleidžia, kad makroekonominė aplinka yra svarbus obligacijų kainodaros veiksnys. Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI) turi stiprų ir neigiamą poveikį tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų modeliuose. Tai iš esmės patvirtina faktą, kad kylant infliacijos lygiui, mažėja realiosios investicijų grąžos, todėl obligacijų kainos yra linkusios mažėti. Pasaulinio BVP augimas yra teigiamai susijęs su obligacijų kaina, todėl atskleidžiama, kad palanki

ekonominė aplinka ir makroekonominės sąlygos didina investuotojų rizikos apetitą ir skatina kainų augimą. Pasaulinio VKI ir BVP bei atitinkamai emitento šalių VKI ir BVP įverčių skirtumų kintamieji žaliųjų obligacijų modelyje nėra statistiškai reikšmingi, o tai rodo, kad rinkos reakciją labiau lemia pasaulinės, o ne emitento šalies vietinės makroekonominės tendencijos. Valiutos kurso pokyčiai reikšmingi tik tradicinių obligacijų modelyje, tačiau 90 proc. reikšmingumo lygumu atskleidžia, kad valiutų svyravimų poveikis obligacijų kainoms yra nedidelis.

Atsitiktinių efektų modelio tinkamumui įvertinti atliktas Hausmano diagnostinis testas. Šis testas lygina fiksuotų efektų ir atsitiktinių efektų modelius, siekiant nustatyti, kuris iš jų yra tinkamesnis.

Nulinė hipotezė (H_0): atsitiktinių efektų modelis yra efektyvus, todėl atsitiktinių efektų modelis yra tinkamas.

Alternatyvi hipotezė (H_1): atsitiktinių efektų modelis yra neefektyvus (nes individualūs efektai yra koreliuoti su regresoriais), todėl fiksuotų efektų modelis yra tinkamesnis.

Remiantis Rstudio atlikta analize, gauti Hausmano testo rezultatai abiem modeliams rodo itin aukštas p reikšmes ($p = 0.9876$ ir $p = 0.9173$), todėl nėra pagrindo atmesti nulinės hipotezės, teigiančios, kad atsitiktinių efektų modeliui taikomos prielaidos yra tinkamos. Tai reiškia, kad atsitiktinių ir fiksuotų panelinių modelių įverčiai statistiškai nesiskiria, o atsitiktinių efektų modelis yra efektyvus. Todėl tolesnei analizei pasirenkamas atsitiktinių efektų modelis, nes įtraukia tiek vieneto pokyčius laike, tiek vienetų (emitentų) tarpusavio variaciją.

3.6. Modifikuotas atsitiktinių efektų modelis

Šiame skyrelyje analizuojamas „modifikuotas“ atsitiktinių efektų panelinis modelis tradicinėms ir žaliosioms obligacijoms. Iš abiejų modelių pašalinti nereikšmingi nepriklausomi kintamieji įvertinti 3.5. skyrelyje.

16 lentelė

Modifikuoto atsitiktinių efektų modelio rezultatai

Tradicinių obligacijų modelis		Žaliųjų obligacijų modelis	
Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis	Nepriklausomas kintamasis	Koeficiento įvertis
Konstanta	123.08***	Konstanta	58.657 ***
Stichinių nelaimių padaryta žala	-5093.7***	Stichinių nelaimių padaryta žala	-3391.8 **
Stichinių nelaimių kiekis	0.38594***	Stichinių nelaimių kiekis	0.18216 ***
Jūros lygio pokyčiai	-2182.3***	Jūros lygio pokyčiai	-1051.4 **
Temperatūros pokyčiai	75.397***	Temperatūros pokyčiai	47.415 *
Kontroliniai kintamieji	Koeficiento įvertis	Kontroliniai kintamieji	Koeficiento įvertis
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-1091.3***	Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	-455.81 ***
Pasaulinis BVP augimas	360.53***	Pasaulinis BVP augimas	177.75 *
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	-169.04*		
Valiutos kursas	-39.525*		

Koeficientų reikšmingumai lygmenyse: 0,001 - ***, 0,01 - **, 0,05 - *, 0,1 - .

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Remiantis 16 lentele, matoma, kad iš tradicinių obligacijų kainų atsitiktinių efektų panelinio modelio pašalinti išmetamųjų į aplinką teršalų rodiklis, bei pasaulinio VKI ir emitentų šalių VKI skirtumas. Žaliųjų obligacijų kainų atsitiktinių efektų modelyje pašalinti išmetamųjų teršalų į aplinką rodiklis, pasaulinio VKI ir emitentų šalių VKI skirtumo įvertis, pasaulinio BVP ir emitento šalies BVP augimo skirtumas bei valiutos kurso pokyčiai. Pašalinus statistiškai nereikšmingus kintamuosius, atsitiktinių efektų modeliai tapo labiau koncentruoti į klimato rizikos

ir makroekonominis veiksnys, o analizuojamų nepriklausomų kintamųjų koeficientų reikšmės išliko stabilios ir labiau statistiškai reikšmingos. Rezultatai rodo, kad stichinių nelaimių padaryta žala išlieka vienu stipriausių obligacijų kainas lemiančių veiksnių: didesni ekonominiai nuostoliai reikšmingai mažina tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų vertę, taip patvirtindami rinkos jautrumą fizinės klimato rizikos poveikiui. 99 proc. reikšmingumo lygmeniu stichinių nelaimių padarytos žalos rodikliui padidėjus 1 proc. (skaičiuojant nuo pasaulio BVP), tradicinių obligacijų kaina gali sumažėti 50,93 JAV dolerių, o žaliųjų obligacijų – 33,91 JAV dolerių 95 proc. reikšmingumo lygmeniu. Stichinių nelaimių skaičius, priešingai, abiejuose modeliuose turi teigiamą ir labai reikšmingą poveikį, o tai gali rodyti, kad rinkos dalyviai į stichinių nelaimių padidėjimą reaguoja teigiamai, taip didindami paklausą saugesniems ir tvaresniems finansiniams instrumentams, tokiems kaip žaliosios obligacijos. 99 proc. reikšmingumo lygmeniu 1 papildoma stichinė nelaimė padidina tradicinių obligacijų kainą 0,37 JAV dolerių, o žaliųjų obligacijų – 0,18 JAV dolerių. Jūros lygio pokyčiai išlieka reikšmingu neigiamu veiksnio, mažinančiu obligacijų kainas tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų modeliuose. 99 proc. reikšmingumo lygmeniu jūros lygio pokyčio rodiklio padidėjimas 1 proc. lemia tradicinių obligacijų kainų sumažėjimą 21,82 JAV dolerių, žaliųjų obligacijų – 10,51 JAV dolerių. Tai rodo, kad ilgalaikiai klimato pokyčiai daro spaudimą finansiniam stabilumui, o žaliųjų obligacijų segmentas, nors ir mažiau jautrus, taip pat patiria neigiamą poveikį. Temperatūros pokyčiai abiejuose modeliuose pasižymi teigiamu ir reikšmingu efektu, kuris gali būti susijęs su trumpalaikiais ekonominės veiklos ar energijos paklausos svyravimais.

Kontroliniai makroekonominiai kintamieji taip pat išlaiko teoriškai standartines poveikių kryptis. Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI) turi stiprų neigiamą poveikį obligacijų kainoms, patvirtindamas, kad didesnė infliacija mažina investuotojų perkamąją galią ir abiejų tipų obligacijų patrauklumą. Pasaulinis BVP augimas išlieka teigiamai susijęs su obligacijų verte, o tai atspindi gerėjančios ekonominės aplinkos poveikį finansų rinkoms. Tuo tarpu BVP augimo tempo skirtumas tarp pasaulio ir emitento šalies yra reikšmingas tik tradicinių obligacijų modelyje: didėjantis skirtumas mažina obligacijų kainas. Valiutos kursas taip pat rodo nedidelį, tačiau reikšmingą neigiamą poveikį. Modelių rezultatai atskleidžia, kad pasaulinio BVP augimo tempas padidina obligacijų kainas, nes tai gerina kredito sąlygas, o atskiros emitento šalies BVP augimas obligacijų kainas veikia neigiamai. Tai reiškia, jog vietinis rodiklis viršija pasaulinį vidurkį, taip atspindėdamas šalies vidaus ekonomikos perkaitimą ir griežtesnę pinigų politiką.

Apibendrinant galima teigti, kad modifikuoti atsitiktinių efektų modeliai patvirtina, jog pašalinus nereikšmingus kintamuosius klimato rizikos veiksnių įtaka obligacijų modeliuose tampa labiau žymi ir ekonomiškai reikšminga. Su klimato rizika susijusių veiksnių padaryta žala ir jūros lygio pokyčiai išlieka pagrindiniais obligacijų kainas lemiančiais veiksniais, o žaliųjų obligacijų

rinkos jautrumas klimato rizikai išlieka panašus, nors ir šiek tiek mažesnis nei tradicinių obligacijų modelyje. Tai iš esmės patvirtina faktą, kad žaliųjų obligacijų rinka tarsi seka tradicinių obligacijų rinkos dinamiką, tačiau kartu ir yra atsparesnė finansinė priemonė kalbant apie su klimatu susijusią riziką ir ją lemiančius veiksnius.

Šiame tyrime išanalizuotiems atsitiktinių efektų modeliams, kuriuose pašalinti nereikšmingi kintamieji, įvertintas ir VIF rodiklis. VIF testas (angl. Variance Inflation Factor) yra statistinis rodiklis, naudojamas multikolinearumo problemai regresijos modeliuose nustatyti. Kadangi 3.2. skyrelyje atlikus Pearsono koreliacinę analizę pastebėta, kad su klimatu susiję kintamieji sąveikauja tarpusavyje, svarbu ekonometriškai įvertinti ir pagrįsti multikolinearumo egzistavimą sudarytuose atsitiktinių efektų modeliuose.

17 lentelė

VIF testo rezultatai atsitiktinių efektų panelinių duomenų modeliuose

Kintamasis	VIF testo įvertis (tradicinių obligacijų modelis)	VIF testo įvertis (žaliųjų obligacijų modelis)
Stichinių nelaimių padaryta žala	2.029154	1.986270
Stichinių nelaimių kiekis	5.608312	5.511075
Jūros lygio pokyčiai	11.321093	11.032686
Temperatūros pokyčiai	6.926969	6.801671
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	4.886570	4.747746
Pasaulinis BVP augimas	3.796066	3.581902
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	1.098156	-
Valiutos kursas	1.041614	-

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Remiantis VIF testo rezultatais, pateiktais 17 lentelėje, matoma, kad jūros lygio rodiklių VIF indeksas viršija standartiškai taikomą 10 ribą. Tačiau tai nėra pakankamas pagrindas teigti, kad modelis yra nestabilus ar netinkamas vertinimui. Svarbu atsižvelgti į tai, kad tarpusavio koreliacija tarp klimato kintamųjų yra natūrali. Klimato kaita gali būti vertinama kaip kelių rodiklių sąveika, todėl, remiantis šia prielaida, pastebėtas multikolinearumas nepažeidžia nei OLS,

nei fiksuotų ar atsitiktinių panelinių modelių nuoseklumo, o multikolinearumo poveikis pasireiškia tik didesnėmis dispersijomis. 3.5. skyrelyje atliktas Hausmano testas patvirtino modelio tinkamumą, todėl multikolinearumas nelaikoma metodologine problema ir modelio patikimumas išlieka pagrįstas.

Be VIF testo rezultatų analizės, modelio patikimumą patvirtina ir tai, kad įvertinant koeficientus buvo taikomas pakoreguotų (atsparių heteroskedastiškumui ir autokoreliacijai) standartinių nuokrypių metodas, kuris padidina rezultatų patikimumą esant galimiems modelio prielaidų pažeidimams. Šis metodas leidžia gauti tikslesnius t-statistikos įverčius net tada, kai regresoriai, klimato kintamieji, yra tarpusavyje koreliuoti. Tai reiškia, kad net ir esant vidutinio multikolinearumo problemai, koeficientų reikšmingumo lygiai išlieka stabilūs. Pakoreguotų standartinių nuokrypių pritaikymas modeliuose atskleidė, kad pakoreguoti įverčiai nėra jautrūs multikolinearumo sukeltiems standartinių paklaidų padidėjimams, o tiriamų nepriklausomų kintamųjų reikšmingumas išlieka stabilus, todėl galima teigti, kad multikolinearumas neturi esminės įtakos modelio kokybei. Taigi, šie techniniai patikrinimo metodai leidžia priimti išvadą, kad sudaryto modifikuoto atsitiktinių efektų modelio rezultatai yra patikimi, o nustatyti ryšiai yra ekonomiškai ir statistiškai pagrįsti.

18a lentelė

Sudarytų tradicinių obligacijų modelių determinacijos koeficientų įverčiai

Fiksuotų efektų panelinis modelis		Atsitiktinių efektų panelinis modelis	
Informacinis kriterijus	Įvertis	Informacinis kriterijus	Įvertis
R^2	0.60374	R^2	0.60758
Modifikuotas atsitiktinių efektų panelinis modelis			
Informacinis kriterijus		Įvertis	
R^2		0.59681	

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

18b lentelė

Sudarytų žaliųjų obligacijų modelių determinacijos koeficientų įverčiai

Fiksuotų efektų panelinis modelis		Atsitiktinių efektų panelinis modelis	
Informacinis kriterijus	Įvertis	Informacinis kriterijus	Įvertis
R^2	0.11036	R^2	0.16781

Modifikuotas atsitiktinių efektų panelinis modelis	
Informacinis kriterijus	Įvertis
R^2	0.192

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

18a lentelėje yra pateikti determinacijos koeficiento įverčiai tradicinių obligacijų paneliniams modeliams. Nors modifikuoto atsitiktinių efektų modelio R^2 yra šiek tiek mažesnis nei pirminių fiksuotų ar atsitiktinių efektų modelių, šis rodiklis nėra lemiamas modelio pasirinkimo kriterijus, nes yra žinoma, kad atlikti reikalingi diagnostiniai testai bei įvertintos pakoreguotos standartinės paklaidos, kurios užtikrina, kad modelio specifikacija tinkama tyrimui. Pavyzdžiui, 18b lentelėje vertinant determinacijos koeficientų įverčius žaliųjų obligacijų modeliams, matoma, jog modifikuotas atsitiktinių efektų modelis yra tinkamiausias šio tyrimo analizėje vien tik atsižvelgiant į aukščiausią R^2 reikšmę. Modifikuotas atsitiktinių efektų modelis, pašalinus nereikšmingus tyrimo kintamuosius pasižymi didžiausiu paaiškinamumo ir paaiškina 19,2 proc. kintamojo variacijos. Tai leidžia gauti patikimesnius koeficientų įverčius ir teisingesnes statistines išvadas, todėl šis modelis yra metodiškai pagrįstai pasirenkamas kaip geriausias.

Taigi, analizuojant panelinius modelius yra svarbu atsižvelgti į daug kitų veiksnių: įvertinti reikalingus diagnostinius testus, tokius kaip F testas, Hausmano ar BP testas. Nors pakoreguotas determinacijos koeficientas atskleidžia informaciją apie modelio paaiškinamumo lygį, tačiau neįvertina modelio prielaidų patikimumo, standartinių paklaidų ir koeficientų reikšmingumo.

3.7. Atlikto tyrimo palyginimas su mokslinėje literatūroje analizuotais dėsningumais

Atlikto tyrimo rezultatus galima palyginti su mokslinėje literatūroje analizuotais dėsningumais. Sudarytuose panelinių duomenų modeliuose vertinami tokie su klimato rizika susiję veiksniai kaip stichinės nelaimės, jų padaryta žala, išmetamųjų teršalų į aplinką kiekis bei jūros lygio ir temperatūros pokyčiai. Kadangi tyrimo tikslas gauti kuo tikslesnius rezultatus, kad būtų galima pateikti nešališkas įžvalgas, į modelius įtraukti tokie makroekonominiai kintamieji kaip BVP augimas, infliacija (VKI) ir valiutos kurso pokyčiai.

19 lentelė

Tyrimo hipotezių patvirtinimas/paneigimas

	<i>H0</i>: Nėra statistiškai reikšmingo nepriklausomo kintamojo pokyčio poveikio žaliųjų obligacijų kainai.	<i>H1</i>: Egzistuoja statistiškai reikšmingas nepriklausomo kintamojo pokyčio poveikis obligacijų kainai.
Stichinių nelaimių padaryta žala	Hipotezė paneigta	Hipotezė patvirtinta
Stichinių nelaimių kiekis	Hipotezė paneigta	Hipotezė patvirtinta
Jūros lygio pokyčiai	Hipotezė paneigta	Hipotezė patvirtinta
Temperatūros pokyčiai	Hipotezė paneigta	Hipotezė patvirtinta
Išmetamųjų į aplinką teršalų kiekis	Hipotezė patvirtinta	Hipotezė paneigta
Pasaulinis vartotojų kainų indeksas (VKI)	Hipotezė paneigta	Hipotezė patvirtinta
Pasaulinio VKI ir emitento šalies VKI skirtumas	Hipotezė patvirtinta	Hipotezė paneigta
Pasaulinis BVP augimas	Hipotezė paneigta	Hipotezė patvirtinta
Pasaulinio BVP augimo ir emitento šalies BVP augimo skirtumas	Hipotezė paneigta tradicinių obligacijų modelyje; Hipotezė patvirtinta žaliųjų obligacijų modelyje.	Hipotezė patvirtinta tradicinių obligacijų modelyje; Hipotezė paneigta žaliųjų obligacijų modelyje.
Valiutos kursas	Hipotezė paneigta tradicinių obligacijų modelyje; Hipotezė patvirtinta žaliųjų obligacijų modelyje.	Hipotezė patvirtinta tradicinių obligacijų modelyje; Hipotezė paneigta žaliųjų obligacijų modelyje.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Rstudio atlikto tyrimo duomenimis

Atlikto tyrimo rezultatai leidžia patvirtinti ir paneigti 2-ame rašto darbo skyriuje iškeltas hipotezes (19 lentelė). Tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijų modeliuose statistiškai reikšmingą

poveikį obligacijų kainai turi stichinių nelaimių padaryta žala, stichinių nelaimių kiekis, temperatūros ir jūros lygio pokyčiai. Abiejuose modeliuose statistiškai nereikšmingas klimato kintamasis – išmetamųjų teršalų į aplinką kiekio rodiklis. Nagrinėjant kontrolinių kintamųjų reikšmingumą, tyrimo rezultatai atskleidžia, kad pasaulinio VKI ir BVP augimo pokyčiai daro reikšmingą įtaką abiejų rūšių obligacijų kainoms, tačiau valiutos kurso pokyčiai yra statistiškai reikšmingi tik tradicinių obligacijų modelyje.

Remiantis 3.6. skyrelyje atlikta sudarytų modelių palyginimo analize, patikimiausias panelinių duomenų modelis, kuriuo galėtume vadovautis lyginant gautus rezultatus su mokslinėje literatūroje išanalizuotais dėsningumais, yra modifikuotas atsitiktinių efektų panelinių duomenų modelis, kuriame įtraukti įvertinami kontroliniai kintamieji ir pašalintas nereikšmingas klimato kintamasis – išmetamųjų į aplinką teršalų rodiklis. Šio tipo žaliųjų obligacijų modelio paaiškinamumo lygis – determinacijos koeficientas R^2 yra didžiausias, todėl vertinant dėsningumus visapusiškai galime pasikliauti ir modeliu iš kurio buvo pašalinti statistiškai nereikšmingi nepriklausomi kintamieji. Nors tradicinių obligacijų modifikuotame atsitiktinių efektų modelyje determinacijos koeficientas nėra pats aukščiausias iš visų sudarytų tyrimo eigoje, atlikti diagnostiniai testai leidžia pasikliauti šio modelio rezultatais ir juos palyginti su žaliųjų obligacijų kainų dinamika.

Remiantis 3.5. ir 3.6 skyreliuose išanalizuotais gautais panelinių duomenų modelių rezultatais, atskleidžiama, kad kiekviena papildoma stichinė nelaimė lemia žaliųjų obligacijų kainų padidėjimą. Ši išvada iš esmės patvirtina ir mokslinėje literatūroje pastebėta dėsningumą. Del Giudice, Rigamonti ir Signori (2025) teigė, kad būtent tokios katastrofos padidina žaliųjų obligacijų paklausą, o tai lemia kainų didėjimą.

Guesmi, Makrychoriti, Pyrgiotakis (2025) teigė, kad klimato rizikai padidėjus, klimato kaitai jautresnės įmonės yra labiau linkusios išleisti žaliasias obligacijas ir tokios obligacijos pasižymi mažesniu pajamingumu, didesnėmis kupono normomis ir išpirkimo terminu. Šiame tyrime gauti rezultatai atskleidžia, kad, pavyzdžiui, jūros lygio ar temperatūros padidėjimas vienu baziniu punktu, savo ruožtu reiškia klimato rizikos padidėjimą ir analizuotų žaliųjų obligacijų kainų sumažėjimą. Vertinant praktiškai, gauti rezultatai taip pat patvirtina mokslinėje literatūroje analizuotus dėsningumus – klimato rizikos padidėjimas gali pakenkti klimato kaitai jautresnėms įmonėms, kurios leidžia žaliasias obligacijas. Tokiu atveju gali padidėti įsipareigojimų nevykdymo rizika ir obligacijų kaina gali kristi.

Kontrolinių kintamųjų reikšmingumas modelyje atskleidžia, kad reikšmingą įtaką žaliųjų obligacijų kainoms daro infliacija arba vartotojų kainų indekso pokyčiai. Cicchiello, Cotugno.

Monferra ir Perdichizzi (2022) tyrimo rezultatai rodo, kad infliacijos padidėjimas žaliųjų obligacijų kainą veikia teigiamai, tačiau šiame rašto darbe sudarytas atsitiktinių efektų panelinis duomenų modelis atskleidžia, jog infliacijos padidėjimas savo ruožtu lemia tiek tradicinių, tiek žaliųjų obligacijos kainų sumažėjimą. Pavyzdžiui, jei infliacija padidėja daugiau nei obligacijos kupono grąža, žalioji obligacija kaip finansinis instrumentas tampa nepatrauklus ir tai, siekiant prisitaikyti prie vyraujančių ekonominių sąlygų, lemia kainos sumažėjimą. Sudarytame panelinių duomenų modelyje matoma, kad BVP augimas daro neigiamą įtaką žaliųjų obligacijų kainai. Ši ryšį savo tyrime taip pat užfiksavo ir Cicchiello, Cotugno. Monferra ir Perdichizzi (2022).

Mokslinėje literatūroje nagrinėjamo išmetamųjų teršalų į aplinką kiekio ryšys su tradicinių ar žaliųjų obligacijų kainomis, šiame darbe sudarytų modelių rezultatuose neatspindi – šis rodiklis nebuvo užfiksuotas kaip statistiškai reikšmingas. Šis neatitikimas gali egzistuoti dėl įvairių priežasčių: investuotojai gali daugiau dėmesio skirti atskiriems įvykiams, tokiems kaip analizuotas stichinių nelaimių kiekis nei gryniems emisijos dydžiams. Taip pat šio rodiklio įtaka gali būti pavėluota, t. y., žaliųjų obligacijų kaina į padidėjusį išmetamųjų teršalų kieki gali pasireikšti tik po kurio laiko.

Taigi, išanalizavus šiame rašto darbe sudarytų panelinių duomenų modelių rezultatus, iš esmės galima patvirtinti mokslinėje literatūroje egzistuojančias tendencijas. Todėl sudarytas modelis neatskleidžia su žaliųjų obligacijų rinka susijusių anomalijų ir leidžia patvirtinti su klimato rizika susijusių veiksnių reikšmingumą obligacijų rinkoje.

Apibendrinant trečiame rašto darbo skyriuje atliktą tyrimą, galima daryti išvadą, kad su klimato rizika susiję veiksniai yra reikšmingai susiję su žaliųjų obligacijų rinka. Atlikta statistinių duomenų analizė leidžia pastebėti, kaip kinta klimato rizikos veiksnių tendencijos nagrinėjamu laikotarpiu ir juos susieti su tam tikrais politiniais susitarimais, tokiais kaip Paryžiaus susitarimas, JT darnaus vystymosi tikslai ir Europos Sąjungos žaliasis susitarimas. Ši analizė taip pat leidžia pastebėti, kad į šių rizikos veiksnių svyravimus atitinkamai reaguoja ne tik žaliųjų, tačiau ir tradicinių obligacijų kainos. Panelinių duomenų modelių rezultatai atskleidžia, kad reikšmingą įtaką žaliųjų obligacijų kainoms 2014-2024 m. laikotarpiu daro stichinių nelaimių kiekis per metus ir kiti su klimato rizika susiję veiksniai. Šiame rašto darbe sudaryti paneliniai modeliai yra patikrinti svarbiais diagnostiniais testais, kurie užtikrina modelių tinkamumą ir efektyvumą. Gauti tyrimo rezultatai iš esmės leidžia patvirtinti dėsningumus susijusius su mokslinėje literatūroje analizuojama klimato rizikos veiksnių įtaka žaliųjų obligacijų rinkai.

IŠVADOS

1. Obligacijų rinka vaidina svarbų vaidmenį pasaulinės ekonomikos kontekste. Obligacijos, kaip finansinė priemonė suteikia galimybę vyriausybėms, įmonėms ir savivaldybėms pritraukti kapitalo. Klimato kaitos kontekste svarbia obligacijų rūšimi tampa žaliosios obligacijos. Pastebima, kad tokie politiniai susitarimai, kaip ES žaliasis kursas ar JT darnaus vystymosi tikslai, daro reikšmingą įtaką žaliųjų obligacijų plėtrai, kadangi kasmet vis griežtėjanti klimato švelninimo politika lemia investuotojus atsižvelgti į ekologiškas investicijas. Mokslinėje literatūroje labiausiai pabrėžiama 2015 m. priimto Paryžiaus susitarimo įtaka žaliųjų obligacijų rinkai. Nors šių susitarimų įtaka priimama kaip švelninanti klimato kaitą, atskleidžiama ir neigiama tokios skatinimo politikos pusė. Egzistuoja įrodymų, jog ilguoju laikotarpiu masinės investicijos gali pakenkti aplinkai. Dėl esamų tyrimų šia tema ribotumo, išlieka būtinybė šį ryšį plačiau analizuoti.
2. Klimato rizika pasižymi skirtingomis rūšimis ir pasireiškimo kanalais. Todėl investuotojams ir įmonėms tampa labai svarbu gebėti identifikuoti, įvertinti bei valdyti šias rizikas, siekti skaidrumo ir galimybių tvariai investuoti. Mokslinėje literatūroje klimato rizika nagrinėjama pasitelkiant įvairias rodiklių grupes, tokias kaip makroekonominiai veiksniai, įmonės rezultatus apibūrinantys rodikliai, rinkos dinamiką nusakantys rodikliai bei su aplinka ir tvarumu susiję veiksniai. Dažniausias moksliniuose tyrimuose pastebimas klimato kaitos indekso (MCCC) vertinimas norint nustatyti klimato rizikos įtaką obligacijų rinkai. Įvertinus atliktus mokslinius tyrimus pastebima, kad pesimistinės naujienos apie klimato kaitą neigiamai veikia ekonomiką. Tačiau vertinant tikrąją įtaką obligacijų rinkai svarbu atsižvelgti į įvairius rodiklius, apimančius ne tik aplinkos ir tvarumo aspektą. Tokio modelio sudarymas padeda susidaryti platesnį vaizdą ne tik apie finansų rinkoje vyraujančias nuotaikas, tačiau ir ekonomikos būseną.
3. Šiame rašto darbe atliktas tyrimas leidžia pastebėti, kaip žaliųjų obligacijų kainos yra veikiamos su klimato rizika susijusių veiksnių, tokių kaip stichinių nelaimių metinis kiekis, jų padaryta žala, temperatūros ir jūros lygio pokyčiai bei atkreipiamas dėmesys į makroekonominių rodiklių įtaką. Gauti rezultatai taip pat palyginami su tradicinių obligacijų rinkiniu, analizuojant tas pačias sąlygas. Tradicinių obligacijų kainą taip pat tiesiogiai veikia klimato rizikos ir klimato kaita apskritai. Todėl rašto darbe atlikto tyrimo rezultatai leidžia patvirtinti dėsningumus, kurie teigia, kad žaliųjų obligacijų rinka atkartoja tradicinių obligacijų rinkos dinamiką, tačiau yra mažiau jautri su klimatu

susijusiems svyravimams. Dėl to žaliosios obligacijos gali būti laikoma saugesne finansine priemone esant didesnei klimato rizikai.

4. Remiantis gautais rezultatais, galima daryti išvadą, jog didėjanti klimato rizika lemia obligacijų kainų svyravimus. Viena vertus, didėjanti klimato rizika, pavyzdžiui, dažnesni stichiniai reiškiniai ar temperatūros svyravimai, gali padidinti investuotojų paklausą, kurie yra linkę į tvarius aplinkai projektus, todėl žaliosios obligacijos tampa saugesnėmis, į ateitį orientuotomis investicijomis. Kita vertus, padidėjusi klimato rizika taip pat gali reikšti didesnę fizinę arba pereinamojo laikotarpio riziką emitentams, ypač jautresnėms klimato kaitai įmonėms, kurios leidžia obligacijas, arba emitentams, kurie yra tam tikruose, klimato kaitos atžvilgiu, nesaugiuose regionuose. Jei ekstremalūs klimato reiškiniai kelia grėsmę obligacijų emitento finansiniam stabilumui, žaliųjų obligacijų kainos gali sumažėti. Taigi, klimato rizika turi dvejopą poveikį ir žaliųjų obligacijų kainų svyravimai priklauso nuo investuotojų preferencijų ir vertybių, obligacijų emitento pažeidžiamumo, politikos priemonių ir rinkos sąlygų sąveikos.

PASIŪLYMAI

1. Stebint vis labiau prastėjančią situaciją pasaulyje, susijusią su klimato kaita, vertėtų padidinti investicijas į žaliasias obligacijas. Tai gali apsaugoti nuo fizinės ar pereinamosios klimato rizikos, kartu pasinaudojant vyriausybių ir centrinių bankų parama ir užtikrinant ilgalaikio investavimo rezultatus.
2. Kadangi atlikto tyrimo rezultatai atskleidžia, jog stichinių nelaimių padaryta žala turi stiprų neigiamą ryšį su obligacijų kainomis, tiek žaliųjų, tiek tradicinių obligacijų įmonėms vertėtų didesnę dėmesį skirti fizinės rizikos valdymui, kaip pavyzdžiui, investuoti į atsparumą klimato poveikiui didinančias priemones bei atsižvelgti į klimato rizikos mažinimo strategijas.
3. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad nors žaliosios obligacijos seka tradicinių obligacijų rinkos dinamiką, tačiau yra atsparesnė finansinė priemonė, tiek makroekonominiams, tiek klimato sukrėtimams, todėl vyriausybės galėtų labiau skatinti žaliųjų obligacijų išleidimą, kuris teigiamai veiktų ne tik aplinkosaugą, tačiau ir finansinį stabilumą.
4. Atliktas tyrimas gali būti tobulinimas atsiradus geresniam ir patikimam su klimatu susijusių kintamųjų duomenų prieinamumui. Tyrime naudojamą modelį būtų galima papildyti individualiais klimato duomenimis apie obligacijos emitento regioną. Tokia modifikacija leistų patikslinti rezultatus, nes obligacijų kainos gali jautriau reaguoti į vietinius sukrėtimus nei pasaulinius šokus.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Agliardi, E., Agliardi, R. (2021). Pricing climate-related risks in the bond market. *Journal of Financial Stability*. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100868>
- Almeida, M., Filkova, M., Harrison, C., Sette, P. (2019). Green Bond European Investor Survey, *Climate Bonds Initiative*.
<https://www.climatebonds.net/files/documents/publications/Green-Bond-European-Investor-Survey-2019.pdf>
- Amri Amamou, S., Ben Daoud, M., Aguir Bargaoui, S. (2025). Green bonds forecasting: evidence from pre-crisis, Covid-19 and Russian–Ukrainian crisis frameworks. *Journal of Economic Studies*. 179-193 p. <https://doi.org/10.1108/JES-01-2024-0061>
- Antoniuk Y, Leirvik T. (2021). Climate transition risk and the impact on green bonds. *Journal of Risk and Financial Management*. <https://doi.org/10.3390/jrfm14120597>.
- Benkraiem, R., Dimic, N., Piljak, V., Swinkels, L., Vulcanovic, M. (2024). Media-based climate risks and international corporate bond market.
<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2024.103260>
- Billio, M. ir kt. (2024). Sustainable Finance: A Journey Toward ESG and Climate Risk. *International review of environmental and resource economics*. 1–75 p.
<https://ssrn.com/abstract=4093838>
- Bloomberg duomenų terminalas. Bloomberg Terminal. Žiūrėta [2025-11-26]. Prieiga per internetą: <https://www.bloomberg.com/professional>
- Bo, S., Battisti, E. (2024). Green finance and greenwashing: charting a sustainable path forward. *Qualitative Research in Financial Markets*. <https://doi.org/10.1108/QRFM-05-2024-0125>
- Boutabba M. A., Rannau, Y. (2022). Investor strategies in the green bond market: The influence of liquidity risks, economic factors and clientele effects.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102071>
- Business & Human Rights Resource Centre. (2017). Engie issues 1.5 billion EUR green bond to finance renewable energy projects that meet environmental & social criteria. <https://www.business-humanrights.org/en/latest-news/engie-issues-15-billion-eur-green-bond-to-finance-renewable-energy-projects-that-meet-environmental-social->

[criteria/?utm_source=chatgpt.com](#)

Cambridge Dictionary. *Bond*. (2024). <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/bond>

Campi, M., Peters, G. W., Richards, K. (2024). Shades of green: Unveiling the impact of municipal green bonds on the environment. <https://doi.org/10.1016/j.fraope.2024.100113>

Cang, H., Li, C. (2024). Corporate climate risk and bond credit spreads. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105741>

Chen, Y., Jiang, Q., Dai, Z., Liu, Y. (2025). The impact of climate policy uncertainty on the correlations between green bond and green stock markets. *International Review of Financial Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104046>

Cicchello, F. A., Cotugno, M., Monferrà, S., Perdichizzi, S. Which are the factors influencing green bonds issuance? Evidence from the European bonds market. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103190>

Cotugno, M., Fiorillo, P., Monferra, S., Severini, S. (2025). ESG incidents and corporate green bond market reaction. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2025.102178>

Del Giudice, A., Rigamonti, S., Signori, A. (2025). Climate change risk and green bond pricing. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2025.10161>

Europos Komisija. (2024). EU makes progress in ensuring secure and affordable energy for all. https://commission.europa.eu/news/eu-makes-progress-ensuring-secure-and-affordable-energy-all-2024-09-11_en?prefLang=lt

Europos Parlamentas. (2024). Stopping greenwashing: how the EU regulates green claims. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20240111STO16722/stopping-greenwashing-how-the-eu-regulates-green-claims>

Fabozzi, F. J., Fabozzi, F. A. (2021). Bond Markets, Analysis, and Strategies. https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=b-QhEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=bond+market&ots=4qzusxjdC_&sig=UKed7JPYSR0enwRH8NE53ezUGRQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Flaherty, M., Gevorkyan, A., Radpour, S., Semmler, W. (2017). Financing climate policies through climate bonds – A three stage model and empirics. *Research in International Business and Finance*. 468-479 p. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.06.001>

- Frendy, T. O., Koike, M. (2024). Environmental greenwashing in Japan: the roles of corporate governance and assurance. *Meditari Accountancy Research*. 266-295 p.
<https://doi.org/10.1108/MEDAR-11-2023-2216>
- Gabr, D. H., Elbannan, M. A. (2024). Green finance insights: evolution of the green bonds market. *Management & Sustainability: An Arab Review*. 274-297 p.
<https://doi.org/10.1108/MSAR-02-2023-0008>
- Gao, L., Guo, K., Wei, X. (2023). Dynamic relationship between green bonds and major financial asset markets from the perspective of climate change. *Frontiers in Environmental Science*.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1109796>.
- Global Monitoring Laboratory. (2025). Trends in CO₂.
<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/data.html>
- Guesmi, K., Makrychoriti, P., Pyrgiotakis, E. G. (2025). Climate change exposure and green bonds issuance. *Journal of International Money and Finance*.
<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2025.103281>
- Guo, N., Jis, S., Liu, Y. (2024). Climate policy uncertainty and its impact on the volatility, correlation, and hedging of sovereign and green bonds. *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122953>
- He, F., Ren, X., Wang, Y., Lei, X. (2025). Climate risk and corporate bond credit spreads. *Journal of International Money and Finance*.
<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2025.103297>
- Hyldmo, H. S., Rye, S. A., Vela-Almeida, D. (2024). A globally just and inclusive transition? Questioning policy representations of the European Green Deal.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102946>
- Hou, Y., Xu D., Oxley L., Goodell, J. W. (2024). Price discovery of climate risk and green bonds: A dynamic information leadership share approach. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106098>
- Huynh T. D., Xia Y. (2021). Climate Change News Risk and Corporate Bond Returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. <https://doi.org/10.1017/S0022109020000757>
- Yao, K., Ma, X., Zhang, J. (2024). Green disguise or real action? The truth behind corporate greenwashing under stringent climate policy. *Energy Economics*.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.108059>

YCHARTS. (2025). Global Average Absolute Sea Level Change: Adjusted Sea Level (I:GAASLCAS).

https://ycharts.com/indicators/global_average_absolute_sea_level_change_adjusted_sea_level

YCHARTS. (2025). Global Time Series.

<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

IMF. (2025). Climate-related Disasters Frequency.

<https://climatedata.imf.org/pages/climatechange-data>

Jones, R., Baker, T., Huet, K., Murphy, L., Lewis, N. (2020). Treating ecological deficit with debt: The practical and political concerns with green bonds. *Geoforum*.

<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.05.014>

Journal of Empirical Finance. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2025.101616>

Lalwani, V. (2024). Climate risks, corporate bonds, and economic uncertainty.

<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.111984>

Liu, C., Wu, S. S. (2023). Green finance, sustainability disclosure and economic implications. *Fulbright Review of Economics and Policy*. 1-24 p.

<https://doi.org/10.1108/FREP-03-2022-0021>

Our World In Data. (2025). Decadal average: Annual economic damages from disasters as a share of GDP, World. <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

Peng, P., Guo. Y., Huang, D., Wang, H. (2025). Climate change risk and bond risk premium.

<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103885>

Pineiro-Chousa, J., Lopez-Cabarcos, M. A., Caby, J., Sevic, A. (2021). The influence of investor sentiment on the green bond market. *Technological Forecasting and Social Change*.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120351>

Ruixin F., Xiong X., Youwei L., Ya, Gao. (2023). Do green bonds affect stock returns and corporate environmental performance? Evidence from China. *Economics Letters*.

<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2023.111322>

Sakhel, A. (2017). Corporate climate risk management: Are European companies prepared?

Journal of Cleaner Production. 103-118 p. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.056>

- Shan, J., Liu, G., Zhang, L. 2024. Does the impact of credit rating downgrade on bond returns vary by region: Empirical evidence from China. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106365>
- Silva F., Ferreira, A., Cortez, M. C. (2024). The performance of green bond portfolios under climate uncertainty: A comparative analysis with conventional and black bond portfolios *Research in International Business and Finance*. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102354>
- Su, H., Ying, C., Zhu, X. (2022). *Disaster risk matters in the bond market*. *Finance Research Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102764>
- Teplova, T. V., Sokolova, T. V. (2017). Market Development Determinants for Corporate Bonds in National Currencies: Emerging Markets Review. <https://doi.org/10.1080/10669868.2017.1340387>
- The Economist. (2021). A wave of green government bonds is flooding markets. <https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/10/09/a-wave-of-green-government-bonds-is-flooding-markets>
- Tuhkanen, H., Vulturius, G. (2020). Are green bonds funding the transition? Investigating the link between companies' climate targets and green debt financing. *Journal of Sustainable Finance & Investment*. 1194–1216 p. <https://doi.org/10.1080/20430795.2020.1857634>
- United Nations Development Programme. Sustainable-development-goals. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- United Nations. The Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- Wang, L., Li, X. (2026). Government digitalisation initiatives and corporate green investment. *Finance Research Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.109209>
- World Bank. *World Bank Open Data*. [Žiūrēta 2025-11-26]. Prieiga per internetą: <https://data.worldbank.org/>
- World Bank Group. What You Need to Know About IFC's Green Bonds. (2021). <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/12/08/what-you-need-to-know-about-ifc-s-green-bonds>
- Zambrano-Monserrate, M., Hernández Soto, G., Ahakwa, I, Manigandan, P. Dynamic effects on modern renewable energy generation: The role of patents in clean energy technology.

Energy. (2024). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133340>

Zhang, M., Zhang, D., Yang, Y. (2023). Green bond and trade openness effects on sustainable business practices in natural resource markets. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104188>

Zheng, C., Jin, J., Han, L. (2024). Reduced interest option pricing for green bonds. *China Finance Review International*. 228-268 p. <https://doi.org/10.1108/CFRI-07-2023-0178>

SU KLIMATU SUSIJUSIŲ RIZIKŲ VERTINIMAS OBLIGACIJŲ RINKOSE

AUGUSTĖ VOLKAVIČIŪTĖ

Magistro baigiamasis darbas

Finansai ir bankininkystė

Vilniaus universiteto Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovas – dr. Greta Keliuotytė-Staniulėnienė

Vilnius, 2026

SANTRAUKA

74 puslapiai, 20 lentelių, 7 paveikslai, 58 literatūros šaltiniai.

Pagrindinis šio magistro rašto darbo tikslas - teoriškai identifikuoti su klimato rizika susijusių veiksnių įtaką, empiriškai įvertinti jų poveikį žaliųjų obligacijų kainai ir palyginti su tradicinių obligacijų kainų dinamika.

Rašto darbą sudaro trys pagrindinės dalys: mokslinės literatūros analizė, tyrimo metodologija, tyrimas ir jo rezultatai, išvados ir pasiūlymai.

Literatūros analizėje įvertinama obligacijų rinką, žaliųjų obligacijų, kaip finansinės priemonės, svarba, investuotojų požiūris bei kritika. Identifikuojami klimato rizikos tipai ir pasireiškimo kanalai. Teorinėje dalyje pateikiama veiksnių, darančių įtaką tradicinių ir žaliųjų obligacijų kainai analizė.

Atlikusi literatūros analizę, autorė išsiaiškino, kad klimato rizika gali būti fizinė, pereinamojo laikotarpio bei atskaitomybės. Šios rizikos gali pasireikšti skirtingais kanalais, tokiais kaip, turtas, investicijos, gamybos tinklas ir kreditas. Mokslinėje literatūroje egzistuoja tyrimų, analizuojančių makroekonominių, įmonės veiklos, rinkos dinamikos bei aplinkos rodiklių įtaką obligacijų kainai.

Atliktas tyrimas atskleidė, kad žaliųjų obligacijų kainoms reikšmingą įtaką daro tokie klimato kintamieji kaip stichinių nelaimių padaryta žala (% nuo pasaulinio BVP), stichinių nelaimių kiekis per metus, temperatūros bei jūros lygio pokyčiai. Gautus rezultatus palyginus su tradicinių obligacijų kainų dinamika, paaiškėjo, kad žaliosios obligacijos seka tradicinių obligacijų kainų pokyčius, tačiau yra mažiau jautrios nepriklausomų kintamųjų svyravimams.

Išvadose apibendrinami pagrindiniai mokslinės literatūros analizės aspektai. Remiantis atlikto tyrimo rezultatais, autorė mano, jog vertėtų didinti investicijas į žaliasias obligacijas dėl jų mažesnio jautrumo makroekonominiams ir klimato sukrėtimams. Šių obligacijų emisijos turėtų būti labiau skatinamos vyriausybės atžvilgiu, ne tik dėl aplinkosaugos tikslų, tačiau ir finansinio stabilumo.

EVALUATION OF CLIMATE-RELATED RISKS IN BOND MARKETS

AUGUSTĖ VOLKAVIČIŪTĖ

Master thesis

Finance and Banking

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – dr. Greta Keliuotytė-Staniulėnienė

Vilnius, 2026

SUMMARY

74 pages, 20 tables, 7 pictures, 58 references.

The main objective of this master's thesis is to theoretically identify the influence of climate risk factors, empirically assess their impact on the value of green bonds, and compare them with the price dynamics of traditional bonds.

The thesis consists of three main parts: analysis of scientific literature, research methodology, research and its results, conclusions and recommendations.

The literature analysis assesses the bond market, the importance of green bonds as a financial instrument, investor attitudes and criticism. The types of climate risk and their channels of manifestation are identified. The theoretical part presents an analysis of the factors influencing the value of traditional and green bonds.

After analyzing the literature, the author found that climate risk can be physical, transitional, and reputational. These risks can manifest themselves through different channels, such as assets, investments, production networks, and credit. There are studies in the scientific literature that analyze the impact of macroeconomic, business, market dynamics, and environmental indicators on bond value.

The study revealed that green bond prices are significantly influenced by climate variables such as damage caused by natural disasters (% of global GDP), the number of natural disasters per year, and changes in temperature and sea level. A comparison of the results with the dynamics of traditional bond prices showed that green bonds follow the changes in traditional bond prices but are less sensitive to fluctuations in independent variables.

The conclusions summarize the main aspects of the analysis of scientific literature. Based on the results of the study, the author believes that investments in green bonds should be increased due to their lower sensitivity to macroeconomic and climate shocks. The issuance of these bonds should be encouraged more by governments, not only for environmental reasons, but also for financial stability.

PRIEDAI

1 priedas. Tradicinių obligacijų koreliacinės analizės reikšmingumo p-matrixa

	obligacijos kaina	stichinių nelaimių padaryta žala	stichinių nelaimių kiekis	jūros lygio pokyčiai	temperatūros lygio pokyčiai	išmetamųjų teršalų į aplinką kiekis	pasaulinis VKI	pasaulinis BVP	pasaulinis BVP - emito BVP	pasaulinis VKI - emito VKI	valiutos kursas
obligacijos kaina	1.000	-0.067	-0.030	-0.008	-0.032	-0.078	-0.113	-0.042	-0.016	-0.313***	0.083
stichinių nelaimių padaryta žala	-0.067	1.000	0.220*	-0.330***	-0.047	0.554***	0.414***	0.110	-0.298**	-0.025	-0.038
stichinių nelaimių kiekis	-0.030	0.220*	1.000	0.356***	0.122	0.714***	0.520***	-0.020	-0.349***	-0.060	-0.052
jūros lygio pokyčiai	-0.008	-0.330***	0.356***	1.000	0.627***	-0.072	-0.158.	0.152	0.071	0.019	-0.032
temperatūros lygio pokyčiai	-0.032	-0.047	0.122	0.627***	1.000	0.070	0.109	-0.256**	-0.146	-0.036	-0.031
išmetamųjų teršalų į aplinką kiekis	-0.078	0.554***	0.714***	-0.072	0.070	1.000	0.764***	-0.051	-0.532***	-0.049	-0.077
pasaulinis VKI	-0.113	0.414***	0.520***	-0.158.	0.109	0.764***	1.000	0.178.	-0.687***	0.031	-0.070
pasaulinis BVP	-0.042	0.110	-0.020	0.152	-0.256**	-0.051	0.178.	1.000	-0.106	0.171.	-0.022
pasaulinis BVP - emito BVP	-0.016	-0.298**	-0.349***	0.071	-0.146	-0.532***	-0.687***	-0.106	1.000	0.107	-0.437***
pasaulinis VKI - emito VKI	-0.313***	-0.025	-0.060	0.019	-0.036	-0.049	0.031	0.171.	0.107	1.000	-0.181.
valiutos kursas	0.083	-0.038	-0.052	-0.032	-0.031	-0.077	-0.070	-0.022	-0.437***	-0.181.	1.000

2 priedas. Žaliųjų obligacijų modelio koreliacinės analizės reikšmingumo p-matrica

	obligacijos kaina	stichinių nelaimių padaryta žala	stichinių nelaimių kiekis	jūros lygio pokyčiai	temperatūros lygio pokyčiai	išmetamųjų teršalų į aplinką kiekis	pasaulinis VKI	pasaulinis BVP	pasaulinis BVP - emito BVP	pasaulinis VKI - emito VKI	valiutos kursas
obligacijos kaina	1.000	-0.103	-0.086	-0.076	-0.165.	-0.156	-0.313***	-0.107	-0.053	-0.170.	0.259**
stichinių nelaimių padaryta žala	-0.103	1.000	0.220*	-0.330***	-0.047	0.554***	0.414***	0.110	-0.268**	0.002	-0.096
stichinių nelaimių kiekis	-0.086	0.220*	1.000	0.356***	0.122	0.714***	0.520***	-0.020	-0.088	-0.027	-0.069
jūros lygio pokyčiai	-0.076	-0.330***	0.356***	1.000	0.627***	-0.072	-0.158.	0.152	-0.142	-0.010	-0.018
temperatūros lygio pokyčiai	-0.165.	-0.047	0.122	0.627***	1.000	0.070	0.109	-0.256**	-0.559***	-0.090	-0.026
išmetamųjų teršalų į aplinką kiekis	-0.156	0.554***	0.714***	-0.072	0.070	1.000	0.764***	-0.051	-0.329***	-0.035	-0.156
pasaulinis VKI	-0.313***	0.414***	0.520***	-0.158.	0.109	0.764***	1.000	0.178.	-0.245**	0.066	-0.144
pasaulinis BVP	-0.107	0.110	-0.020	0.152	-0.256**	-0.051	0.178.	1.000	0.201*	0.280**	-0.040
pasaulinis BVP - emito BVP	-0.053	-0.268**	-0.088	-0.142	-0.559***	-0.329***	-0.245**	0.201*	1.000	0.035	0.063
pasaulinis VKI - emito VKI	-0.170.	0.002	-0.027	-0.010	-0.090	-0.035	0.066	0.280**	0.035	1.000	-0.008
valiutos kursas	0.259**	-0.096	-0.069	-0.018	-0.026	-0.156	-0.144	-0.040	0.063	-0.008	1.000