



**VILNIAUS UNIVERSITETAS
ŠIAULIŲ AKADEMIJA**

EKONOMIKOS MAGISTRO STUDIJŲ PROGRAMA

NOMEDA PAKALNYTĖ

Magistro studijų baigiamasis darbas

ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ RINKĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ VERTINIMAS

Darbo vadovė: prof. dr. Diana Cibulskienė

Šiauliai, 2024

**Studijuojančiojo, teikiančio baigiamąjį
darbą, GARANTIJA**

WARRANTY of Final Thesis

Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	Nomeda Pakalnytė
Padalinys <i>Faculty</i>	Šiaulių akademija <i>Šiauliai Academy</i>
Studijų programa <i>Study Programme</i>	Ekonomikos studijų programa <i>Economics study programme</i>
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių vertinimas <i>Evaluation of the factors influencing the green bond market</i>
Darbo tipas <i>Thesis type</i>	Baigiamasis darbas <i>Final Thesis</i>

Garantuojau, kad mano baigiamasis darbas yra parengtas sąžiningai ir savarankiškai, kitų asmenų indėlio į parengtą darbą nėra. Jokių neteisėtų mokėjimų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

I guarantee that my thesis is prepared in good faith and independently, there is no contribution to this work from other individuals. I have not made any illegal payments related to this work.

Šiame darbe tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos yra pažymėtos literatūros nuorodose.

Quotes from other sources directly or indirectly used in this thesis, are indicated in literature references.

Aš, Nomeda, Pakalnytė, pateikdamas (-a) šį darbą, patvirtinu (pažymėti)



**Embargo laikotarpis
*Embargo Period***

Prašau nustatyti šiam baigiamajam darbui toliau nurodytos trukmės embargo laikotarpį:
I am requesting an embargo of this thesis for the period indicated below:

- _____ mėnesių / *months*
(embargo laikotarpis negali viršyti 60 mėn. / *an embargo period shall not exceed 60 months*).
- Embargo laikotarpis nereikalingas / *no embargo requested*.

Embargo laikotarpio nustatymo priežastis / *Reason for embargo period:*

TURINYS

IVADAS.....	9
1. ŽALIŪJŲ OBLIGACIJŲ RINKĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TEORINIS PAGRINDIMAS..	12
1.1. Žaliųjų obligacijų apibrėžtis ir reikšmė.....	12
1.2. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių apibrėžtis ir klasifikavimas.....	16
1.3. Žaliųjų obligacijų apimtys lemiančių veiksnių empirinių tyrimų analizė.....	19
2. ŽALIŪJŲ OBLIGACIJŲ RINKOS POKYČIUS LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ VERTINIMO TYRIMO METODIKA.....	22
2.1. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimo modelio sudarymas.....	22
2.2. Tyrimo imties ir laikotarpio pagrindimas.....	24
2.3. Tyrimo veiksnių ir juos atspindinčių rodiklių pagrindimas.....	25
2.4. Tyrimo hipotezių formulavimas ir modelio sudarymas.....	26
2.5. Tyrimo etapai ir juose taikyti metodai.....	28
2.6. Tyrimo ribotumai.....	31
3. ŽALIŪJŲ OBLIGACIJŲ RINKOS POKYČIUS LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ VERTINIMAS.	32
3.1. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius ir jį lemiančių veiksnių atspindinčių rodiklių dinaminė analizė.....	32
3.2. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių vertinimas.....	33
3.2.1. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių modelio vertinimo testai ir analizės.....	33
3.2.2. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių analizė.....	38
3.3. Empirinio tyrimo rezultatų palyginimas su kitų autorių empirinių tyrimų rezultatais.....	47
DISKUSIJA IR TOLESNĖS TYRIMŲ KRYPTYS.....	48
IŠVADOS.....	49
LITERATŪRA.....	51
PRIEDAI.....	55
1 priedas Tyrimo loginė schema.....	55
2 priedas Kintamųjų stacionarumas.....	56
3 priedas Kointegracijos testai.....	62
4 priedas Regresinės analizės duomenys.....	63
5 priedas ARCH testų rezultatai.....	65
6 priedas Autokoreliacijos testai.....	67
7 priedas GARCH modelio rezultatai.....	72
8 priedas tarptautinės mokslinės konferencijos pažymėjimas.....	75

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame darbe analizuojama žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių vertinimas. Šio darbu siekiama, išnagrinėjus veiksnius, lemiančius žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius teoriniu aspektu, įvertinti jų poveikį žaliųjų obligacijų rinkai. Pirmiausiai darbo dalyje apibrėžiama ir pateikiama žaliųjų obligacijų samprata. Atliekama mokslinės literatūros analizė, siekiant išsiaiškinti ir pateikti veiksnius, turinčius įtakos žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiui. Įvardijus šiuos veiksnius, analizuojami su jais atlikti empiriniai tyrimai. Antroje darbo dalyje pagrindžiama žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimo metodika, aptariamas teorinis žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių vertinimo modelis. Detalizuoti empirinio modelio sudarymo etapai: tyrimo imties ir laikotarpio pagrindimas, žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių rodiklių detalizavimas, tyrimo hipotezių formulavimas, empirinio tyrimo etapų ir vertinimo metodų aptarimas bei tyrimo ribotumų įvardijimas. Empirinėje darbo dalyje analizuojami žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiai, juos lemiančių veiksnių ir šiuos veiksnius atspindinčių rodiklių kitimo tendencijos JAV rinkoje 2013-2023 metų laikotarpiu. Sudarius vertinimo modelį, atliekama žaliųjų obligacijų rinkos kitimą lemiančių veiksnių analizė JAV rinkoje ir nustatoma, koks šių veiksnių poveikis tiriamu laikotarpiu. Gauti tyrimo rezultatai patvirtino, kad žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams reikšmingą poveikį turi BVP, aukso kaina, kintamumo rodiklis ir ekonominis aktyvumas. Šių veiksnių poveikis daro įtaką žaliųjų obligacijų rinkai ir lemia didesnę žaliųjų obligacijų grąžą.

Raktiniai žodžiai: žaliosios obligacijos, žaliųjų obligacijų rinką lemiantys veiksniai, JAV obligacijų rinka, laike kintančios koreliacijos.

SUMMARY

Pakalnytė, N. (2024). Evaluation of the factors influencing the green bond market. Master's Thesis. Vilnius University Šiauliai Academy, Institute of Regional Development, Šiauliai.

In the master's thesis, an evaluation of factors influencing the green bond market is conducted. The aim of this thesis is to examine, from a theoretical perspective, the factors influencing changes in the green bond market and assess their impact. The first part of the thesis defines and presents the concept of green bonds. A review of scientific literature is carried out to identify and present factors affecting changes in the green bond market. After identifying these factors, empirical studies conducted with them are analyzed. In the second part of the thesis, the methodology for evaluating factors influencing changes in the green bond market is justified, and the theoretical model for evaluating factors influencing changes in the green bond market is discussed. Detailed stages of constructing the empirical model are presented: justification of the research sample and period, detailing indicators of factors influencing changes in the green bond market, formulation of research hypotheses, discussion of empirical research stages and evaluation methods, as well as identification of limitations of the study. The empirical part of the thesis analyzes changes in the green bond market, factors influencing them, and trends in indicators reflecting these factors in the U.S. market during the period 2013-2023. After constructing the evaluation model, an analysis of factors influencing changes in the green bond market in the U.S. market is performed, determining the impact of these factors during the studied period. The obtained research results confirm that GDP, gold prices, volatility index, and economic activity have a significant impact on changes in the green bond market, influencing higher green bond returns.

Keywords: green bonds, factors influencing the green bond market, U.S. bond market, time-varying correlations.

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Žaliųjų obligacijų rinkos apimtys, mlrd JAV dol.....	13
1.2 pav. Žaliųjų obligacijų principai	14
1.3 pav. Žaliųjų obligacijų gražos panaudojimas.....	15
2.1 pav. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių teorinis vertinimo modelis.....	22
2.2 pav. Empirinio modelio sudarymo etapai	23
2.3 pav. Tyrimo etapai	29
3.1 pav. Obligacijų kitimo tendencijos 2013-2023 m.....	32
3.2 pav. Grafinė analizė su obligacijų indeksais, mėnesiniai duomenys	35
3.3 pav. Grafinė analizė su žaliųjų obligacijų indeksu, dieniniai duomenys	36
3.4 pav. Grafinė analizė su bendra JAV obligacijų rinkos indeksu, dieniniai duomenys.....	36

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė Žaliųjų obligacijų samprata	12
2.1 lentelė Pagrindiniai laikotarpio pasirinkimo argumentai	24
2.2 lentelė Ekonometrinio modelio veiksmų charakteristika	26
2.3 lentelė darbe testuojamos hipotezės	27
2.4 lentelė Koreliacijos koeficiento stiprumo įvertinimas	29
3.1 lentelė Laiko eilučių aprašomoji statistika	35
3.2 lentelė Duomenų stacionarumas	37
3.3 lentelė Duomenų stacionarumas testavimas	38
3.4 lentelė Mėnesinių duomenų žaliųjų obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai	39
3.5 lentelė Mėnesinių duomenų JAV obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai	40
3.6 lentelė Mėnesinių duomenų autokoreliacijos vertinimas modeliuose	40
3.7 lentelė Mėnesinių duomenų GARCH modelio rezultatai žaliųjų obligacijų rinkai	41
3.8 lentelė Mėnesinių duomenų GARCH modelio rezultatai JAV obligacijų rinkai	42
3.9 lentelė Dieninių duomenų žaliųjų obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai	43
3.10 lentelė Dieninių duomenų JAV obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai	44
3.11 lentelė Dieninių duomenų autokoreliacijos vertinimas modeliuose	45
3.12 lentelė Dieninių duomenų GARCH modelio rezultatai žaliųjų obligacijų rinkai	46
3.13 lentelė Dieninių duomenų GARCH modelio rezultatai JAV obligacijų rinkai	47
3.14 lentelė Mokslinių hipotezių vertinimas	47

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

ADF - vienetinės šaknies testas (angl. Augmented Dickey Fuller test).

ADS – Ekonominio aktyvumo indeksas.

BVP – bendrasis vidaus produktas.

EPU – ekonominės politikos neapibrėžtumas.

MKM – mažiausių kvadratų metodas (angl. OLS – Ordinary Least Squares).

MKT RF – JAV finansų rinkos indekso graža.

VIX – kintamumo indeksas.

IVADAS

Temos aktualumas. Tvarumas, saugumas, išsaugojimas, žemės saugojimas, ekologija, tai yra pasaulinio lygio aktualumo temos. Dėl šių priežasčių visas Pasaulis ieško geriausių ir alternatyviausių problemos sprendimo būdų, kurie padėtų sustabdyti ar sumažinti: globalinį atšilimą, nykstančius ir neatsinaujinančius žaliavų šaltinius, užterštumą, nykstančias gyvūnų rūšis, vis stiprėjančius stichijų padarinius. Žaliosios obligacijos yra leidžiamos projektams, kurie daro teigiamą poveikį aplinkai. Žaliosios obligacijos- iš esmės yra tokios pat kaip ir įprastos obligacijos. Pagrindinis skirtumas tarp žaliųjų obligacijų ir obligacijų yra gaunamos gražos panaudojimas aplinkosauginiams projektams.

Vis labiau suvokiama, kokį poveikį klimato kaita daro pasaulio ekonomikai ir gyvenimo lygiui. Žaliosios obligacijos yra palyginti naujos ir novatoriškos priemonės finansų rinkoje, kurios gaunama graža yra investuojami į projektus, kurie duoda naudos aplinkai ar klimatui. Šios finansinės priemonės naujumas yra pagrindinė mokslinių publikacijų apie žaliąsias obligacijas trūkumo priežastis, nes tai tebėra neišplėtota tyrimų sritis (Wiśniewski ir Zielinski, 2019).

Vienas iš naujausių aspektų šalies ekonomikoje yra žaliosios obligacijos. Žaliųjų obligacijų rinkos didėjimas, 2013-2023 metais turėjo didėjimo tendencija. Žaliųjų obligacijų rinka per pastarąjį dešimtmetį smarkiai išaugo, todėl reikia suprasti kokie kintamieji veiksniai tam daro įtaką ir prognozuoti gaunamus rezultatus (Oluwasegun et al. 2023). Per gana trumpą laiką, buvo atlikta nemažai tyrimų siekiant suprasti žaliųjų obligacijų naudą finansų rinkai. Lietuvių ir užsienio mokslininkai vis daugiau dėmesio skiria žaliųjų obligacijų rinkos plėtros didėjimui lėmusių makroekonominių veiksnių poveikio vertinimui, kadangi literatūroje plačiai aptariami žaliųjų obligacijų rinkos sąveikos su kitomis rinkomis tyrimai, tačiau mažai žinoma apie kintamuosius, kurie pagerina žaliųjų obligacijų gražos prognozes.

Temos mokslinis iširtumas ir temos naujumas. Žaliųjų obligacijų rinkos poveikį turinčius veiksnius moksliniuose tyrimuose analizavo Lietuvos ir užsienio autoriai. Darbo rezultatų naujumas pagrindžiamas tuo, kad tiriama pati naujausia situacija (2013-2023 m.). Atliekant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių analizę, mokslinių tyrimų autoriai renkasi skirtingas tyrimų imtis. Vieni autoriai vertina veiksnius, lemiančius žaliųjų obligacijų apimtį vienos šalies pagrindu. Anh Tu et al. (2020) tyrime nagrinėjo žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą Vietname; Zhou ir Cui (2019) nagrinėjo žaliųjų obligacijų rinka Kinijoje, o kiti skirtingų šalių grupių pagrindu Anamaria Dan ir Adriana Tiron-Tudor (2021) Europos Sąjungos šalių kontekste; Shakila Aziz, Sheikh Morshed Jahan (2023) nagrinėjo 86 besivystančias šalis iš skirtingų pasaulio regionų. Be to, skiriasi empirinių tyrimų laikotarpiai ir pasirinktų duomenų šaltiniai. Tyrimų perspektyvos yra kiek skirtingos: vieni tyrė vystymąsi žaliųjų obligacijų rinkoje ir finansų bei žaliųjų projektų tarpusavio ryšį (Baker et al. (2018), Ehlers et al. (2017), Preclaw et al. (2015), Ludvigsen (2015), Hjort (2016), Grene (2015)), antri – žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą ir jos priklausomybę nuo makroekonominių sąlygų (Cochu (2016), Jun et al. (2016)), tretieji – žaliųjų obligacijų emisijų apimtį ir pagrindinius žaliųjų obligacijų rinkos augimo veiksnius (Tolliver (2020), Gilchrist et al. (2021), Banga (2019)), dar kiti – žaliųjų obligacijų kainodarą ir žaliųjų obligacijų priedų klausimus (Liaw (2020), Cheong et al. (2020), Flammer (2018), Karpf et al. (2017), Packer et al. (2017), Reboredo (2018), Zerbib (2018)). Atliktų tyrimų rezultatai rodo, jog žaliosios obligacijos iš tiesų gali stipriai prisidėti prie ekonomikos, ekologijos bei socialinės gerovės. Pabrėžtina, kad tyrimuose sudaromi skirtingi modeliai, taikomi įvairūs statistiniai metodai bei įtraukiami skirtingi kontroliniai kintamieji. Apibendrinant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių ištyrimo lygį, galima pastebėti, kad nedaug mokslinių

darbų, kuriuose nagrinėjamas veiksnių poveikis lyginimas tarp obligacijų rinkos ir žaliųjų obligacijų rinkos. Dėl šios priežasties galima pagrįsti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių tyrimo reikalingumą. Be to šio darbo objektas bus žaliųjų obligacijų JAV rinkos ir bendros JAV obligacijų rinkos palyginimas, todėl skirsis nuo daugelio analizuotų darbų, kuriuose žaliosios obligacijos buvo vertinamos tarp šalių arba tik šalies lygmeniu.

Tyrimo problema. Klimato kaita yra pasaulinis reiškinys, turintis pastebimą neigiamą poveikį aplinkai. Klimato kaita ir kitas aplinkos problemas reikia spręsti, o tai reikalauja didelių investicijų į tvarią energiją, energijos efektyvumą ir švarių transporto priemonių panaudojimą. Šios investicijos dažniausiai yra mažiau patrauklios investicinės alternatyvos, tačiau vis daugiau investuotojų suvokdami tvarių projektų svarbą, vis dažniau ieško tvarių investavimo būdų, o žaliųjų obligacijų rinka siūlo vieną iš tokių investavimo alternatyvų.

Pagal Anh Tu et al. (2020) žaliųjų obligacijų rinkų plėtra, kaip tinkamas būdas sumažinti aplinkos taršą, yra vienas iš labiausiai diskutuotinių klausimų tarp mokslininkų. Tačiau šios rinkos plėtra nėra paprastas dalykas ir priklauso nuo kelių veiksnių. Žaliavų kainos, ekonominiai ir politiniai kriterijai ar finansiniai veiksniai gali turėti didelę įtaką žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiui. Atliekant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių analizę, mokslinių tyrimų autoriai renkasi skirtingus veiksnius. Vieni autoriai vertina tokius veiksnius – įmonės dydį, pelningumo rodiklius, bendrą skolą, CO2 emisiją, aplinkosaugos inovacijų balą, išteklių naudojimo balą lemiančius žaliųjų obligacijų apimtį pokyčius (C.J. Garcia et al. 2023). Dan ir Tiron-Tudor (2021) nagrinėjo infliaciją, nedarbą, prekybą, bendrąjį vidaus produktą, gyventojų skaičių, rizikos reitingą. Mokslininkai skiria nemažai dėmesio žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui ir jos priklausomybę nuo makroekonominių sąlygų. (Cochu (2016), Jun et al. (2016). Oluwasegun et al. (2023) nagrinėjo 10 skirtingų žaliavų kainų, finansinio turto kainas ir spekuliacinius veiksnius. Žaliųjų obligacijų rinka gali kisti pagal įvairius ekonominius faktorius, tokius kaip: skirtingos žaliavų kainos, ekonominio aktyvumo indeksą, JAV finansų rinkos gražos indeksą, kintamumo indeksą, ekonominės politikos neapibrėžtumą, BVP ir daug kitų. Galima teigti, kad žaliųjų obligacijų rinkos lemiančių veiksnių vertinimas yra diskusinė tema. Nepaisant, kad žaliosios obligacijos populiarėja tarptautinėje investicinėje arenoje, tačiau daugelis klausimų vis dar yra neatsakyta. Todėl yra keliamas probleminis klausimas: *Kokie veiksniai lemia žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius?*

Tyrimo objektas – žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiantys veiksniai.

Tyrimo tikslas: teoriniu aspektu identifikavus žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnius, įvertinti jų poveikį JAV žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išnagrinėti žaliųjų obligacijų sampratą ir jų atliekamas funkcijas ir teoriniu požiūriu identifikuoti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnius.
2. Išanalizuoti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių vertinimo empirinius tyrimus ir jų rezultatus.
3. Parengti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių tyrimo metodiką ir sudaryti vertinimo modelį.
4. Įvertinti JAV žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių poveikį.

Tyrimo metodika. Tyrime naudojamas žaliųjų obligacijų rinkos indeksas ir JAV obligacijų rinkos indeksas, kaip duomenų šaltiniai, analizei pasirinktas tyrimo laikotarpis 2013-2023 m. Siekiant palyginti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius su bendru obligacijų rinkos indeksu, tyrimas atliekamas naudojant programą „GRET“; skirta ekonometrinei analizei. .

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, palyginamoji analizė, statistinė duomenų analizė, duomenų apdorojimas, loginis apibendrinimas, regresinė analizė, ekonometrinis modeliavimas.

Šiame darbe siekiama nustatyti veiksnius, kurie lemia žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius. Atliktuose žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius aiškinančiuose tyrimuose nustatomi reikšmingi veiksniai ir skirtingi jų poveikiai, todėl tyrime formuluojamos kiekvieną tiriamą veiksnį ir jo ryšį vertinančios hipotezės. Visų pirma darbe keliamos hipotezės, vertinančios atskirų veiksnių poveikį žaliosioms obligacijoms. Kadangi yra vertinama žaliųjų obligacijų rinka – jos padidėjimą ir sumažėjimą lemiantys veiksniai, todėl tyrimo hipotezės yra formuluojamos apibrėžiant veiksnių poveikį žaliųjų obligacijų rinkai.

Tikėtina, kad žaliavų kainoms kintant, žaliųjų obligacijų indeksas kinta. Darbe formuluojama **1 hipotezė:** *augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą.* Kitiems veiksniams nekintant, žaliavų kainos padidins žaliųjų obligacijų rinkos grąžos pokyčius.

Kaip ir žaliavų kainos, taip pat ir tikėtina, kad ekonominio aktyvumo indeksas lems žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą. Darbe formuluojama **2 hipotezė:** *ekonominio aktyvumo indekso didėjimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos augimą.*

Darbe keliamą hipotezę, aiškinanti ekonominės politikos neapibrėžtumo lygio poveikį žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. **3 hipotezė:** *didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumo lygis lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos mažėjimą.*

Darbe yra lyginama dviejų obligacijų rinkų indeksai, tai JAV žaliųjų obligacijų rinka ir bendra JAV obligacijų rinka. Darbe formuluojama **4 hipotezė:** *ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta.*

Darbo struktūra: tyrimo tikslas ir jam įgyvendinti išskelti uždaviniai, kurių loginė seka atsispindi šiose dalyse: įvadas, teorinė dalis, kurioje remiantis moksliniais šaltiniais pateikiama žaliųjų obligacijų investavimo vertinimo teoriniai aspektai: pristatoma žaliųjų obligacijų investavimo esmė, priemonės, makroekonominiai veiksniai lemiantys žaliųjų obligacijų grąžą bei apibendrinami atlikti žaliųjų obligacijų efektyvumo vertinimo moksliniai tyrimai. Tiriamojoje dalyje pristatoma tyrimo metodologija, atliekama žaliųjų obligacijų grąžos lemiančių veiksnių vertinimo analizė. Pagrindžiama tyrimo imtis ir laikotarpis, parenkami tyrimo veiksniai ir juos atspindintys rodikliai, formuluojamos hipotezės, aptariamas žaliųjų obligacijų grąžos lemiančių veiksnių empirinio vertinimo modelis, empirinio tyrimo metodikos tinkamumas ir tyrimo logika, sukuriamas modelis leidžiantis įvertinti žaliųjų obligacijų grąžos lemiančius veiksnius Europos sąjungoje. Darbo pabaigoje pateikiamos išvados, pasiūlymai, literatūros sąrašas.

1. ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ RINKĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TEORINIS PAGRINDIMAS

Šioje darbo dalyje analizuojami žaliųjų obligacijų rinką ir ją lemiančių veiksnių teoriniai aspektai. Siekiant įvertinti žaliųjų obligacijų rinkos lemiančius veiksnus, aptariama žaliųjų obligacijų samprata, išskiriamos pagrindinės žaliųjų obligacijų funkcijos, rinkos sudėtis, gražos panaudojimas, principai, literatūros analizės pagalba nustatomi žaliųjų obligacijų pokyčius lemiantys veiksniai.

1.1. Žaliųjų obligacijų apibrėžtis ir reikšmė

Žaliosios obligacijos – tai nauja finansinė priemonė, kuri sparčiai vystosi klimato kaitos rizikos kontekste. Žaliųjų obligacijų gautos pajamos naudojamos tik aplinkai nekenksmingiems projektams finansuoti (Bachelet et al. 2019). Žaliosios obligacijos kaip ir bet kurios kitos obligacijos, yra skolos vertybiniai popieriai. Tai fiksuoto pajamingumo produktas, kuris investuotojams siūlo galimybę dalyvauti finansuojant aplinkosauginius projektus, padedant sušvelninti klimato kaitą, remiant šalies klimato politiką. Žaliosios obligacijos yra savanoriškos, užtikrina fiksuotą gaunamą gražą ir įsipareigoja gautas pajamas skirti esamiems ar naujiems projektams susijusiems su darnumu (Baker et al., 2018). Prieš pradėdant analizuoti žaliųjų obligacijų apimtį pokyčius, pirmiausia pristatoma žaliųjų obligacijų samprata 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė

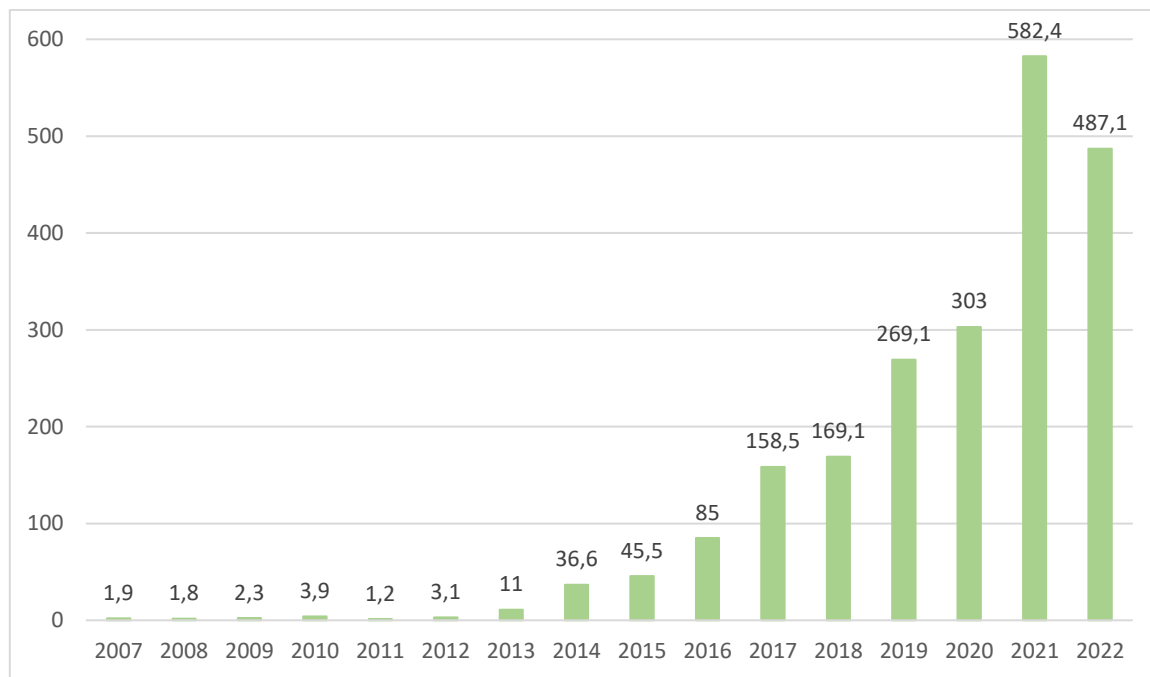
Žaliųjų obligacijų samprata

Šaltinis, metai	Apibūdinimas
T.Segalas, 2022	Žalioji obligacija yra fiksuotų pajamų priemonė, specialiai skirta pritraukti pinigų klimato ir aplinkosaugos projektams
Reboredo 2018	Žalioji obligacija paprastai vadinama ilgalaikio turto klase, kuri savo finansine struktūra yra panaši į įprastą įmonių ir vyriausybių obligacijas, kurios skiriasi emitento skirtų pajamų panaudojimu. projektuose, turinčiuose naudą aplinkai.
S. Fatica , R. Panzica 2021	Žaliosios obligacijos yra skolos priemonės, kurios skiriasi nuo įprastų vertybinių popierių tik tuo atveju, jei emitentas įsipareigoja panaudoti gautas pajamas finansuoti projektus, kurie turi teigiamą efektą aplinkai ar klimatui.
C. Flamer 2020	Žaliosios obligacijos yra naujausia tvaraus finansavimo naujovė. Žaliosios obligacijos yra skolos priemonės, kurių lėšos skiriamos mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančių, klimatui palankių projektų finansavimui.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis Segalas (2022), Reboredo (2018), Fatica ir Panzica. (2021), Flamer (2020)

Žaliosios obligacijos skiriasi nuo kitų rūšių obligacijų dviem svarbiais punktais: pirma iš obligacijų gautos pajamos, naudojamos ekologiškiems projektams, aplinkosaugos projektams ar aplinkai naudingiems projektams finansuoti arba refinansuoti; ir antra jose taikomos skirtingos nuostatos dėl skolos gražinimo (Anh Tu et al. 2020).

Žaliosios obligacijos yra pakankamai nauja obligacijų rūšis, kurią Tarptautinė kapitalo rinkų asociacija (ICMA) apibrėžia kaip „bet kokios rūšies obligacijų priemonę, kurios lėšos bus skirtos išimtinai finansuoti arba refinansuoti, iš dalies arba visiškai, naujai ir esamus reikalavimus atitinkančius žaliuosius projektus“. Kitaip tariant, žaliosios obligacijos yra įprastinės obligacijos įmonių, savivaldybių ir kitų valstybės institucijų išleistos valstybės skolos su išskirtiniu bruožu, kad gautos lėšos būtų naudojamos aplinką tausojantiems projektams. Žaliųjų obligacijų rinkos raida pastaraisiais metais patvirtina didžiulį šios finansinės priemonės potencialą (Gianfrate ir Peri 2019). 1.1 paveiksle yra pavaizduotas žaliųjų obligacijų sudėtis nuo 2007 metų.



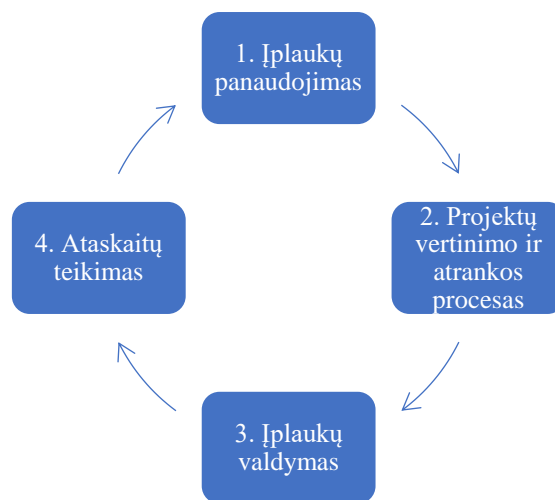
1.1 pav. Žaliųjų obligacijų rinkos apimtys, mlrd. JAV dol.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Bloomberg duomenimis

Pirmoji žalioji obligacija buvo išleista 2007 metais, kurią išleido Europos investicijų bankas, pavadinęs obligaciją "Climate Awareness Bond", kaip struktūrizuota obligacija, kurios lėšos skirtos atsinaujinančiajai energijai ir energijos vartojimo efektyvumo projektams. (The World bank 2016) Kaip nauja priemonė, turinti mažai istorijos ir dar mažiau investuotojų sąmoningumo, žaliosios obligacijos neturėjo visuotinai priimtų sistemų. Tačiau žaliųjų obligacijų rinka išsibėgėjo tik 2014 m. Vienas iš pagrindinių šio augimo veiksnių buvo tais metais paskelbti Tarptautinės kapitalo rinkos asociacijos (ICMA) žaliųjų obligacijų principai. Nors tai yra savanoriškas vadovas emitentams, juose pateikiamos geriausios praktikos rekomendacijos, kurios skatina sąžiningumą ir didina investuotojų pasitikėjimą. 2015 m. gruodžio mėnesį pasirašytas Paryžiaus susitarimas ir Jungtinių Tautų tvaraus vystymosi tikslai gerokai paskatino žaliųjų obligacijų išleidimą. Konkrečiai, 195 šalys priėmė Paryžiaus susitarimą dėl klimato kaitos, kuriame išdėstytas globalus veiksmų planas, kurio tikslai apėmė šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo mažinimą, siekiant, kad visuotinis klimato atšilimas būtų mažesnis nei 2°C. (Lietuvos Respublikos finansų ministerija). Iš tiesų, nuo tada, kai Europos investicijų bankas (EIB) 2007 m. išleido pirmąją žaliųjų obligacijų emisiją, rinka nuolat augo ir darėsi vis sudėtingesnė. Agentūros „Moody's“ ir „Climate Bond Initiative“ duomenimis apskaičiuota, kad žaliųjų obligacijų emisija 2018 m. sieks 250 mlrd. dolerių, o iki 2021 m. ji turėtų pasiekti 1 trln. dolerių. Rinka sparčiai pradėjo kilti 2013 m., kai privataus sektoriaus Pasaulio banko

padalinys kartu su Tarptautinė finansų korporacija, išleido pirmąją 1 mlrd. USD vertės obligaciją. Tais pačiais metais, buvo išleistos pirmosios įmonių žaliosios obligacijos, jas išleido EDF, Bank of America ir Vasakronan. Tačiau žaliosios obligacijos sudaro vis dar nedidelę fiksuotų pajamų rinkos dalį, jos išaugo nuo 11 mlrd. USD vertės 2013 m. iki 93 mlrd. USD 2016 m. „Bloomberg New Energy Finance“ buvo prognozuojama, kad žaliųjų obligacijų emisija nuo 2013 metų padidės iki 123 mlrd. USD, o „Moody's“ prognozavo stulbinantį padidėjimą iki 206 mlrd. USD. (Katsomitros, 2017). Žaliųjų obligacijų apimtis lyginant su kitomis pasaulio šalimis, Kinija yra vadinama „žaliuoju drakonu“, kadangi ganėtinai vėlai prisijungė prie žaliųjų obligacijų rinkos, bet labai greit tapo viena iš lyderių, išleisdama žaliąsias obligacijas. Žaliųjų obligacijų kontekste Kinija tapo antroji pagal dydį rinka, nes 2016 metais išleido žaliųjų obligacijų už 36 mlrd. USD, o tai sudarė 39 procentus tuometinės rinkos. Šiam perėjimui prie žaliųjų obligacijų rinkos pritarė vyriausybė. Pasak Seano Kidney, generalinio direktoriaus „Climate Bonds Initiative“ Kinija yra viena labiausiai klimato rizikos pažeidžiamų šalių. Pavyzdžiui, Šanchajus – miestas, kuriame gyvena 20 milijonų žmonių – yra žemumose, kaip ir Nyderlandai. Didelis audros bangavimas ir visas pusiasalis sugrius. Tai privertė Kinijai keisti reguliavimą, kuris ir paskatino žaliųjų obligacijų emisiją.

Žaliosios obligacijos leidžia pritraukti kapitalą ir investuoti į naujus ir esamus projektus, teikiančius naudos aplinkai. Žaliųjų obligacijų principais siekiama padėti emitentams finansuoti aplinkai nekenksmingus ir tvarius projektus, skatinančius ekonomiką be išmetamųjų teršalų ir saugoti aplinką. Žaliųjų obligacijų principai tai yra savanoriškai taikomos rekomendacijos, kuriose išdėstytos nuostatos dėl skaidrumo ir informacijos atskleidimo, skatinančios vientisumą plėtojant žaliųjų obligacijų rinką, išaiškinant tokių obligacijų išleidimo būdą (ICMA, 2021).



1.2 pav. Žaliųjų obligacijų principai

Šaltinis: sudaryta autorės pagal Tarptautinės kapitalo rinkos asociacijos (ICMA) duomenis

Žaliųjų obligacijų principai yra skirti plačiai naudoti rinkos dalyviams: jie teikia emitentams rekomendacijas dėl pagrindinių žaliųjų obligacijų, kurios yra patikimos investuotojų, išleidimo komponentų; užtikrina investuotojams informacijos, reikalingos jų investicijų į žaliąsias obligacijas poveikiui aplinkai įvertinti, prieinamumą; skatina rangovus, siūlydami svarbiausius veiksmus sandoriams, padedantiems išsaugoti rinkos vientisumą (ICMA, 2021). Pirmasis principas yra įplaukų panaudojimas, kur kiekvienas atrinktas žaliasis projektas turi teikti naudą aplinkai. Reikalavimus atitinkantys ir priimtini žalieji projektai yra tie, kurie apima energijos vartojimo efektyvumą

atsinaujinančią energiją, ekologišką transportą, biologinės įvairovės išsaugojimas ir kitos aplinkai draugiškos sritys. Antrasis principas yra projektų vertinimo ir atrankos procesas, kai žaliųjų obligacijų emitentas turėtų aiškiai informuoti investuotojams apie reikalavimus atitinkančių obligacijų, ekologiškų ir tvarių projektų tikslus; apie procesą pagal kurį emitentas nustato ar projektai atitinka keliamus reikalavimus; ir papildomą informaciją apie visus procesus, kuriais nustato projektų rizikas (socialines ir aplinkosaugines) ir jų valdymą. Taip pat yra rekomendacijos ir emitentams. Tokios kaip: pateikti kuo daugiau informacijos apie tikslus, strategijas ir procesus. Trečiasis žaliųjų obligacijų principas yra įplaukų valdymas, kuris skatina aukštą skaidrumo lygį ir rekomenduoja, kad emitento įplaukų sumų valdymas turėtų būti papildytas išorės auditoriaus arba parinktas kitas vidaus stebėjimo metodas. Ketvirtasis principas numato, kad emitentai turėtų pateikti ir saugoti lengvai prieinamą, ir aktualią informaciją ar duomenis apie lėšų panaudojimą iki visiško lėšų paskirstymo. Be to į metinę ataskaitą turi būti įtrauktas pasiūlymų sąrašas, kur buvo paskirstyta šių obligacijų gražos sumos (ICMA, 2021). Pasak ICMA vyresniojo direktoriaus ir žaliųjų obligacijų principų sekretoriaus N. Pfaffas žaliosios obligacijos, atitinkančios ICMA principus, yra ypač patrauklios, atsižvelgiant į skaidrumą ir atskaitomybę, susijusią su pajamų panaudojimu, kuris skirtas rinkoms suteikti pasitikėjimo, kad obligacija tarnauja svarbiems ekologiškiems tikslams.

Taigi žaliosios obligacijos yra naujos finansinės priemonės, kurios suteikia tiesioginį ekonomikos finansavimą. Tarptautinė kapitalo rinkos asociacija (2018) pateikiamas gerai žinomas žaliųjų obligacijų apibrėžimas kaip bet kuri obligacijų priemonė, kai įplaukos bus naudojamos tik naujiems arba esamiems reikalavimus atitinkantiems ekologiškiems projektams finansuoti arba iš dalies arba visiškai refinansuoti (Tolliveris et al. 2020). Todėl žaliųjų obligacijų išleidimas reiškia įsipareigojimą siekti tvaraus vystymosi. Žaliosios obligacijos dažniausiai naudojamos šių tipų projektams finansuoti:



1.3 pav. Žaliųjų obligacijų gražos panaudojimas

Šaltinis: sudaryta autorės pagal Tolliveris et al. (2020)

Žaliųjų obligacijų vertinimas yra svarbus, nes tai padeda investuotojams suprasti jų finansinį ir socialinį poveikį. Žaliųjų obligacijų emisijos yra skirtos finansuoti projektus, kurie siekia mažinti neigiamą poveikį aplinkai arba prisidėti prie tvarios plėtros. Vertinant žaliasias obligacijas, vertinamas projektų socialinis, ekonominis ir aplinkosauginis poveikis, taip pat projektų finansinės sąlygos ir rizikos. Tai svarbu investuotojams, nes jie gali įvertinti žaliųjų obligacijų emisijų ilgalaikį potencialą ir riziką, taip pat prisidėti prie tvarios plėtros. Žaliųjų obligacijų vertinimas yra svarbus dėl kelių priežasčių:

1. Investuotojų pasitikėjimui. Žaliųjų obligacijų vertinimas padeda investuotojams įvertinti, ar emitentas laikosi tvarumo principų ir ar jo veikla yra aplinkai palanki. Tai padeda investuotojams pasirinkti saugesnes ir ilgalaikes investicijas.

2. Priežiūrai ir reguliavimui. Žaliųjų obligacijų vertinimas yra svarbus reguliuotojams ir priežiūros institucijoms, kad būtų užtikrintas tvarus investavimas ir laikomasi tvarumo principų. Tai leidžia užtikrinti skaidrumą ir investicijų saugumą.

3. Skaidrumui. Žaliųjų obligacijų vertinimas padeda užtikrinti skaidrumą ir atvirumą investicijų procese. Tai svarbu, kad investuotojai galėtų priimti informuotus sprendimus ir pasirinkti saugias ir ilgalaikes investicijas.

4. Tvarumo principų plėtojimui. Žaliųjų obligacijų vertinimas taip pat padeda skatinti tvarumo principų plėtojimą ir skatina įmones įgyvendinti tvarumo projektus. Tai padeda skatinti tvarią ekonomiką ir aplinką tausojančią veiklą.

Apibendrinant išanalizuotą mokslinę literatūrą, galima teigti, jog žaliosios obligacijos yra naujos formos finansinė priemonė, skirta ekologiškiems aplinkosauginiams projektams. Galima pastebėti, kad šia finansine priemone gali naudotis platus emitentų spektras – nuo įmonių iki valstybinių institucijų. Taikant panašą schemą, kaip ir įprastoms obligacijoms, periodiškai mokant palūkanas ir grąžinant pagrindinę sumą suėjus terminui, skirtumas yra pajamų panaudojimo aplinkai nekenksmingiems projektams. Žaliųjų obligacijų apimties pokyčiai turi įtakos šalies ekonomikai kadangi žaliosios obligacijos yra neatsiejamos nuo klimato kaitos ir kitų aplinkos problemų, didėjančios žaliosios obligacijos turi didelį poveikį aplinkai. Be to, žaliųjų obligacijų rinka pritraukia daugiau investuotojų, kurie ieško tvarių investavimo būdų. Žaliųjų obligacijų rinka sparčiai auga nuo 2014 m., o šios finansinės priemonės potencialą patvirtina prognozės siekiant 1 trln. dolerių iki 2021 m. Taip pat pažymima, kad šio augimo priežastis yra Tarptautinės kapitalo rinkų asociacijos žaliųjų obligacijų principai ir didėjantis susidomėjimas klimato kaitos problema po 2015 m. Paryžiaus susitarimo ir Jungtinių Tautų tvaraus vystymosi tikslų pasirašymo. Pasaulinis klimato kaitos rizikos suvokimas perkelia dėmesį į naujas finansines priemones, skirtas finansuoti aplinkai nekenksmingus projektus. Tokiomis aplinkybėmis žaliosios obligacijos tampa perspektyvia finansine priemone, nes jų pajamos yra naudojamos tik reikalavimus atitinkantiems projektams finansuoti. Matant, kokią didelę įtaką gali turėti žaliosios obligacijos kitiems ekonomikos rodikliams, svarbu nustatyti, kokie veiksniai gali lemti žaliųjų obligacijų apimties kitimą.

1.2. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių apibrėžtis ir klasifikavimas

Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiui tiesiogiai arba netiesiogiai turi įtakos daugelis veiksnių. Mokslinės literatūros šaltiniuose nagrinėjamas ryšys tarp žaliųjų obligacijų rinkos dydžio ir literatūroje nustatytų veiksnių įvairiose srityse, pavyzdžiui, aplinkos, socialinių, valdymo ir makroekonominių. Žaliųjų obligacijų padidėjimą ar sumažėjimą gali lemti įvairūs veiksniai. Tolliver et al. (2020) ištyrė žaliųjų obligacijų rinkos augimo veiksnius 49 šalyse ir išsiaiškino teigiamą kapitalo rinkos, makroekonominių ir institucinių veiksnių įtaką žaliosios rinkos plėtrai. Broadstock ir Cheng (2019) teigė, kad žaliųjų obligacijų rinkos plėtra priklauso nuo įvairių veiksnių. Banga (2019) rezultatai atskleidė, kad kredito reitingas, emisijos dydis ir emisijos laikotarpis yra trys skirtingi veiksniai darantys tiesioginę įtaką žaliųjų obligacijų apimties kitimui. Flammeris (2019) mano, kad sertifikavimas yra pagrindinis valdymo mechanizmas žaliųjų obligacijų rinkoje, skatinantis šalis išleisti žaliąsias obligacijas. Wang ir Zhi (2016) teigė, kad tinkama reguliavimo sistema ir valstybės parama gali pagerinti žaliųjų obligacijų rinkos veiksmingumą, o tai reiškia geresnę aplinkos apsaugojimą.

Infliacijos lygis yra vienas iš svarbiausių finansinių veiksnių, susijusių su žaliųjų obligacijų rinkos plėtra. Macchiarelli (2014) įrodė infliacijos lygio svarbą obligacijų rinkose. Literatūroje infliacijos lygis suvokiamas kaip ekonominio valdymo kokybė, kuri tiesiogiai įtakoja įsipareigojimų neįvykdymo riziką. Nickel et al. (2011) teigė, kad aukštesnis infliacijos lygis lemia makroekonominį nestabilumą, kuris mažina vyriausybės kreditingumą. Taip pat, infliacijos lygis vaidina esminį

vaidmenį Europos Sąjungos šalims gaunant ilgalaikį finansavimą (Alexopoulou et al. 2010). Presbitero et al. (2016) nustato, kad dėl didesnės infliacijos sumažėja vyriausybės obligacijų emisijos tikimybė, o išleidimas turės didesnę skolinimosi kainą. Infliacijos lygis yra finansinis veiksnys, turintis įtakos žaliųjų obligacijų rinkos plėtrai. Tai reiškia, kad didesnis infliacijos lygis neigiamai veikia investuotojo sprendimus (Anh Tu et al. 2020). Analizuodami autoriai Rasoulinezhad et al. (2021) nustato, kad infliacija turi neigiamą ir reikšmingą įtaką energijos vartojimo efektyvumui. Todėl investuotojai, nusprendę finansuoti energijos vartojimo efektyvumo projektus, atsižvelgia į infliaciją.

Žaliųjų obligacijų rinkos plėtra taip pat yra susijusi su socialiniais veiksniais, tokiais kaip nedarbo lygis. Anh Tu et al. (2020) nustato, kad nedarbo lygis vertinamas kaip žaliųjų obligacijų emisijos įtakos veiksnys. Literatūroje atskleidžiama, kad dėl didesnio nedarbo lygio didėja skolos lygis, gaunamas esant didesnėms išlaidoms (Greer ir Denison 2016).

Didesnis gyventojų skaičius sudaro didėjančią paklausą investiciniuose projektuose, o tai reikalauja didelių finansinių išteklių. Žaliosios obligacijos gali būti naudojamos norint pritraukti investuotojų pinigų aplinkai nekenksmingiems projektams finansuoti. Tačiau šalyse, kuriose gyventojų tankumas mažas, žali projektai ir išleidžiamas žaliųjų obligacijų kiekis yra nedideli (Banga 2019). Šalies dydis matuojamas gyventojų skaičiumi. Presbitero et al. (2016) nustato, kad gyventojai teigiamai veikia išleidžiamas vyriausybės obligacijų emisijas.

Gebėjimą išleisti žaliąsias obligacijas taip pat teigiamai veikia ekonomikos dydis (Tolliver et al. 2020). Analizuojant valstybės obligacijų išleidimo veiksnius besivystančiose šalyse, Presbitero et al. (2016) nustato, kad ekonominis dydis ir didesnis BVP vienam gyventojui būdingas šalims, kurios dažniau leidžia obligacijas. Glomsrød ir Wei (2018) taip pat nustato, kad didėjant žaliosioms obligacijoms, BVP lygis didėja visame pasaulyje.

Atsižvelgiant į tai, kad klimato kaitos ir aplinkos blogėjimo problemos tampa vis svarbesnėmis, sprendžiant jas žaliųjų obligacijų išleidimu, yra įvairių šaltinių, kurie paaiškina žaliųjų obligacijų rinkos dinamiką. Anh Tu et al. (2020) pabrėžia, kad žaliųjų obligacijų rinkos augimą lemia daugybė įtakojančių veiksnių, kuriems reikia teikti dėmesį. Politinio neapibrėžtumo vaidmuo, kuris gali skatinti makroekonominį nestabilumą, buvo intensyviai aptariamas tarp politikų, mokslininkų ir praktikų. Toks politinis neapibrėžtumas gali turėti įtakos ekonominiams subjektams, nes jis gali iškraipyti įmonių ir asmenų elgesio modelius bei sprendimus, veikiančius esamomis aplinkos sąlygomis.

Investuotojų požiūris į žaliąją investicijų rinką, kitaip vadinamą investuotojų nuotaikomis, kuris atsiranda renkantis, yra glaudžiai susiję su žaliųjų obligacijų rinkos rezultatais. Tai svarbūs faktoriai, į kuriuos būtina atsižvelgti, planuojant ir analizuojant žaliųjų obligacijų rinkos dinamiką. Investuotojų nuotaikos pokyčiai gali turėti tiesioginį poveikį investicijų priėmimo procesui, o tai, savo ruožtu, gali paveikti žaliųjų obligacijų išleidimus ir jų pelningumą. (Chousa et al., 2021).

Pastaraisiais metais, didėjant prekių finansavimui, jų panaudojimas tapo kainų svyravimų šaltiniu. Jei kainų pokyčiai būtų palankūs, tai gali atkreipti investuotojų dėmesį nuo investicijų į žaliąjį turtą ir turėti įtakos žaliųjų obligacijų rinkai. Šį aspektą patvirtina Gormus et al. (2018), kurie atskleidė, jog bendrai efektyvių obligacijų rinka, įskaitant žaliąsias obligacijas, yra paveikiama energijos rinkos kainų nepastovumo. Kainų nepastovumo įtaka investicijų sprendimams dažnai yra susijusi su rinkos dalyvių pasitikėjimo lygmeniu ir rizikos toleravimu. Jei kainų pokyčiai rodo palankias tendencijas prekių finansavimo srityje, tai gali pritraukti investuotojus. Be to, energijos rinkos kainų nepastovumas gali būti veiksnys, kuris formuoja bendrą efektyvių obligacijų, įskaitant

žaliąsias obligacijas, rinką. Visų šių faktorių analizė yra būtina siekiant suprasti ir numatyti žaliųjų obligacijų, dinamiką rinkoje.

Ekonominio aktyvumo indeksas (ADS) - tai Aruoba et al. (2009) sukurtas kasdienio ekonominio aktyvumo rodiklis, sudarytas remiantis įvairių ekonominių rodiklių mišraus dažnio bendrųjų veiksnių modeliavimu. Analizuojant ekonominio aktyvumo indeksą, galima gauti platesnį ir aktualesnį supratimą apie ekonominę būklę, kas, savo ruožtu, leidžia geriau suprasti žaliųjų obligacijų rinkos dinamiką ir jos sąveiką su ekonomikos judėjimais.

Ekonominės politikos neapibrėžtumas (EPU) pagal Arouri et al. (2016) rodo, kad esama ekonominė politika gali pasikeisti ateityje, dėl to kinta ūkio subjektams taikomos taisyklės (Baker et al., 2014). Neapibrėžtumo poveikis ekonomikai gali pasireikšti įvairiais būdais. Pirma, politikos neapibrėžtumas gali lemti svarbių įmonių ir kitų ekonominės veiklos subjektų sprendimų peržiūrą ar atidėjimą, tokį kaip užimtumo, investicijų, vartojimo ir taupymo sprendimai (Gulen ir Ion, 2013). Antra, neapibrėžtumas gali didinti finansavimo ir gamybos išlaidas, veikdamas tiek pasiūlos, tiek paklausos kanalus, ir skatindamas investicijų mažinimą bei ekonominį susitraukimą. Trečia, ekonominis neapibrėžtumas gali didinti finansų rinkų riziką, ypač sumažindamas vyriausybės pateikiamų apsaugos priemonių vertę (Pastor ir Veronesi, 2012). Galiausiai, neapibrėžtumas gali paveikti infliaciją, palūkanų normas ir numatomas rizikos premijas (Pastor ir Veronesi, 2013). Ekonominės politikos neapibrėžtumas - neapibrėžtumo dėl fiskalinės politikos, pinigų politikos ir reguliavimo neapibrėžtumo forma gali turėti įtakos verslo sprendimams ir finansų rinkoms (Baker et al., 2016). Neapibrėžtumo akivaizdoje įmonės nenori išsipareigoti kapitalo išlaidoms, kurios turi įtakos esamam ir būsimam produktyvumui ir pelningumui (Pastor ir Veronesi, 2012). Ekonominės politikos neapibrėžtumo padidėjimas gali rodyti blogėjančius ekonominius rezultatus, kurie turės įtakos kapitalo kainai ir kitiems realaus pasirinkimo sprendimams (Arouri et al., 2016).

Lundgren et al. (2018) nustatė, kad kintamumo indeksas (VIX) turi didelę įtaką švarios energijos atsargų grąžai ir nepastovumui.

Didėjantis švarios energijos naudojimas sukuria naujų galimybių investuoti į švarią energiją. Esamoje švarios energijos finansavimo literatūroje daugiausia dėmesio skiriama dinaminiam ryšiu tarp švarios energijos įmonių akcijų kainų, naftos kainų, technologijų įmonių akcijų kainų ir kitų svarbių makroekonominių kintamųjų, tokių kaip finansų rinkų nepastovumas ir ekonominės politikos neapibrėžtumas (Bondia et al. (2016), Dutta (2017), Dutta et al. (2018), Elie et al. (2019), Ferrer et al. (2018), Geng et al. (2021), Gupta (2017), Kumar et al. (2012), Le et al. (2021), Maghyreh et al. (2019), Managi ir Okimoto (2013), Naeem et al. (2020), Nasreen et al. (2020), Pham (2021), Reboredo ir Ugolini (2018)). Šie tyrimai rodo, kad naftos kainos ir kitos žaliavų kainos turi įtakos žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams, o ekonominės politikos neapibrėžtumo poveikis žaliųjų obligacijų rinkai yra nevienodas.

Žaliųjų obligacijų rinką lemiančius veiksniai galima klasifikuoti į kelias pagrindines kategorijas, įskaitant ekologinius, socialinius ir ekonominius aspektus. Šie veiksniai gali turėti įtakos investuotojų sprendimams, susijusiems su žaliomis obligacijomis, ir atspindėti įmonių ar projektų išsipareigojimus aplinkai ir visuomenei. Veiksniai gali būti skirstomi į ekologinius, tai tokie veiksniai kaip investicijos į projektus, kuriuose naudojama švari energija arba kurie mažina šiltnamio dujų išskyrimą ar įmonių veiklos, kurių tikslas yra mažinti ekologinę įtaką, tokią kaip: atliekų perdirbimas, atsinaujinančios energijos naudojimas ir kt. Socialiniai veiksniai: Įvertinimas, kaip įmonės tvarko darbuotojų teises, saugumą ir gerovę ar įmonių išsipareigojimai prisidėti prie ekonomikos gerovės. Ekonominiai veiksniai: tai įmonių gebėjimas ilgalaikėje perspektyvoje valdyti finansines rizikas ir užtikrinti stabilumą. Taip pat investuoti į inovacijas ir naujoves, kurios gali prisidėti prie tvarumo ir

ekologinių tikslų pasiekimo. Dar yra išskiriami reguliavimo ir standartizavimo veiksniai: tai žaliųjų obligacijų standartai, kurie yra nustatomi ir apibrėžia žaliųjų obligacijų išleidimo ir valdymo taisykles, kurie priverčia laikytis tvarumo principų. Didelę įtaką taip pat daro ir rinkos veiksniai: tokie kaip investuotojų poreikiai, jų susidomėjimas tvarumo klausimais ir pageidavimas investuoti į projektus, kurie atitinka žaliąsias normas. Klasifikuojant šiuos veiksnius investuotojai ir įmonės gali geriau suprasti, kaip žalieji projektai ar įmonės atitinka jų vertinimo tikslus ir kaip gali turėti įtakos jų investicijų sprendimams.

Šiame skyriuje nagrinėjami žaliųjų obligacijų rinką lemiantys veiksniai ir jų klasifikavimas. Aptarta, kaip ši rinka gali būti paveikta įvairiais ekonominiais, socialiniais, ir aplinkos veiksniais. Keli šaltiniai pabrėžia, kad žaliųjų obligacijų rinkos augimą gali skatinti teigiami makroekonominiai ir instituciniai veiksniai, tokie kaip kapitalo rinkos sąlygos, reguliavimo sistema ir valstybės parama. Taip pat akcentuojama, kad žaliųjų obligacijų rinkos dydį gali lemti įvairūs faktoriai, įskaitant kredito reitingą, emisijos dydį ir emisijos laikotarpį. Infliacijos lygis yra dar vienas svarbus veiksnys, įtakojantis žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą, nes aukštesnis infliacijos lygis gali sukelti makroekonominę nestabilumą ir mažinti vyriausybės kreditingumą. Apibendrinant mokslinę literatūrą būtų galima teigti, kad žaliųjų obligacijų dydį lemia įvairūs veiksniai, kuriuos galima suskirstyti į ekologinius, ekonominius, aplinkos, socialinius ir makroekonominius. Nuo šių veiksmų priklauso žaliųjų obligacijų apimties padidėjimas arba sumažėjimas. O žaliųjų obligacijų padidėjimas ar sumažėjimas turi poveikį šalies gerinimo kokybei. Taip pat šalies ekonominiui lygiui, todėl žaliosios obligacijos yra svarbios tiek ekonomine, tiek socialine prasme. Pateikiama analizė įvairių veiksmų, lemiančių žaliųjų obligacijų rinką, ir klasifikavimą pagal ekonominius, socialinius, ir aplinkos aspektus. Tai svarbu siekiant suprasti, kaip skirtingi veiksniai gali paveikti žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą.

1.3. Žaliųjų obligacijų apimties lemiančių veiksmų empirinių tyrimų analizė

Makroekonominiai veiksniai turi įtakos kapitalo ir finansų rinkos vystymuisi (Tolliver et al. 2020). Banga (2019) teigia, kad žaliųjų obligacijų rinkos yra panašios į įprastas obligacijas. Dalyvavimas žaliųjų obligacijų rinkoje, kaip teigia Zhou ir Cui (2019), gali teigiamai paveikti įmonės pelningumą, veiklos rezultatus ir inovacijų pajėgumus. Tačiau autorius Liaw (2020), atlikęs literatūros tyrimus, nurodo, kad kai kurie žaliųjų obligacijų tyrimai parodė, kad žaliųjų obligacijų pajamingumas yra mažesnis nei įprastos obligacijos. Žaliosios obligacijos yra susijusios ne tik su finansine, bet ir su aplinkosaugos rizika (Bigger, 2017). Investuotojų informuotumas apie klimatą ir įsipareigojimus kovoti su klimato kaita yra esminiai žaliųjų obligacijų rinkos plėtros veiksniai. Šalys turi skirtingus makroekonominius veiksmus veikiančius žaliųjų obligacijų pokyčius, tokius kaip kredito reitingą, rizikos indeksą, fiskalinį balansą, infliacijos lygį, nedarbo lygį, gyventojų skaičių, bendrą vidaus produktą, naftos kainą, CO2 emisijos lygį. Visi šie veiksniai tam tikru mastu gali turėti poveikio žaliųjų obligacijų apimčiai.

Tyrimas, kuris buvo atliktas 2014-2019 metų laikotarpiu mokslininkų Dan ir Tiron-Tudor (2021) Europos Sąjungos šalių kontekste nustatytas ryšys tarp rizikos indekso, fiskalinio balanso, gyventojų skaičius, infliacijos lygis. Kiti analizuoti makroekonominiai kintamieji - prekyba, nedarbo lygis ir BVP vienam gyventojui, atitinkamai lemia žaliųjų obligacijų emisijos apimties didėjimą, tačiau statistiškai reikšmingos įtakos neturi. Tai gali leisti manyti, kad žaliųjų obligacijų rinkoje ekonominiai veiksniai praranda savo reikšmę prieš tvarumo rodiklius. Išvadose teigiama, jog tiriamu

laikotarpiu Europos Sąjungoje žaliųjų obligacijų apimtims kredito reitingas buvo pagrindinis faktorius, kuris didino žaliųjų obligacijų apimtį.

Garcia et al. (2023) analizavo, įmonės žaliųjų obligacijų emisiją lemiančių veiksnių ir jos poveikio aplinkai įmonės valdybos vaidmenyje. Tyrimas atliktas remiantis 2013-2021 metų laikotarpio duomenimis. Rezultatai pirmiausia atspindi, kad žaliąsias obligacijas išleidžiančios įmonės, palyginti su tomis, kurios išleidžia įprastas obligacijas, gauna aukštesnę aplinkosaugos balą, mažesnę CO₂ emisijų kiekį, valdyboje yra didesnis moterų procentas ir tvarumo komitetas. Šios išvados rodo, kad jos yra aplinkai ir tvarumui rūpestingos įmonės.

Chiesa ir Barua (2019) analizavo žaliųjų obligacijų pasiūlos dydį ir lemiančius veiksnius ir heterogeniškumą rinkoje. Naudodami Bloomberg duomenis apie įmonių žaliųjų obligacijų emisiją 2010–2017 m., autoriai tyrė veiksnius, turinčius įtakos skolinimosi dydžiui. Naudodami trijų dimensijų elementų rinkinį (vertybinių popierių, emitento ir rinkos charakteristikas), tiriamas poveikio nuoseklumas besivystančiose ir išsivysčiusiuose rinkose. Išvados rodo, kad apskritai emisijos dydis yra teigiamai susijęs su kredito reitingu ir emitento sektoriumi bei finansine būkle. Be to, emisijos besivystančiose rinkose, kurios labiau orientuotos į tarptautinę padėtį ir yra išreikštos eurais, yra didesnės. Galima teigti, kad dėl šių savybių obligacijos tampa patikimesnės, apsaugotos, ir turinčios didesnę gražą investuotojams, o tai palengvina išleidžiant didesnę emisijos dydį dėl didesnės investuotojų paklausos.

Anh Tu et al. (2020) tyrime nagrinėjo žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą Vietname. Zhou ir Cui (2019) nagrinėjo žaliųjų obligacijų rinką Kinijoje. Nuo 2013 metų pasaulinė žaliųjų obligacijų emisija sparčiai augo. Kinijos žaliųjų obligacijų rinka padarė didelę pažangą ir pakilo į aukščiausią pasaulinio reitingo pakopą. Apskritai žaliųjų obligacijų išleidimas daro teigiamą poveikį įmonėms, gali prisidėti prie aplinkos gerinimo ir vertės kūrimo bei tam tikru mastu padeda pritraukti investuotojus.

Aziz ir Jahan (2023) tyrime analizuojami 2010-2017 metų duomenys 86 besivystančių šalių iš skirtingų pasaulio regionų. Tyrime nustatyta, kad žaliųjų obligacijų reguliavimas atsinaujinančiai energijai vaidina svarbų vaidmenį, konkursuose ir viešuosiuose investicijose. Per mažas atsinaujinančių energijos šaltinių kiekis energijos sudėtyje nepritraukia plėtos lėšų. Tačiau didelė energetinė priklausomybė turi teigiamą poveikį. Politikos priemonės turi didelį poveikį gautiems rezultatams. Gautos išvados tokios, kad žaliųjų obligacijų gražai turi įtakos politikos formavimas tiek besivystančiuose šalyse, tiek šalyse išsivysčiusiuose.

Atsižvelgiant į tai, kad aplinkos pablogėjimą ir klimato kaitos problemas, kuriuos siekiama spręsti išleidžiant žaliąsias obligacijas, šios rinkos augimą gali paveikti įvairūs veiksniai. Anh Tu et al. (2020) pripažįsta, kad žaliųjų obligacijų rinkos plėtra yra susijusi su daugybe įtakojančių veiksnių, kuriems reikėtų suteikti pirmenybę. Žaliųjų obligacijų rinkos vystymasis yra pastebimas ir sulaukia didelio dėmesio mokslininkų ir investicijų bendruomenės. Įvairūs tyrimai finansų ir ekonomikos literatūroje įvertina kainų sąryšį tarp žaliųjų obligacijų rinkų ir pasaulinių finansų rinkų. Kai kuriuose tyrimuose ypatingas akcentas dedamas į judėjimą tarp žaliųjų obligacijų ir kitų turto klasių (Broadstock ir Cheng (2019), Ferrer et al. (2021), Hammoudeh et al. (2020), Kanamura (2020), Reboredo (2018)). Kiti tyrinėtojai nagrinėja nepastovumo šalutinį poveikį tarp žaliųjų obligacijų ir tradicinių turto klasių (Guo et al. (2021), Le et al. (2021), Naeem et al. (2021), Tiwari et al. (2021)).

Pastaruoju metu atsiranda tyrimų, kuriuose pabrėžiama žaliųjų obligacijų rinkos saugumo ir diversifikavimo nauda (Arif et al. (2021), Pham (2021), Pham ir Nguyen (2022), Reboredo (2018)). Nepaisant to, nors nauji tyrimai analizuoja žaliųjų obligacijų rinkos elgseną iš skirtingų perspektyvų, visapusiškoje literatūroje tebėra neatsakytų klausimų dėl galimo žaliųjų obligacijų diversifikacijos naudos.

Hsuan Su et al. (2023) analizavo naftos ir žaliųjų obligacijų ryšį. Šiame tyrime nagrinėja sąveikos dinamiką tarp naftos kainų ir žaliųjų obligacijų naudojant dviejų kintamųjų GARCH modelį. Tyrimo tikslas yra padėti suprasti ryšį tarp dviejų kintamųjų. Rezultatai patvirtina reikšmingą ryšį tarp šių dviejų kintamųjų, rodančių riziką kai kainų pokyčiai svyruoja ir gali pritraukti investuotojus. Nors Dutta et al. (2020) tyrė ryšį tarp naftos kainų svyravimų ir investicijas į žaliąsias obligacijas, taikant Markovo regresijos metodą, pastebėjo, kad naftos kainų pokytis yra statistiškai nereikšmingas. Viena iš galimų tokios išvados priežasčių yra ta, kad priklausomybė nuo naftos apsiriboja aplinką tausojančiomis įmonėmis.

Ji et al. (2018) nustato, kad ekonominės politikos neapibrėžtumas turi silpniausią poveikį žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams. Liu ir Hamori (2020) nustatė, kad VIX turi didelę įtaką atsinaujinančios energijos atsargoms, o obligacijų rinkos į kintamumo įtaka yra didelė. Zhao (2020) nustato, kad ekonominės politikos neapibrėžtumo sukrėtimai turi neigiamą poveikį švarios energijos akcijų kainoms. Chakrabarti ir Sen (2021) tiria žaliosios energijos rinkos riziką. Jie mano, kad žaliosios obligacijos yra gynybinės ir gali būti įdomios investuotojams, kurie nori apsisaugoti nuo neigiamos rizikos. Žaliosios obligacijos parodė atsparumą COVID-19 laikotarpiui. Saeed et al. (2021) nustatė, kad ekonominės politikos neapibrėžtumas neturi statistiškai reikšmingos įtakos bendram švarios energijos atsargų, žaliųjų obligacijų, žalios naftos ir iškastinio kuro energijos atsargų pasiskirstymo indeksui.

Broadstock et al. (2019) nagrinėjo žaliųjų ir įprastinių obligacijų rinkas lemiančius veiksnius. Autoriai pateikia įrodymų, kad ryšys tarp žaliųjų ir įprastinių obligacijų yra jautrus: finansų rinkos nepastovumo pokyčiams; ekonominės politikos neapibrėžtumui; kasdienei ūkinei veiklai; naftos kainoms; teigiamos ir neigiamos naujienomis pagrįstos nuotaikų atžvilgiu. Kiekvienas iš nagrinėjamų veiksnių yra reikšmingas didelėms imties dalims laikotarpio nuo 45 % naftos kainos atžvilgiu iki 82% stebėjimų teigiamoms ir neigiamoms naujienomis. Įdomiausiu bruožu išskiriamas žaliųjų obligacijų rinkos didėjimas nuo 2016 metų. Tada pastebimas ryškus naftos ir ekonominio aktyvumo statistinis reikšmingumas.

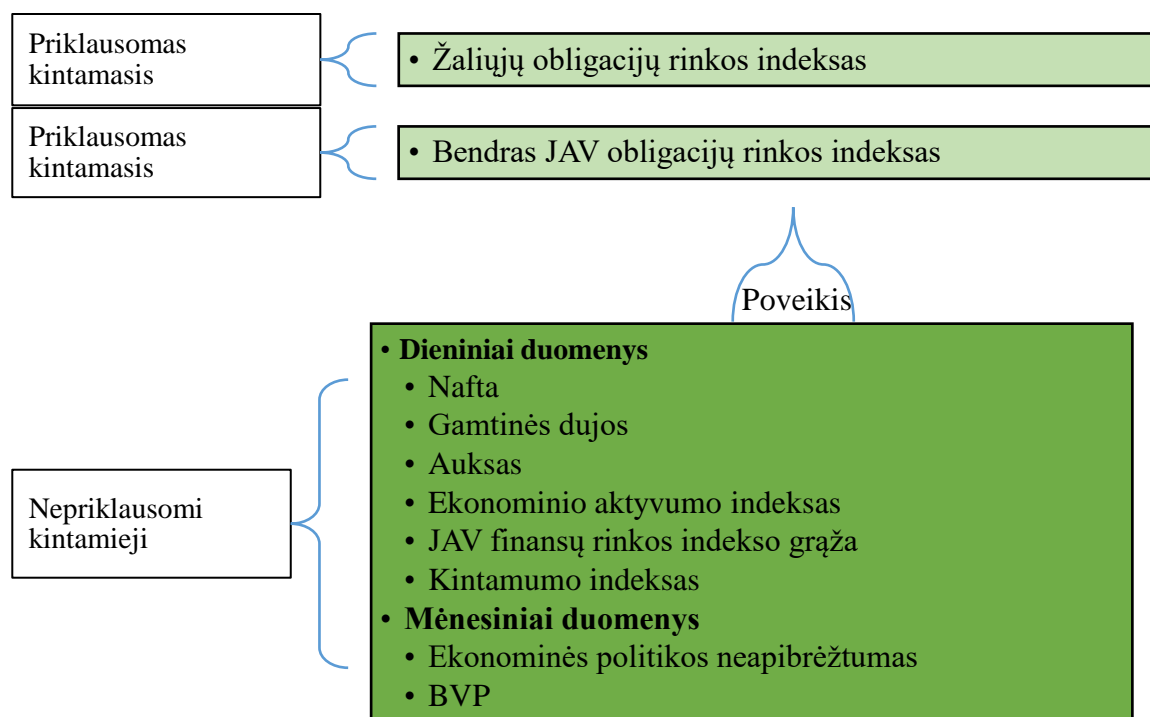
Šiame skyriuje analizuojama žaliųjų obligacijų rinka ir jos sąveika su įvairiais veiksniais. Pateikiami empiriniai tyrimai, atskleidžiantys įvairius faktorius, įtakančius žaliųjų obligacijų emisijos apimtį ir jų poveikį žaliųjų obligacijų rinkai. Atlikus empirinių tyrimų analizę, galima teigti, kad vieningų rezultatų, kuriuos veiksniais naudoti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams, nėra. Tačiau pastebima tam tikrų veiksnių pasikartojimo tendencija analizuotuose tyrimuose, todėl galima teigti, kad dažniausiai į modelį traukiami veiksniai atspindintys obligacijų rinkos pokyčius yra makroekonominiai veiksniai, žaliavų kainos, ekonominiai ir politiniai kriterijai ar finansiniai veiksniai.

2. ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ RINKOS POKYČIUS LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ VERTINIMO TYRIMO METODIKA

Šioje darbo dalyje atskleidžiama žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimo metodologija. Aprašomas teorinis žaliųjų obligacijų rinkos kitimą lemiančių veiksnių vertinimo modelis, detalizuojami empirinio modelio sudarymo etapai: pagrindžiama tyrimo imtis ir laikotarpis, detalizuojami žaliųjų obligacijų pokyčius lemiančių veiksnių rodikliai, formuluojamos tyrimo hipotezės, aptariami empirinio tyrimo etapai, vertinimo metodai bei atliekamo tyrimo ribotumai.

2.1. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimo modelio sudarymas

Žaliųjų obligacijų rinkos raida visame pasaulyje skiriasi. Daugelyje šalių žaliosios obligacijos dar nėra išleistos. Tyrime norima atskleisti ar žaliosios obligacijos yra mažiau rizikinga investicija, nei kitos obligacijos. Remiantis pirmoje darbo dalyje gautais teorinės analizės rezultatais, sudaromas žaliųjų obligacijų rinkos poveikio lemiančių veiksnių vertinimo modelis, kuris padės įvertinti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius (žr. 2.1 pav.). 1.5 poskyryje pateikti veiksniai, dažniausiai naudojami tyrimuose vertinant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnius.



2.1 pav. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių teorinis vertinimo modelis
Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Sudarytu modeliu siekiama nustatyti, kaip nepriklausomi kintamieji veikia priklausomus kintamuosius - žaliųjų obligacijų rinką ir bendrą JAV obligacijų rinką, kad būtų galima pamatyti skirtumą tarp obligacijų rinkos indeksų. 2.1 paveiksle matoma, kad obligacijų rinkos pokyčiams įtakos gali turėti žaliavų kainos, ekonominiai ir politiniai kriterijai ar finansiniai veiksniai. Pabrėžtina, kad mokslinės literatūros autoriai, vertindami žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnius, dažniausiai į empirinių tyrimų modelius įtraukia: žaliavų kainas, ekonominio aktyvumo

indeksą, JAV finansų rinkos gražos indeksą, kintamumo indeksą, ekonominės politikos neapibrėžtumą ir BVP. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių vertinimas atliekamas dvejais modeliais. Pirmasis modelis sudaromas tiriant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių įtaką su mėnesiniais duomenimis. Antrasis modelis sudaromas tiriant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių įtaką su dieniniais duomenimis. Pasirinkta įtraukti dieninius duomenis dėl duomenų išsamumo, rinkos dinamikos, modelio patikimumo, poveikio intensyvumo išsiaiškinimo. Tyrimas su mėnesiniais duomenimis leidžia pamatyti rezultatą per ilgesnį laikotarpį, kuris gali sumažinti trumpalaikius svyravimus ir leisti pamatyti ilgalaikius tendencijų pokyčius. Tačiau tyrimas su dieniniais duomenimis suteikia galimybę tiksliau nustatyti trumpalaikius pokyčius, kurie gali būti nepastebimi mėnesiniuose duomenyse. Sudarius šiuos modelius siekiama išsiaiškinti, kaip veiksniai lemia žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius. Taip pat siekiama išsiaiškinti, kaip tie patys nepriklausomi kintamieji veikia bendrąją JAV obligacijų rinką. Todėl sudaromas trečiasis ir ketvirtasis modelis. Į trečiąjį modelį yra įtraukiami mėnesiniai duomenys. O į ketvirtąjį modelį yra įtraukiami dieniniai duomenys. Keturi modeliai yra sudaromi norint palyginti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnius, su bendra JAV obligacijų rinka ir nustatyti ar tie patys veiksniai lemia žaliųjų obligacijų rinkos svyravimus, ar žaliųjų obligacijų rinka turi kažkokių išskirtinumą.

Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių empirinio vertinimo modelio sudarymo etapai pateikiami 2.2 paveiksle. Empirinio tyrimo modelis bus sudaromas pagal pateiktą tyrimo eigą. Empirinio modelio sudarymas pradedamas nuo duomenų rinkimo, todėl svarbu žinoti, kokie objektai ir koku laikotarpiu bus analizuojami. Pirmiausia bus aprašomas tyrimo imties ir laikotarpio pasirinkimas, pagrindžiamas tiriamų žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių. Po to pateikiami tyrime analizuojami veiksniai ir juos atspindinčių rodiklių išraiškos. Nustačius tyrimo ribas ir atsižvelgiant į teorinėje dalyje analizuotą mokslinę literatūrą, suformuojamos hipotezės, pagal kurias tiriamas žaliųjų obligacijų rinkos pokytis.

Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimas empirinio tyrimo vertinimo modelio sudarymo etapai

- 1. Tyrimo imties ir laikotarpio pagrindimas (2.2. skyrius)
- 2. Tyrimo veiksnių ir juos atspindinčių rodiklių pagrindimas (2.3. skyrius)
- 3. Tyrimo hipotezių formulavimas ir modelio sudarymas (2.4. skyrius)
- 4. Tyrimo etapai ir juose taikyti metodai (2.5. skyrius)
- 5. Rezultatų patikimumo vertinimas ir tyrimo ribotumai (2.6. skyrius)

2.2 pav. Empirinio modelio sudarymo etapai

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Teisingam duomenų interpretavimui svarbu pritaikyti tinkamus modelius, nustatyti rezultatų patikimumą ir įvertinti tyrimo apribojimus.

Apibendrinant, galima teigti, kad žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių vertinimui sudaromi modeliai, kuriuose bus tiriami JAV žaliųjų obligacijų rinkos rezultatų ir visos JAV vidaus obligacijų rinkos duomenys. Į tyrimą įtraukiami kintamieji: naftos kainą, gamtinių dujų kainą, aukso kaina, ekonominio aktyvumo indeksas, JAV finansų rinkos grąžos indeksas, kintamumo indeksas, ekonominės politikos neapibrėžtumą ir BVP nepriklausomi kintamieji. Empirinis modelis sudaromas skirtingais etapais, siekiant gauti patikimus rezultatus, pagrindžiant modelio elementų naudojimą tyrime.

2.2. Tyrimo imties ir laikotarpio pagrindimas

Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių vertinimas yra svarbus atsižvelgiant į augantį susidomėjimą tvarios plėtros ir aplinkosaugos klausimais. Šiame magistro baigiamajame darbe siekiama ištirti žaliųjų obligacijų rinkos dinamiką ir identifikuoti veiksnius, kurie gali turėti įtakos šios rinkos pokyčiams. Tyrimas bus atliekamas naudojant du pagrindinius indeksus: žaliųjų obligacijų indeksą ir JAV obligacijų indeksą. Šiame tyrime dėmesys skiriamas JAV žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams, nes JAV vaidina pagrindinį vaidmenį pasaulinėje žaliuojoje rinkoje. Vertinant veiksnius lemiančius žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius pasirinkta tirti JAV žaliųjų obligacijų rinka, nes šis indeksas atspindi visus pasikeitimus žaliųjų obligacijų rinkoje, kuris apima skirtingas įmones ir sektorius, išleidžiančius žaliąsias obligacijas. Pasirinkta analizuoti žaliųjų obligacijų JAV rinka, nes tai buvo išleistas pirmasis žaliųjų obligacijų rinkos indeksas. Kad pamatytume skirtumą tarp žaliųjų obligacijų rinkos, analizuojamas ir bendras JAV obligacijų rinkos indeksas, skirtas bendrai JAV vidaus obligacijų rinkai stebėti. Tam, kad būtų galima atskirti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius nuo bendros obligacijų rinkos. Tai padės įvertinti, ar žaliosios obligacijos išsiskiria iš kitų obligacijų ir ar galima identifikuoti specifinius veiksnius, kurie veikia tik žaliųjų obligacijų rinka. Žaliųjų obligacijų rinkos indeksas pasirinktas kaip tinkamiausias analizei.

Tiriama pati naujausia situacija 2013-2023 metų. Tyrimo laikotarpis yra pasirinktas siekiant įvertinti žaliųjų obligacijų rinkos ilgalaikę dinamiką, atskleisti ilgalaikes tendencijas ir nustatyti pokyčius per pastarąjį dešimtmetį. Šio laikotarpio pasirinkimas atitinka plačiau pripažįstamą žaliųjų finansinių priemonių augimo etapą, todėl leis atskleisti, kaip ši rinka formavosi, kokie buvo jos vystymosi etapai ir kokie veiksniai darė didžiausią įtaką. Mokslininkai ištyrė, kad žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiai yra ilgalaikis procesas, o trumpuoju laikotarpiu gali būti nepastebėti visi specifiniai veiksniai, kurie gali veikti žaliųjų obligacijų rinka. Siekiama, kad surinkti duomenys atspindėtų kuo ilgesnį laikotarpį ir rezultatai būtų patikimesni.

2.1 lentelė

Pagrindiniai laikotarpio pasirinkimo argumentai

Argumentas	Aprašymas
Žaliųjų obligacijų rinkos augimas	Nuo 2013 metų žaliųjų obligacijų rinkos dydis ir svarba sparčiai augo dėl didėjančio susidomėjimo tvariais investicijų variantais.
Covid-19 pandemija	Pasirinktas laikotarpis taip pat leis įvertinti, kaip žaliųjų obligacijų rinka reagavo į 2020 m. pandemiją ir kaip ši pandemija prisidėjo prie finansinės sistemos atsparumo stiprinimo ir tvarumo.

Teisės ir reguliavimo pokyčiai	Per šį laikotarpį vyko svarbūs teisės ir reguliavimo pokyčiai, kurie paveikė žaliųjų obligacijų rinką. Tai apima skatinančias reguliavimo priemones, kurios gali įtakoti investuotojų pasirinkimus ir įmonių sprendimus dėl žaliųjų obligacijų išleidimo.
Aplinkos ir visuomenės pokyčiai	Per pastarąjį dešimtmetį sparčiai keitėsi aplinkos ir visuomeninė požiūris dėl tvarumo.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Tad atsižvelgiant į laikotarpio pasirinkimo argumentus (2.1 lentelė), analizei pasirinktas tyrimo laikotarpis 2013-2023 m. Tyrime naudojami žaliųjų obligacijų rinkos indeksas ir JAV obligacijų rinkos indeksas, kaip duomenų šaltiniai, siekiant palyginti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius su bendru obligacijų rinkos indeksu.

Tyrimo laikotarpis yra parinktinai pakankamai ilgas, siekiant atsekti žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą ir įvertinti jos ilgalaikę perspektyvą. Pasirinktas laikotarpis taip pat leis įvertinti, kaip žaliųjų obligacijų rinka reagavo į 2020 m. pandemiją. Ši ekonominė krizė padidino dėmesį į tvarumo svarbą, galimai skatinant žaliųjų finansinių priemonių populiarumą ir prisidedant prie finansinės sistemos tvarumo stiprinimo. Investicinių bankų konsorciumo 2014 metais nustatyti žaliųjų obligacijų principai žymi svarbų posūkį šios rinkos raidoje. Pasirinktas laikotarpis leis įvertinti, kaip veiksniai įtakoja žaliųjų obligacijų rinką ir skatina jos augimą. Taikoma metodologija leis suprasti žaliųjų obligacijų rinkos dinamiką, identifikuoti veiksnius, kurie ją įtakoja, ir nustatyti tendencijas per pastarąjį dešimtmetį.

2.3. Tyrimo veiksnių ir juos atspindinčių rodiklių pagrindimas

Darbe tiriamas žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimas, nes siekiama įvykdyti užsibrėžtą tyrimo tikslą: išnagrinėjus veiksnius, lemiančius žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius teoriniu aspektu, įvertinti šių veiksnių poveikį žaliųjų obligacijų rinkai. Atlikus mokslinių darbų teorijos analize ir atsižvelgiant į tai, kad yra susiformavusios skirtingos autorių nuomonės dėl veiksnių lemiančių žaliųjų obligacijų rinką, darbe bus įtraukti kintamieji dažniausiai pasikartojantys tyrimuose. Veiksniai pasirinkti pagal teorinėje dalyje analizuotų empirinių tyrimų gautus rezultatus įvertinant tyrimuose nustatytus ryšius tarp kintamųjų ir žaliųjų obligacijų bei atsižvelgiant į duomenų prieinamumą. Siekiant užtikrinti regresinės duomenų analizės homogeniškumą, tyrimo veiksniai yra modifikuojami, priklausomai nuo jų mato vienetų, t. y. logaritmuojami arba diferencijuojami.

Sudarytame modelyje priklausomi kintamieji (Y) yra žaliųjų obligacijų rinkos indeksas ir JAV obligacijų rinkos indeksas, nepriklausomi kintamieji, žaliavų kainos, ekonominio aktyvumo indeksas, JAV finansų rinkos gražos indeksas, kintamumo indeksas, ekonominės politikos neapibrėžtumas, bendrasis vidaus produktas (X), kuriais yra siekiama iširti poveikį žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. Svarbu atrinkti tyrimui reikalingus makroekonominis duomenis, pasirenkant priklausomąjį ir nepriklausomuosius kintamuosius. Šiame etape labai svarbu tinkamai įvertinti turimų makroekonominis duomenų charakteristikas – patikrinti ar jie yra tarpusavyje palyginami, kokie apribojimai gali būti su jais susiję. Kadangi šiame darbe bus vertinamas kokie veiksniai lemia žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą – buvo pasirinkti kintamieji kurie nurodyti 2.2 lentelėje.

Ekonometrinio modelio veiksnų charakteristika

Veiksnys	Mato vienetas	Trumpinys	Duomenys	Duomenų šaltinis
PRIKLAUSOMAS KINTAMASIS				
Žaliosios obligacijos	Indeksas	Green bond index	Dienos	S&P Global
Bendra JAV obligacijų rinka	Indeksas	SPUSAGGT	Dienos	S&P Global
NEPRIKLAUSOMI KINTAMIEJI				
Gamtinės dujos	Doleriai	Natural gas	Dienos	Investing
Nafta	Doleriai	Crude oil	Dienos	Investing
Auksas	Doleriai	Gold	Dienos	Investing
Ekonominio aktyvumo indeksas	Indeksas	ADS	Dienos	Federal reserve bank
JAV finansų rinkos indekso graža	Indeksas	MKT_RF	Dienos	Kenneth R. French
Kintamumo indeksas	Indeksas	VIX	Dienos	Cboe
Ekonominės politikos neapibrėžtumas	Indeksas	EPU	Mėnesio	Global Economic Policy Uncertainty Index
BVP	Doleriai	GDP	Mėnesio	Fred economic data

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Remiantis analizuota mokslinė literatūra ir empiriniais tyrimais nustatomi žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiantys veiksniai: priklausomas kintamasis (Y) yra žaliųjų obligacijų rinka. Nepriklausomiems kintamiesiems (X) yra įtraukiami gamtinių dujų, naftos ir aukso kainos, ekonominio aktyvumo indeksas, JAV finansų rinkos gražos indeksas, kintamumo indeksas, ekonominės politikos neapibrėžtumas, bendrasis vidaus produktas. Taip pat palyginimui bus naudojamas dar vienas priklausomas kintamasis (Y) bendra JAV obligacijų rinka. Priklausomų kintamųjų duomenys yra mėnesiniai ir dieniniai, kad leistų išskirti ir įvertinti įvairių veiksnų skirtingą intensyvumą įvairiuose laiko tarpsniuose.

Apibendrinant šį poskyrį, galima teigti, kad yra nemažai veiksnų, kurie lemia žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius. Remiantis teoriniais aspektais ir ankstesniais tyrimais, atrinkti dažniausiai pasikartojantys veiksniai. Tyrimo modelyje yra įtraukiami žaliųjų obligacijų rinkos ir JAV obligacijų rinkos indeksai bei keli svarbūs makroekonominiai kintamieji. Duomenys bus vertinami mėnesiniu ir dieniniu laiko tarpsniu, leidžiant įvertinti veiksnų įtaką įvairiuose laiko perioduose.

2.4. Tyrimo hipotezių formulavimas ir modelio sudarymas

Šiame darbe siekiama nustatyti veiksnus, kurie lemia žaliųjų obligacijų rinkos padidėjimą ar sumažėjimą. Atliktuose žaliųjų obligacijų pokyčius aiškinančiuose tyrimuose nustatomi reikšmingi veiksniai ir skirtingi jų poveikiai, todėl tyrime formuluojamos kiekvieną tiriamą veiksnį ir jo ryšį vertinančios hipotezės. Visų pirma darbe keliamos hipotezės, vertinančios atskirų veiksnų poveikį žaliosioms obligacijoms. Kadangi yra vertinama žaliųjų obligacijų rinka – jos padidėjimą ar sumažėjimą - lemiantys veiksniai, todėl tyrimo hipotezės yra formuluojamos apibrėžiant veiksnų poveikį žaliosioms obligacijoms. Hipotezių sudarymas buvo motyvuojamas besiplečiančia žaliųjų obligacijų rinka. Moksliniuose šaltiniuose stokojama atliktų tyrimų, kurie atskleistų kokius veiksniai daro įtaką žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. Tyrimu bus siekiama patvirtinti arba paneigti 4 išsikeltas hipotezes dėl žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnų. (žr. 2.3 lentelę).

Darbe testuojamos hipotezės

Testuojama hipotezė	
H1	Augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą.
H2	Ekonominio aktyvumo indekso didėjimas lemia didėjančias žaliųjų obligacijų rinkos grąžą.
H3	Didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumo lygis lemia žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimą.
H4	Ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis teorine darbo dalimi.

Atlikus mokslinių darbų analizę, kuriuose tiriama žaliųjų obligacijų rinką lemiantys veiksniai yra susidariusios kelios nuomonės. Atsižvelgiant į jau atliktų tyrimų rezultatus ir remiantis Yun Hsuan Su, Syed Kumail Abbas Rizvi, Muhammad Umar, Hsuling Chang (2023) tyrimų rezultatais, rezultatai patvirtina reikšmingą ryšį tarp šių dviejų kintamųjų, naftos ir žaliųjų obligacijų, rodančių riziką kai kainų pokyčiai svyruoja ir gali pritraukti investuotojus. Nors remiantis Anupam Dutta, R.K. Jana, Debojyoti Das (2020) tyrimų rezultatais, autoriai tyrė ryšį tarp naftos kainų svyravimų ir investicijas į žaliąsias obligacijas, pastebėjo, kad naftos kainų pokytis yra statistiškai nereikšmingas. Tikėtina, kad žaliavų kainoms kintant, žaliųjų obligacijų indeksas kinta. Darbe keliama **1 mokslinė hipotezė: augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą**. Kitiems veiksniams nekintant, žaliavų kainos padidins žaliųjų obligacijų rinkos grąžos pokyčius.

Kaip ir žaliavų kainos, taip pat ir tikėtina, kad ekonominio aktyvumo indeksas lems žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą. Darbe formuluojama **2 hipotezė: ekonominio aktyvumo indekso didėjimas lemia didėjančias žaliųjų obligacijų rinkos grąžą**.

Darbe keliama hipotezė, aiškinanti ekonominės politikos neapibrėžtumo lygio poveikį žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. **3 hipotezė: didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumo lygis lemia žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimą**.

Darbe yra lyginama dviejų obligacijų rinkų indeksai, tai JAV žaliųjų obligacijų rinka ir bendra JAV obligacijų rinka. Darbe formuluojama **4 hipotezė: ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta**. Hipotezės bus patvirtintos, jei atlikus regresinę duomenų analizę bus nustatyti reikšmingi tiriamų veiksnių poveikiai žaliųjų obligacijų rinkai, p reikšmė turi būti didesnė nei 0,05.

Atlikus mokslinių šaltinių analizę sudaryta ekonometrinio modelio lygtis, kurią pritaikius siekiama nustatyti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksniai su mėnesiniais duomenimis:

$$\Delta \ln OBIN_t = \alpha + \beta_1 \Delta \ln EPU_t + \beta_2 \Delta \ln BVP_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

kur:

$\Delta \ln OBIN_t$ – tyrimo priklausomas kintamasis, žaliųjų obligacijų indeksas arba bendrasis JAV obligacijų indeksas, veiksniai logaritmuoti ir diferencijuoti, siekiant tyrime iširti kintamųjų pokyčius;

$\Delta \ln EPU_t$ – diferencijuotas ir logaritmuotas ekonominio politikos neapibrėžtumo rodiklis;

$\Delta \ln BVP_t$ – diferencijuotas ir logaritmuotas JAV realios asmeninės pajamos tenkančios vienam gyventojui;

t – mėnesio laikotarpis;

α – konstanta;

β – koeficientai, nurodantys kaip stipriai ir kokia kryptimi nepriklausomi kintamieji veikia priklausomąjį kintamąjį;

ε_t – modelio paklaida.

Taip pat sudaromas antras tyrimo modelis, kuriuo siekiama nustatyti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksniai su dieniniais duomenimis:

$$\Delta \ln OBIN_t = \alpha + \beta_1 \Delta \ln Naturalgas_t + \beta_2 \Delta \ln Crudeoil_t + \beta_3 \Delta \ln Gold_t + \beta_4 ADS_t + \beta_5 MKT_RF_t + \beta_6 VIX_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

kur:

$\Delta \ln OBIN_t$ – tyrimo priklausomas kintamasis, žaliųjų obligacijų indeksas arba bendrasis JAV obligacijų indeksas, veiksniai logaritmuoti ir diferencijuoti, siekiant tyrime iširti kintamųjų pokyčius;

$\Delta \ln Naturalgas_t$ – diferencijuota ir logaritmuota gamtinių dujų kaina, modifikacija atliekama, nes veiksnys išreikštas valiuta;

$\Delta \ln Crudeoil_t$ – diferencijuota ir logaritmuota naftos kaina, modifikacija atliekama, nes veiksnys išreikštas valiuta;

$\Delta \ln Gold_t$ – diferencijuota ir logaritmuota aukso kaina, modifikacija atliekama, nes veiksnys išreikštas valiuta;

ADS_t – procentinis ekonominio aktyvumo indekso pokytis;

MKT_RF_t – procentinis JAV finansų rinkos gražos pokytis;

VIX_t – kintamumo indekso duomenys;

t – dienos laikotarpis;

α – konstanta;

β – koeficientai, nurodantys kaip stipriai ir kokia kryptimi nepriklausomi kintamieji veikia priklausomąjį kintamąjį;

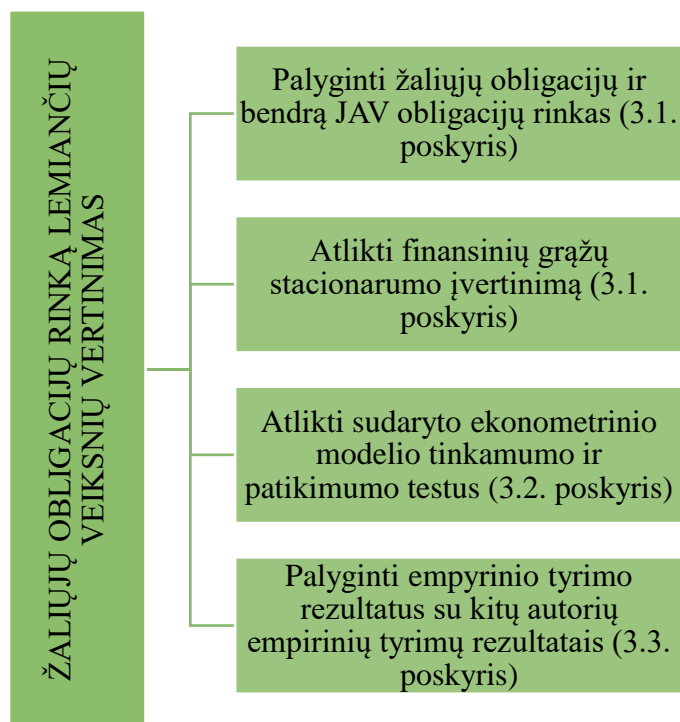
ε_t – modelio paklaida.

Tyrimo metodas – laiko eilučių duomenų analizė sudarant GARCH modelį. GARCH modelis yra naudojamas finansinių rinkų analizei, prognozuojant finansinius kainų ir rizikos svyravimus. Dėl skirtingų duomenų dažnio yra sudaromos dvi ekonometrinio modelio lygtys. Šio metodo pagalba siekiama nustatyti, kaip kintant veiksniams, keičiasi žaliųjų obligacijų rinka. Interpretuojami gauti statistinių duomenų tyrimo analizės rezultatai naudojant Gretl programą.

Šiame poskyryje, buvo suformuluotos keturios hipotezės. Pirmoji hipotezė: augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą. Antroji hipotezė: JAV finansų rinkos gražos indekso didėjimas lemia didėjančias žaliųjų obligacijų rinkos gražą. Trečioji hipotezė: didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumo lygis lemia žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimą. Ketvirtoji hipotezė: ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos gražos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta. Darbe siekiama nustatyti veiksniai, kurie lemia žaliųjų obligacijų rinkos padidėjimą ar sumažėjimą. Taip pat sudarytas modelis, kuris leidžia įvertinti žaliųjų obligacijų rinką lemiančius veiksniai. Pasirinktas tyrimo metodas – laiko eilučių duomenų analizė sudarant GARCH modelį.

2.5. Tyrimo etapai ir juose taikyti metodai

Šiame poskyryje suformuojami empirinio tyrimo etapai ir parenkami vertinimo metodai. Remiantis tyrimo logine schema (žr. 1 priedą) siekiama įvykdyti tyrimo tikslą: išnagrinėjus veiksniai, lemiančius žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius teoriniu aspektu, įvertinti šių veiksnių poveikį žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. Norint atlikti vertinimą, vykdomi tyrimo etapai (žr. 2.3 pav.)



2.3 pav. Tyrimo etapai

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Tyrimas pradedamas nuo palyginimo žaliųjų obligacijų rinkos ir bendrosios JAV obligacijų rinkos, kurios pagalba siekiama nustatyti bendras analizuojamų rodiklių tendencijas ir įvertinti rinkos augimą. Kitas tyrimo etapas – patikrinamas kintamųjų stacionarumo nustatymui ir kointegracijos nustatymui su kiekvienu rodikliu atskirai ir skirtingomis grupėmis. Paskutinis tyrimo etapas – rezultatų analizė, gautų duomenų apibendrinimas, tyrimo rezultatų pritaikymo galimybių numatymas bei viso tyrimo išvadų pateikimas.

Tyrimo hipotezės patvirtinamos, kai nustatomas statistiškai reikšmingas ryšys tarp analizuojamų veiksnių (veiksnių p reikšmė $< 0,05$).

Tyrimui taip pat reikalinga įvertinti koreliacinę ryšį. Koreliacijos koeficiento nustatymas padės įvertinti, ar tarp žaliųjų obligacijų procentinio pokyčio ir kintamųjų rodiklių yra statistiniai ryšiai. Koreliacijos koeficientas parodo ryšio stiprumą tarp kintamųjų. Kintamojo reikšmė gali kisti nuo -1 iki $+1$. Kuo reikšmė artimesnė vienetui, tuo ryšys tarp nagrinėjamų reikšmių stipresnis. Jei rodiklis teigiamas – ryšys tiesioginis, jei neigiamas – atvirkštinis (Williams ir Monge, 2006). Koreliacijos koeficiento stiprumo įvertinimas pateikiamas 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė

Koreliacijos koeficiento stiprumo įvertinimas

Koreliacijos koeficiento reikšmė	$r < 0,2$	$0,2 \leq r \leq 0,4$	$0,4 \leq r \leq 0,7$	$0,7 \leq r \leq 0,9$	$R \geq 0,9$
Koreliacijos koeficiento interpretavimas	labai silpnas	silpnas	Vidutinis	stiprus	labai stiprus

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis Williams ir Monge, 2006.

Norint nustatyti kointegracijos egzistavimą tyrime, visų pirmą reikia patikrinti ar duomenys yra stacionarūs. Analizėje tikrinamos laiko eilutės, kurios yra stacionarios. ARCH ir GARCH modeliams

naudojamos stacionarios laiko eilutės, todėl kintamojo stacionarumo tikrinimui naudojamos šios priemonės:

- grafinė analizė;
- vienetinės šaknies testas (Augmented Dickey Fuller (ADF) test).

Duomenims, kurie yra nestacionarūs, atliekamas kointegracijos nustatymo testas. Duomenys yra atrenkami pagal kintamųjų kombinacijų nepasikartojančias grupes, kurių deriniai yra sudaryti iš priklausomo ir nepriklausomų kintamųjų. Kointegruotas ryšys yra statistinis ryšys tarp dviejų ar daugiau kintamųjų, kurie yra susiję ilgalaikėje perspektyvoje. Tai reiškia, kad šie kintamieji gali būti susiję, nors trumpalaikis jų ryšys gali būti silpnas ar net nebūti pastebimas. Kointegracija rodo ilgalaikę sąveiką tarp kintamųjų, kurie gali turėti bendrą ilgalaikę tendenciją arba susidaryti pusiausvyrą vienos kitos atžvilgiu. Tai yra svarbi sąvoka ekonometrijoje ir finansų analizėje, kai norima ištirti ilgalaikę sąveiką tarp kintamųjų ir prognozuoti jų ateitį. Norėdami nustatyti kointegraciją tarp kintamųjų, naudojame EngleGranger testą. Kointegracijos nustatymas pagal šią formulę:

$$Y_t - \alpha - \beta X_t = U_t \quad (3)$$

Jeigu dvi nestacionarios laiko eilutės yra kointegruotos, jų tiesinė kombinacija turi būti stacionari. Toliau siekiant nustatyti veiksnus, kurie lemia žaliųjų obligacijų rinką, bus sudaromas mažiausių kvadrato metodo modelis (OLS). Sudarius modelį, siekiama įvertinti modelio patikimumą, todėl atliekamas ARCH ir autokoreliacijos testai. Modelio tinkamumui patikrinti yra atliekamas ARCH testas. ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) efektų testo rezultatai suteikia informaciją apie tai, ar modeliuojant laiko eilutę buvo svarbi heteroskedastinė (nepastovi) dispersija. Regresinėje analizėje, kur svarbią dalį sudaro regresiniai modeliai su heteroskedastinėmis paklaidomis (t.y. su turinčiais nepastovią dispersiją), aprašant finansinius duomenis, svarbiausią dalį užima sąlyginio heteroskedastiškumo modeliai, kurie naudojami kintamumui modeliuoti. Obligacijų kintamumas gali būti interpretuojamas kaip gražų standartinis nuokrypis arba dispersija. Laiko eilučių modeliavimas su laike kintančia dispersija visada kelia iššūkių ir buvo sunkiai sprendžiama problema. Autoregresiniai sąlyginiai heteroskedastiškumo (ARCH) modeliai pirmieji, kurie išsprendė šią problemą.

Toliau atliekamas paklaidų autokoreliacijos vertinimas. Autokoreliacijos testas atliekamas pagal Durbino Watsono p reikšmę, siekiant įvertinti sudaryto modelio paklaidas. Pagal Durbino Watsono p reikšmę, jei reikšmė yra intervale nuo 1,5 iki 2,5, autokoreliacijos problemos nėra. Jei nustatoma autokoreliacijos problema, tikslinga į modelį įtraukti kintamųjų vėlavimus, nes tikėtina, kad vėluojantys kintamieji daro poveikį priklausomam kintamajam.

Tačiau siekiant nustatyti veiksnus, įtakančius žaliųjų obligacijų rinkos augimą buvo nustatyta, kad mažiausias kvadrato metodo modelis nėra tinkamas, ir išanalizuota, kad vienas iš labiausiai naudojamų įrankių, skirtas modeliuoti ir prognozuoti finansines laiko eilutes, yra apibendrintas autoregresinis sąlyginio heteroskedastiškumo (GARCH) modelis. Praktiniai skaičiavimai rodo, kad mažos eilės modeliai pakankamai tiksliai atspindi duomenis, todėl dažnai GARCH(1,1) modelis yra pakankamas nagrinėjamiems duomenims. Dar yra išskiriami autoregresiniai sąlyginio heteroskedastiškumo modeliai ir yra skirstomi į: netiesinius (NGARCH); kvadratinis (QGARCH); eksponentinius (EGARCH); ir Glosten – Jagannathan-Runkle (GJRARCH) ir t.t. Tačiau šie modeliai taikomi nagrinėjant duomenis, kurie yra tiesiškai nepriklausomi, tai tokių atvejų kai neišnagrinėja standartinis GARCH modelis.

Siekiant gauti patikimus analizės rezultatus, tyrimas bus atliekamas keliais etapais. Pirmiausia analizuojami mėnesiniai duomenys atspindintys veiksnius darančius įtaką žaliųjų obligacijų rinkai, po to analizuojami dieniniai duomenys. Sudaromas tyrimo modelis pagal sudaryta ekonometrinio modelio lygtį ir aprašyta 2.4. skyriuje. Modelis bus testuojamas dėl duomenų validumo ir atliekami modelio įvertinimo testai. Tik tada atliekama duomenų analizė bei apibendrinami gauti tyrimo rezultatai.

2.6. Tyrimo ribotumai

Atliekant žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių vertinimo tyrimą susiduriama su tam tikrais apribojimais. Tyrime naudojamos įvairių duomenų bazių ekonominių rodiklių reikšmės. Skirtingos duomenų bazės naudoja savo sudarytas skaičiavimo metodikas duomenų reikšmėms apskaičiuoti, todėl jos gali skirtis.

Tyrime analizuojami žaliųjų obligacijų ir bendros JAV obligacijų rinkos indeksų duomenys, 2013-2023 m. laikotarpiu. Todėl turimas ribojamas šalies rinkos imtimi ir laiko ribomis.

Modelyje įtraukiami tik pagrindiniai žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiantys veiksniai, kurie dažniausiai analizuojami ir nagrinėjami mokslininkų darbuose. Verta paminėti, kad yra ir daugiau žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą lemiančių veiksnių, kurie šiame darbe neanalizuojami.

Apibendrinant, galima teigti, kad sudarytas modelis, kurio priklausomas kintamasis (Y) yra žaliųjų obligacijų rinka. Nepriklausomiems kintamiesiems (X) yra įtraukiami gamtinių dujų, naftos ir aukso kainos, ekonominio aktyvumo indeksas, JAV finansų rinkos grąžos indeksas, kintamumo indeksas, ekonominės politikos neapibrėžtumas, bendrasis vidaus produktas. Taip pat palyginimui bus naudojamas dar vienas priklausomas kintamasis (X) bendra JAV obligacijų rinka. Tokių būdų norima nustatyti, ar žaliųjų obligacijų rinką veikia tokie pat veiksniai kaip ir bendrą JAV obligacijų rinką, ar vis dėl to žaliosios obligacijos turi išskirtinių jas veikiančių veiksnių.

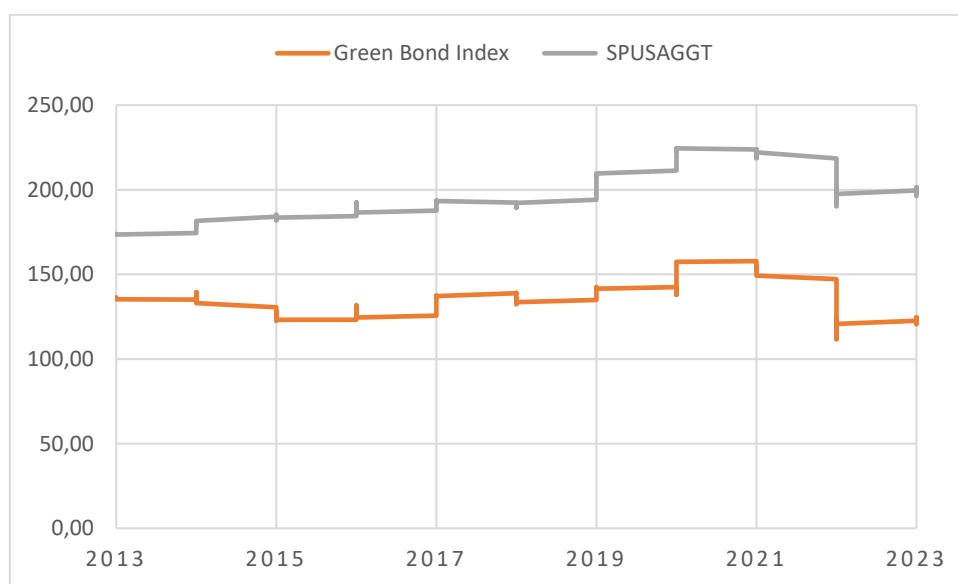
Analizei naudojami JAV rinkos 2013–2023 m. duomenys. Tyrimo metodas – laiko eilučių duomenų analizė sudarant GARCH modelį. Dėl duomenų dažnio skirtumo yra sudaromos dvi ekonometrinio modelio lygtys. Šio metodo pagalba siekiama nustatyti, kaip kintant veiksniams, keičiasi žaliųjų obligacijų rinka, naudojant GRETL programą, skirtą ekonometrinei duomenų analizei.

3. ŽALIŲJŲ OBLIGACIJŲ RINKOS POKYČIUS LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ VERTINIMAS

Šioje darbo dalyje atliekamas žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimas remiantis dinaminės analizės ir regresinės duomenų analizės rezultatais. Pirmiausiai atliekama dinaminė žaliųjų obligacijų rinkos pokyčio makroekonominių veiksnių analizė, atliekami sudaryto modelio testai, aprašomi gauti duomenų analizės rezultatai. Aptariami žaliųjų obligacijų rinkos pokyčių lemiančių veiksnių tyrimo rezultatai kitų autorių darbų kontekste ir numatomos tolimesnių tyrimų kryptys.

3.1. Žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius ir jį lemiančių veiksnių atspindinčių rodiklių dinaminė analizė

Lyginant žaliųjų obligacijų rinką ir bendrą JAV obligacijų rinkos indeksą atspindinčius rodiklius, siekiama nustatyti skirtumus ir išsiaiškinti ar žaliosios obligacijos yra mažiau rizikinga ir atspari makroekonominiams veiksniams finansinė priemonė JAV rinkoje nuo 2013-2023 m. laikotarpiu. Šias dvi rinkas geriausiai atspindi atitinkami indeksai: S&P Green Bond Index ir S&P U.S. Aggregate Bond Index. S&P Green Bond Index orientuotas į žaliąją ekonomiką ir atspindi obligacijas, kurios yra išleidžiamos siekiant finansuoti ekologiškus projektus. S&P U.S. Aggregate Bond Index, priešingai, yra platesnio spektro indeksas, kuris apima įvairias JAV obligacijų kategorijas, įskaitant valstybinius, korporacinius, ir kitus emisijos tipus. 3.1 paveiksle pateikta šių indeksų dinamika 2013-2023 metų laikotarpiu.



3.1 pav. JAV žaliųjų obligacijų rinkos ir bendrojo obligacijų rinkos indeksų kitimo tendencijos 2013-2023 m.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis SP global duomenimis.

Remiantis analizuojamais duomenimis, galima teigti, kad abi obligacijų rinkos kinta vienodai, pagrindiniai poveikiai kurie paskatino kitimus, tai palūkanų normų pokyčiai, investuotojų pasitikėjimas, geopolitiniai rizikos veiksniai ar pokyčiai vartotojų elgesyje (žr. 3.1 paveikslą).

Žaliųjų obligacijų nauda ekonominiu požiūriu yra įvairi ir susijusi su skirtingais aspektais, įskaitant finansinius, aplinkosaugos ir ilgalaikius ekonominio vystymosi aspektus. Taip pat yra galimybė visiems investuoti, neatsižvelgiant į gyvenamąją vietą, nes yra galimybė investuoti iš visų šalių. Žaliųjų obligacijų pagalba įgyvendinami projektai, kurie skatina sumažinti oro, vandens, žemės užterštumą, sulėtinti ledynų tirpimą. Yra aiški vizija siekiant Pasaulinės gerovės vertinant žaliųjų obligacijų naudą. Žinoma norint įgyvendinti tikslus, rengiant projektus ar planus, vien tik diskutuoti nepakanka. Tai yra itin svarbi ir patraukli nauja priemonė pritraukti lėšų, skatinanti pasiekti klimato tikslus (Tukhanen ir Vulturius, 2020). Pasak Bank of America Merrill Lynch investicijų stratego M. Hartneto rinka ir toliau augs. Reikia pažvelgti į investicijas ir klimato kaitą, kurią turime padaryti iki 2030 m., kasmet yra investuojama nuo 650 iki 860 mlrd. USD.

Obligacijų rinkos augimas ir žaliųjų obligacijų rinkos augimas priklauso nuo daugybės veiksnių. Tokių kaip didėjantis aplinkosaugos sąmoningumas, nes dėl didėjančio susirūpinimo dėl klimato kaitos ir aplinkos išsaugojimo, investuotojai ir įmonės ima ieškoti tvarios finansinės veiklos būdų, o žaliosios obligacijos yra vienas iš tokių įrankių. Vidinės reguliavimo priemonės – tai vyriausybės ir finansų institucijos įgyvendinimo reguliavimo priemonės, skatinančios tvarų investavimą. Investuotojų paklausa, gali parodyti didesnę susidomėjimą tvariais investavimo būdais. Žaliosios obligacijos suteikia galimybę investuoti į tvarumą ir aplinkos išsaugojimą. Taip pat ir tarptautinės iniciatyvos, tokios kaip Jungtinių tautų aplinkos programa ar tarptautinė finansų korporacija skatina žaliąsias obligacijas kaip priemonę finansuoti į tvarias investicijas. Indeksų dinamika 2013-2023 metų laikotarpiu (žr. 3.1 pav.) parodo, kad nuo 2020 metais COVID-19 pandemijos pradžioje abi obligacijų rinkos patyrė didelį nestabilumą: tuo laikotarpiu investuotojai, siekdami saugumo, perkėlė lėšas į saugesnes investavimo priemones; taip pat daugelis šalių centrinių bankų ėmėsi griežtų veiksmų siekdami stabilizuoti rinkas. Per analizuojamą laikotarpį vyko svarbūs teisės ir reguliavimo pokyčiai, kurie paveikė žaliųjų obligacijų rinkas, ir žinoma kito visuomenės požiūris dėl tvarumo aspektus.

3.2. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių vertinimas

Siekiant įvertinti, kurie veiksniai lemia žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius ir nustatyti veiksnių poveikio stiprumą, nepakanka atlikti tik rodiklių dinamikos analizę, todėl tolimesnėje darbo dalyje bus atliekamas finansinių grąžų stacionarumas. Prieš atliekant modelio vertinimą, būtina atlikti modelio vertinimo testus ir analizes, kurie pateikiami 2.5. šio darbo poskyryje. Tiriamos dvi obligacijų rinkos: žaliųjų obligacijų ir bendra JAV obligacijų rinka (nuo 2013 m. iki 2023 m. laikotarpiu).

3.2.1. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių modelio vertinimo testai ir analizės

Tiriant žaliųjų obligacijų rinkos veiksnių poveikį 3.1 lentelėje pateikiama obligacijų rinkų laiko eilučių aprašomoji statistika. Ši statistika leidžia įvertinti rinkos veikimą, numatyti galimas tendencijas ir suprasti rizikos lygį. Svarbu įvertinti skirtumus tarp obligacijų rinkų ir apžvelgti gautus rezultatus. Standartinis nuokrypis parodo, kaip svyruoja grąžos rodiklis, taip pat didelis standartinis nuokrypis gali parodyti koks yra rizikos lygis. Taip pat ir mažiausia arba didžiausia reikšmė suteikia informaciją apie rinkų svyravimus ir padeda identifikuoti laikotarpius, kai buvo didžiausi svyravimai. Obligacijų rinkų aprašomosios statistikos duomenys pateikiami lentelėje (žr. 3.1 lentelę).

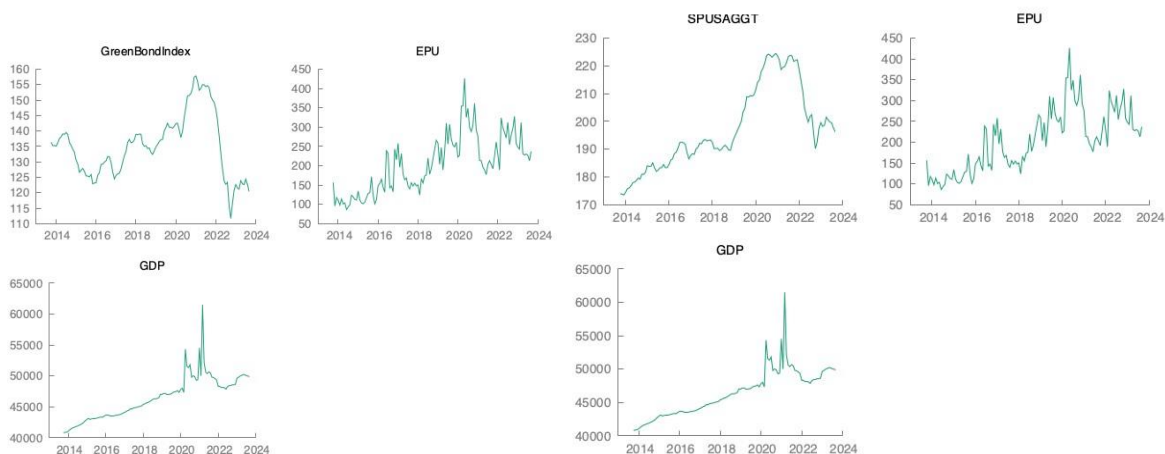
Laiko eilučių aprašomoji statistika

Pagrindinės statistikos	Duomenys	Žaliųjų obligacijų rinkos reikšmės	Bendrosios JAV obligacijų rinkos reikšmės
Vidurkis	Mėnesio	135,18	197,34
	Dienos	135,31	197,35
Mediana	Mėnesio	135,24	192,80
	Dienos	135,27	192,89
Mažiausia reikšmė	Mėnesio	111,71	173,54
	Dienos	109,80	179,06
Didžiausia reikšmė	Mėnesio	157,82	224,47
	Dienos	158,99	225,57
Standartinis nuokrypis	Mėnesio	10,175	14,755
	Dienos	10,131	14,785

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Analizuojant priklausomų kintamųjų statistiką, galime pastebėti keletą svarbių statistinių skirtumų tarp JAV žaliųjų obligacijų rinkos ir bendrosios JAV obligacijų rinkos. Mėnesio vidurkis žaliųjų obligacijų rinkoje yra 135,18, o bendrosios JAV obligacijų rinkoje - 197,34. Dienos vidurkis taip pat šiek tiek skiriasi, 135,31 žaliųjų obligacijų rinkoje ir 197,35 bendrosios JAV obligacijų rinkoje. Žaliųjų obligacijų rinkoje mažiausia ir didžiausia mėnesio reikšmė yra atitinkamai 111,71 ir 157,82, o bendrosios JAV obligacijų rinkoje - 173,54 ir 224,47. Žaliųjų obligacijų rinkoje mėnesio standartinis nuokrypis yra 10,175, o dienos - 10,131. Bendrosios JAV obligacijų rinkoje atitinkamai 14,755 ir 14,785. Šie skirtumai yra svarbūs analizuojant ir lyginant šias dvi obligacijų rinkas, vieną su kita, norint suprasti galimus skirtumus. Lyginant aprašomąją statistiką žaliųjų obligacijų rinkos su bendrąja JAV obligacijų rinka, galime matyti skirtumus tarp šių dviejų finansų rinkų. Pavyzdžiui, didžiausia reikšmė žaliųjų obligacijų rinkoje yra mažesnė nei bendrųjų JAV obligacijų rinkoje, o tai parodo skirtingą rinkos investuotojų susidomėjimą.

Laiko eilučių analizei yra naudojami finansiniai duomenys, tokie kaip obligacijų indeksų reikšmės. Siekiant sužinoti, kokį poveikį veiksniai gali turėti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams, iš pradžių bus tikrinamos laiko eilutės, kurios yra stacionarios plačiąja prasme. Siekiama sužinoti kokie veiksniai yra stacionarūs. ARCH ir GARCH modeliams naudojamos stacionarios laiko eilutės, todėl kintamojo stacionarumo tikrinimui naudojamos priemonės yra: grafinė analizė; ir vienetinės šaknies testas (Augmented Dickey Fuller (ADF) test). Šiuo testu siekiama sužinoti kokie veiksniai yra stacionarūs. Tam bus atlikta grafinė analizė ir ADF testas. Laiko eilutei nubrėžiami grafikai ir vizualiai įvertinamas jų kitimas laike. Grafinė analizė padeda preliminariai identifikuoti laiko eilutės tendą ir stebėjimų skirtumus. Pažiūrime kaip atrodo grafiškai žaliųjų obligacijų indeksas, JAV obligacijų rinka ir mėnesiniai duomenys (EPU ir BVP). Žaliųjų obligacijų ir bendros JAV obligacijų rinkos grafinė analizė pateikiama 3.2 paveiksle.



a) JAV žaliųjų obligacijų rinka

b) Bendra JAV obligacijų rinka

3.2 pav. Grafinė analizė su obligacijų indeksais, mėnesiniai duomenys

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Pagal grafinį vaizdą matome, kad tai yra nestacionarūs veiksniai. Nestacionarūs veiksniai rodo, kad duomenys yra kintantys laike ir neturi vienos tendencijos. Stacionarumo nustatymui neužtenka vien grafinės analizės, dėl to reikia atlikti ADF testą. Augmented Dickey-Fuller testas yra skirtas patikrinti, ar kintamasis yra laiko atžvilgiu nestacionarus arba turi vienetinę šaknį. Tai svarbus statistinis įrankis ekonometrinėse analizėse, kurios gali turėti ilgalaikes tendencijas arba kurioms galioja ekonominės teorijos numatomas ilgalaikis ryšys. Visų kintamųjų mėnesinių duomenų stacionarumo rezultatai pateikiami 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė

Duomenų stacionarumas

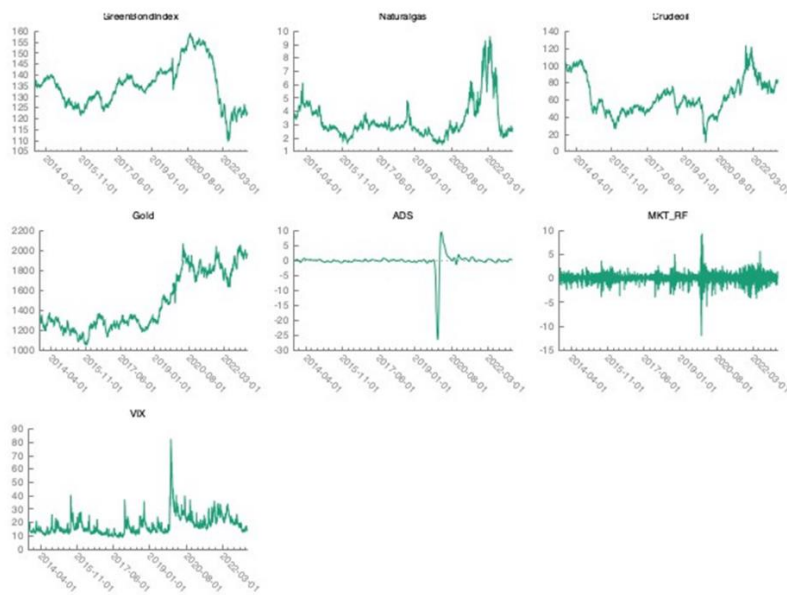
Kintamasis	Rezultatai (p-value)
Žaliųjų obligacijų indeksas	0,2077
Bendras JAV obligacijų indeksas	0,37
Ekonominės politikos neapibrėžtumas (EPU)	0,4058
Bendrasis vidaus produktas (GDP)	0,6025

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Atlikus ADF testą matome, kad žaliosios obligacijos, JAV obligacijos, ekonominis politikos neapibrėžtumas laiko atžvilgiu yra nestacionarūs rodikliai, kadangi visų rodiklių p – reikšmė yra daugiau nei 0,05. Tai reiškia, kad šie kintamieji turi tendencija kisti laike. Jeigu ADF testo p – reikšmė yra mažesnė nei 0,05, tada skaitoma, kad kintamasis yra stacionarus. Atliktas stacionarumo testas yra pavaizduotas 2 priede. Gauti rezultatai rodo, kad atlikus Augmented Dickey-Fuller (ADF) testus, yra tikrinama, ar kiekvienas iš kintamųjų yra stacionarus arba turi šaknį. Rezultatai rodo, kad Bendroji JAV obligacijų rinka turi teigiamą poveikį žaliųjų obligacijų rinkai, o ekonominės politikos neapibrėžtumas ir bendrasis vidaus produktas yra neigiamas. Taip pat testo rezultatai rodo, kad tai yra nestacionarūs veiksniai, kaip ir pagal grafinį vaizdavimą. Nestacionarūs veiksniai rodo, kad kintamieji per laiką gali pasireikšti tendencijomis didėti arba mažėti. Įvertinus duomenų stacionarumą, toliau atliksime duomenų kointegracijos nustatymą. Duomenų kointegracija yra svarbus metodas laiko eilučių analizėje, tai padeda suprasti ilgalaikius ryšius tarp kintamųjų, kurių

skirtumai yra nestacionarūs. Tai leidžia efektyviau analizuoti šiuos kintamuosius ir prognozuoti jų kitimą laike, tai svarbu siekiant suprasti kintamųjų sąveiką ir įtaką vienas kitam.

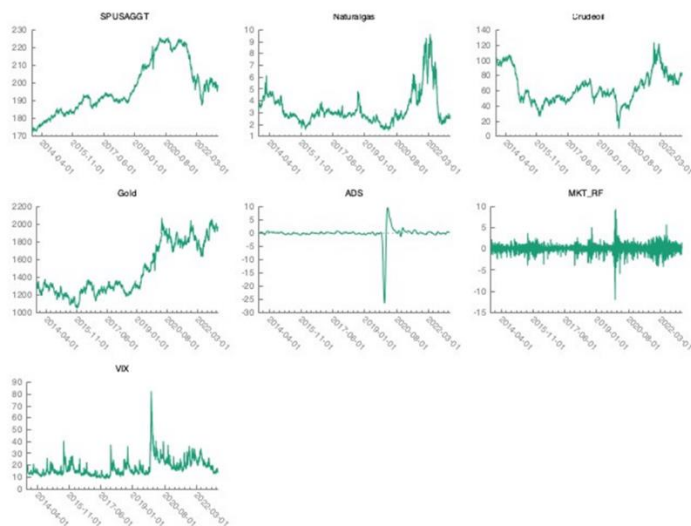
Grafinis vaizdavimas taip pat atliekamas ir su dieniniais duomenimis. Patikriname kaip žaliųjų obligacijų indeksas reaguoja į žaliavų kainas, ekonominę aktyvumą, JAV finansų rinkos indekso grąžą ir kintamumo indeksą.



3.3 pav. Grafinė analizė su žaliųjų obligacijų indeksu, dieniniai duomenys

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Pagal grafinį vaizdą matome, kad visi veiksniai yra nestacionarūs, tik JAV finansų rinkos indekso grąža yra stacionarus veiksnys, nurodantis procentais matomą grąžą. Pasitikriname kaip bendra JAV obligacijų rinka reaguoja į tyrime naudojamus veiksnius. Kintamieji veiksniai išlieka tie patys, kaip ir žaliųjų obligacijų rinkos vertinimui.



3.4 pav. Grafinė analizė su bendra JAV obligacijų rinkos indeksu, dieniniai duomenys

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Lygiai tokius pat rezultatus gauname ir analizuojant bendrąją JAV obligacijų rinką. Stacionarus veiksnys yra JAV finansų rinkos indekso grąža. Kad galėtume suskaičiuoti pokyčius ir matyti dinamiką, susikuriame ekonominio aktyvumo indekso naują kintamąjį. Gauname tą pačią dinamiką bet norint skaičiuoti pokyčius reikia rodiklių be neigiamų skaičių. Tokių pat testų dėl stacionarumo atliekame ir su dieniniais duomenimis, kad galėtume pamatyti rezultatus tarp dieninių duomenų, ir nustatyti stacionarius kintamuosius. Visų kintamųjų dieninių duomenų stacionarumo rezultatai pateikiami 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė

Duomenų stacionarumas testavimas

Kintamasis	Rezultatai (p-value)
Žaliųjų obligacijų indeksas	0,7094
Bendras JAV obligacijų indeksas	0,4909
Gamtinės dujos	0,1126
Auksas	0,8572
Nafta	0,2313
Ekonominio aktyvumo indeksas (ADS)	2,927e-11
JAV finansų rinkos indekso grąža (MKT_RF)	2,354e-30
Kintamumo indeksas (VIX)	1,326e-05
Ekonominio aktyvumo indeksas be neigiamų reikšmių (ADS_be_neig)	2,927e-11

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Testo rezultatai rodo, kad stacionarūs veiksniai yra JAV finansų rinkos indekso grąža, kaip ir pagal grafinį vaizdą. Taip pat stacionarus kintamasis yra kintamumo indeksas ir ekonominio aktyvumo indeksas. Ekonominio aktyvumo indeksas buvo sukurtas be neigiamų reikšmių, kad galėtume apskaičiuoti pokyčius be neigiamų skaičių, tačiau jis taip pat yra stacionarus.

Gauti rezultatai rodo, kad atlikus Augmented Dickey-Fuller (ADF) testus, yra matoma, kad Bendroji JAV obligacijų rinka turi teigiamą poveikį žaliųjų obligacijų rinkai, žaliavų kainos – auksas ir gamtinės dujos turi neigiamą poveikį, o naftos kaina, ekonominio aktyvumo indeksas, JAV finansų rinkos indekso grąža ir kintamumo indeksas turi teigiamą poveikį.

Norėdami nustatyti kointegraciją tarp kintamųjų, naudojame Engle Granger testą. Jeigu dvi nestacionarios laiko eilutės yra kointegruotos, jų tiesinė kombinacija turi būti stacionari. Tiriamos kointegracijos testo kombinacijos su žaliųjų obligacijų rinka, mėnesiniais duomenimis: žaliųjų obligacijų indeksas su ekonominės politikos neapibrėžtumu ir BVP; žaliųjų obligacijų indeksas su ekonominės politikos neapibrėžtumu; žaliųjų obligacijų indeksas su BVP. Toliau buvo testuojama kointegracija su bendrąją JAV obligacijų rinka, mėnesiniais duomenimis: bendrasis JAV obligacijų indeksas su ekonominės politikos neapibrėžtumu ir BVP; bendrasis JAV obligacijų indeksas su ekonominės politikos neapibrėžtumu; bendrasis JAV obligacijų indeksas su BVP. Testo rezultatai parodė, kad su visais rodikliais kointegruotas ryšys nenustatytas, testų rezultatai pateikti 3 priede.

Toliau kointegracijos testai buvo atlikti dieniniams duomenims. Į kointegracijos testą galime įtraukti tik nestacionarius kintamuosius, todėl atliekant testą su dieniniais duomenimis bus žiūrimas kointegruotas ryšys su žaliavų kainomis. Tiriamos kointegracijos testo kombinacijos su žaliųjų obligacijų rinka: žaliųjų obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis, naftos kainomis ir aukso kainomis; žaliųjų obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis, naftos kainomis; žaliųjų obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis ir aukso kainomis; žaliųjų obligacijų indeksas su naftos kainomis ir aukso kainomis; žaliųjų obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis; žaliųjų

obligacijų indeksas su naftos kainomis; žaliųjų obligacijų indeksas su aukso kainomis. Tiriamos kointegracijos testo kombinacijos su JAV obligacijų rinka: bendrasis JAV obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis, naftos kainomis ir aukso kainomis; bendrasis JAV obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis, naftos kainomis; bendrasis JAV obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis ir aukso kainomis; bendrasis JAV obligacijų indeksas su naftos kainomis ir aukso kainomis; bendrasis JAV obligacijų indeksas su gamtinėmis dujų kainomis; bendrasis JAV obligacijų indeksas su naftos kainomis; bendrasis JAV obligacijų indeksas su aukso kainomis. Testo rezultatai parodė, kad su visais rodikliais kointegruotas ryšys nenustatytas, testų rezultatai pateikti 3 priede.

3.2.2. Žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių analizė

Siekiant patikrinti tyrimo hipotezes, sudaromi du modeliai, su mėnesiniais ir su dieniniais duomenimis. Pirmu modeliu tiriamas žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimas su mėnesiniais duomenimis. Antruoju modeliu siekiama nustatyti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančių veiksnių vertinimas su dininiais duomenimis. Toliau nagrinėsime mėnesinius duomenis sudarant daugianarės regresinės analizės modelį ir tikrinsime ARCH efektus. Kai priklausomas kintamasis yra žaliųjų obligacijų indeksas, o nepriklausomi kintamieji – ekonominės politikos neapibrėžtumas (EPU) ir BVP. Detalūs regresinės analizės duomenys pateikti 4 priede. Gauti duomenys pateikiami 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė

Mėnesinių duomenų žaliųjų obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai

	Koeficientas	Reikšmingumas
Konstanta	-0,000897562	0,5292
d_1_EPU	-0,0146384	0,0604*
d_1_GDP	-0,0544711	0,2381

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Iš pateiktų OLS (Ordinary Least Squares) regresijos testo rezultatų galime pamatyti informaciją apie modelio veikimą. Šiuo modeliu norima paaiškinti, kaip priklausomąjį kintamąjį, žaliųjų obligacijų rinka veikia naudojami nepriklausomi kintamieji. Ekonominės politikos kintamasis yra statistiškai reikšmingas, kadangi reikšmingumas (p-value) lygus 0.0604, ir tai rodo, kad jis gali turėti įtakos žaliųjų obligacijų rinkai. Tai reiškia, kad šio kintamojo pokyčiai gali paveikti žaliųjų obligacijų rinkos grąžą. Tačiau BVP koeficientas yra -0.0544711, šis kintamasis nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.2381), ir tai rodo, kad jis neturi įtakos žaliųjų obligacijų rinkai. Tokie duomenys leidžia manyti, kad bendrasis vidaus produktas neturi ryšio su žaliųjų obligacijų grąža. Modelio tikslingumo vertinimas: F-statistika: $F(2, 116) = 2.583084$, su p-value (F) = 0.079881. Ši statistika leidžia mums patikrinti modelio bendrą efektyvumą. P-value yra šiek tiek didesnis nei 0,05, tai reiškia, kad yra tam tikras abejotinas modelio efektyvumo aspektas. Kadangi duomenys yra mėnesiniai, gali statistiškai reikšmingo ryšio ir nebūti, nes yra per žemas duomenų dažnis pamatyti finansų rinkos efektus. Galime daryti išvadas, kad didėjant ekonomikos politiniam neapibrėžtumui, žaliųjų obligacijų grąža mažėja. Taip pat ir su ekonomikos augimu, kai ekonomikos augimas kyla, krinta žaliųjų obligacijų grąža. Ekonominiu požiūriu galime daryti išvadas, kad didėjant ekonomikos politiniam neapibrėžtumui, žaliųjų obligacijų grąža mažėja, tai gali reikšti, kad investuotojai ieško saugesnių

priemonių, todėl yra gaunama žaliųjų obligacijų mažesnė grąža. Dėl ekonomikos augimo, žaliųjų obligacijų grąža mažėja, gali rodyti, kad investuotojai daugiau linkę rinktis kitas, galbūt didesnės grąžos, investicijas augimo laikotarpiu. Ekonomikos augimas gali prisidėti prie didesnės infliacijos grėsmės. Žaliosios obligacijos gali prarasti savo realiąją vertę, jei infliacija didėja, ir investuotojai gali linkti rinktis kitas investicijas, kurios geriau prisitaiko prie infliacijos.

Kitas etapas patikrinti modelio tinkamumą yra atlikti ARCH testą. ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) efektų testo rezultatai suteikia informaciją apie tai, ar modeliuojant laiko eilutę buvo svarbi heteroskedastinė (nepastovi) dispersija. Testo rezultatai pateikti 5 priede rodo, kad $p\text{-value} = 3.68665e-05$. Labai mažas $p\text{-value}$ rodo, kad turime pakankamai įrodymų atmesti nulinę hipotezę (kad nėra ARCH efekto) ir priimti alternatyvią hipotezę (kad yra ARCH efektas). Šie rezultatai rodo, kad yra svarbus ARCH efektas modelyje, ypač kai atsižvelgiame į koeficientų statistinį reikšmingumą. Tai gali turėti praktinę reikšmę, norint geriau suprasti ir prognozuoti heteroskedastiškumą laiko eilutėje.

Kadangi norima palyginti žaliųjų obligacijų rinką su bendrąja JAV obligacijų rinka, toliau nagrinėjami mėnesiniai duomenys sudarant daugianarės regresinės analizės modelį ir tikrinami ARCH efektai. Šiuo atveju priklausomas kintamasis yra JAV obligacijų rinkos indeksas, o nepriklausomi kintamieji lieka tie patys – ekonominės politikos neapibrėžtumas (EPU) ir BVP. Detalūs regresinės analizės duomenys pateikti 4 priede. Gauti rezultatai pateikiami 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė

Mėnesinių duomenų JAV obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai

	Koeficientas	Reikšmingumas
Konstanta	0,00103834	0,2252
d_1_EPU	-0,00222635	0,6309
d_1_GDP	-0,00734893	0,7898

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Iš pateiktų OLS (Ordinary Least Squares) regresijos testo rezultatų galime pamatyti informaciją apie modelio veikimą. Konstanta koeficientas yra 0.00103834, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.2252$). Ekonominės politikos neapibrėžtumas (EPU) koeficientas yra -0.00222635, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.6309$). BVP koeficientas yra -0.00734893, koeficientas nėra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.7898$). Kadangi yra analizuojami mėnesiniai duomenys, gali statistiškai reikšmingo ryšio ir nebūti, nes yra per žemas duomenų dažnis pamatyti finansų rinkos efektus. Galime daryti išvadas, kad didėjant ekonomikos neapibrėžtumui, obligacijų grąža mažėja. Tai gali reikšti, kad investuotojai linkę ieškoti saugesnių priemonių ir tai gali paveikti obligacijų rinką. Taip pat ir su ekonomikos augimu, kai ekonomikos augimas kyla, krinta obligacijų grąža. Reiškia, kad su ekonomikos augimu, obligacijų grąža mažėja, tai rodo, kad investuotojai gali linkti rinktis kitas investicijas arba kad ekonominis augimas gali trukdyti obligacijų rinkai. Pavyzdžiui ekonomikos augimas gali sąlygoti didesnę paklausą investicijoms ir akcijoms, kurios yra dažnai laikomos didesnės rizikos bet ir didesnės grąžos priemonėmis, palyginti su obligacijomis. Investuotojai gali linkti rinktis akcijas ar kitas aktyvias investicijas, nes jos gali siūlyti aukštesnę grąžą augančioje ekonominėje aplinkoje. Ekonominis augimas gali padidinti investuotojų pasitikėjimą ir sumažinti rinkos riziką. Tai gali paskatinti investuotojus rinktis investicijas su didesniu rizikos ir grąžos santykiu, o ne saugesnes obligacijas, kurios dažnai laikomos mažesnės rizikos

priemonėmis. Modelio tinkamumui patikrinti yra atliekamas ARCH testas. Gauti rezultatai rodo, kad ARCH efektai yra ($p\text{-value} = 1.50043e-05$).

Toliau atliekamas paklaidų autokoreliacijos vertinimas. Autokoreliacijos testas atliekamas pagal Durbino Watsono p reikšmę, siekiant įvertinti sudaryto modelio paklaidas. Pagal Durbino Watsono p reikšmę, jei reikšmė yra intervale nuo 1,5 iki 2,5, autokoreliacijos problemos nėra. Jei nustatoma autokoreliacijos problema, tikslinga į modelį įtraukti kintamųjų vėlavimus, nes tikėtina, kad vėluojantys kintamieji daro poveikį priklausomam kintamajam. Durbino Watsono p reikšmės rezultatai pateikiami 3.6 lentelėje. Detalūs autokoreliacijos testo rezultatai pateikti 6 priede.

3.6 lentelė

Mėnesinių duomenų autokoreliacijos vertinimas modeliuose

Durbino Watsono p reikšmės	Be vėlavimų	Su 1 laikotarpio vėlavimu	Su 2 laikotarpių vėlavimu
Žaliųjų obligacijų rinkos indeksas	1,082382	1,088314	1,089927
JAV obligacijų rinkos indeksas	1,114800	1,111474	1,104181

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Kadangi modeliuose Durbino Watsono p reikšmės labai mažos ir rodančios autokoreliaciją, nors rodikliai jau yra diferencijuoti ir nebėra nestacionarūs, tikslinga patikrinti ar autokoreliacijos nelieka įtraukus kintamųjų vėlavimus. Tai gali padėti pašalinti arba sumažinti autokoreliaciją. Bet pagal pateiktus 3.6 lentelės duomenis matome, kad įtraukus vėlavimus autokoreliacija lieka. Autokoreliacija gali kilti dėl įvairių priežasčių, šiuo atveju kadangi duomenys yra mėnesiniai, gali atsispindėti sezoniškumas, nes duomenys nėra labai detalūs ir šio laikotarpio iš duomenų išmesti negalime. Tikslūs Durbino Watsono testo rezultatai pateikti 6 priede.

Gauti rezultatai rodo, kad ARCH efektai yra su žaliųjų obligacijų rinka ir su JAV obligacijų rinka, todėl OLS modelis nėra tinkamas analizei, toliau analizė bus atliekama su GARCH modeliu. Apibendrintas autoregresijos sąlyginio heteroskedastiškumo GARCH modelis, kurį sukūrė Bollerslev (1986), yra populiariausias ir dažniausiai naudojamas modeliuojant ir prognozuojant kintamumą. Sudarant GARCH modelį prie faktorių kurie lemia grąžą dedame - ekonominės politikos neapibrėžtumą (EPU) ir BVP. Taip pat ekonominės politikos neapibrėžtumo (EPU) rodiklį dedame ir prie riziką lemiančių veiksnių. GARCH modelio duomenys pateikti 7 priede. Gauti modelio rezultatai žaliųjų obligacijų rinkai pateikiami 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė

Mėnesinių duomenų GARCH modelio rezultatai žaliųjų obligacijų rinkai

Gražą lemiantys faktoriai	Koeficientas	Standartinis nuokrypis	Reikšmingumas
Konstanta	2,93834e-05	0,00136395	0,9828
d_1_EPU	-0,00813126	0,00680771	0,2323
d_1_GDP	-0,0477910	0,0215609	0,0267**
Riziką lemiantys faktoriai			
Konstanta	3,01756e-05	2,17061e-05	0,1645
d_1_EPU	4,06795e-05	0,000100335	0,06852

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal gautus rezultatus matome, kad ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas yra -0.00813126. Šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.2323), vadinasi jis įtakos žaliųjų obligacijų gražai neturi. BVP koeficientas yra -0.0477910, šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.0267), tai rodo, kad šis kintamasis gali turėti įtakos žaliųjų obligacijų rinkos gražai. Vadinasi didėjant ekonomikos augimui, krinta žaliųjų obligacijų graža. Analizuojant rizika ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas yra 4.06795e-05, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.6852). Vadinasi žaliųjų obligacijų rinkai ekonominės politikos neapibrėžtumo rodiklis, vertinant riziką, įtakos nėra. Priešingai nei iš pateiktų OLS (Ordinary Least Squares) regresijos testo rezultatų, gauname kitokius modelio rezultatus. Ekonominės politikos neapibrėžtumo įtaka gražai pagal GARCH modelį ekonominės politikos neapibrėžtumas neturi įtakos žaliųjų obligacijų rinkos gražai. Skirtingai nei OLS modelis, GARCH modelio rezultatai parodo kitokią santykį tarp ekonominės politikos neapibrėžtumo ir žaliųjų obligacijų rinkos. BVP įtaka gražai GARCH modelyje BVP koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.0267). Tai rodo, kad didėjant ekonomikos augimui, žaliųjų obligacijų graža mažėja. Šis rezultatas skiriasi nuo OLS modelio, kuriame BVP koeficientas nebuvo statistiškai reikšmingas. GARCH modelio naudojimas gali leisti gauti tikslesnes prognozes, atsižvelgiant į ankstesnių laiko momentų kintamųjų kitimą ir rizikos dinamiką. GARCH modelio rezultatai JAV obligacijų rinkai pateikiami 3.8 lentelėje. Gauti modelio duomenys pateikti 7 priede.

3.8 lentelė

Mėnesinių duomenų GARCH modelio rezultatai JAV obligacijų rinkai

Gražą lemiantys faktoriai	Koeficientas	Standartinis nuokrypis	Reikšmingumas
Konstanta	0,00191206	0,000808089	0,0180**
d_1_EPU	0,000949985	0,00373169	0,7991
d_1_GDP	-0,0173821	0,0276737	0,5299
Riziką lemiantys faktoriai			
Konstanta	8,92225e-06	5,82243e-06	0,1254
d_1_EPU	4,08265e-05	2,53535e-05	0,1073

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal gautus rezultatus JAV obligacijų rinkai matome, kad ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas yra 0.000949985. Šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.7991), vadinasi jis įtakos JAV obligacijų gražai neturi. BVP koeficientas yra -0.00173821, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.5299), vadinasi jis įtakos JAV obligacijų gražai neturi. Analizuojant rizika ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas yra 4.08265e-05, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.1073). Vadinasi JAV obligacijų rinkai ekonominės politikos neapibrėžtumo rodiklis, vertinant riziką, įtakos neturi. Lyginant abi obligacijų rinkas su mėnesiniais duomenimis, matome, kad žaliųjų obligacijų rinkos gražai ekonominis augimas įtakos turi, o JAV obligacijų rinkos gražai neturi. Tai parodo, kad ekonomikos augimas skatina susidomėti tvariomis investicijomis ir pritraukia investuotojus, ekonominio augimo laikotarpiu. Ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas įtakos neturi abejoms obligacijų rinkoms vertinant jų gražą, tai parodo, kad rinkos yra atsparios ekonominiams politikos svyravimams. Taip pat vertinant

riziką, abejoms obligacijų rinkoms ekonominis politikos neapibrėžtumas reikšmingo pokyčio nedaro. Tai parodo, kad obligacijų rinkos gali skirtingai reaguoti į ekonominę ir politinę įtaką.

Remiantis 3.7 lentelėje pateiktais rezultatais, bus patvirtinta arba paneigta šiame darbe išsikelta trečioji hipotezė. Darbe buvo keliami hipotezė, aiškinanti ekonominės politikos neapibrėžtumo lygio poveikį žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. **3 hipotezė: didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumo lygis lemia žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimą.** Mokslinė hipotezė H3 bus patvirtinta tada, jeigu p reikšmė $< 0,05$, o jeigu p reikšmė $> 0,05$, tada hipotezė bus atmesta. Gauti GARCH modelio rezultatai rodo, kad ekonominės politikos neapibrėžtumas nedaro statistiškai reikšmingo poveikio žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimui. Mokslinė hipotezė H3 buvo atmesta.

Remiantis 3.7 ir 3.8 lentelėje pateiktais rezultatais, bus patvirtinta arba paneigta šiame darbe išsikelta ketvirtoji hipotezė. Darbe yra lyginama dviejų obligacijų rinkų indeksai, tai JAV žaliųjų obligacijų rinka ir bendra JAV obligacijų rinka. Darbe formuluojama **4 hipotezė: ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta.** Mokslinė hipotezė H4 bus patvirtinta tada, jeigu žaliųjų obligacijų rinkos indeksui BVP kintamojo p reikšmė $< 0,05$, o jeigu p reikšmė $> 0,05$, tada hipotezė bus atmesta. Pagal gautus modelio rezultatus ketvirtoji mokslinė hipotezė buvo patvirtinta, nes BVP reikšmingumas žaliųjų obligacijų rinkai yra 0,0267, o bendrai JAV obligacijų rinkai statistinio reikšmingumo nėra.

Toliau tyrime bus vertinamas antrasis modelis su dieniniais duomenimis. Nagrinėsime dieninius duomenis sudarant daugianarės regresinės analizės modelį ir tikrinsime ARCH efektus. Kai priklausomas kintamasis yra žaliųjų obligacijų indeksas, o nepriklausomi kintamieji – gamtinių dujų, naftos ir aukso kainos; ekonominio aktyvumo indeksas (ADS); JAV finansų rinkos indekso grąža (MKT_RF); kintamumo indeksas (VIX). Detalūs regresinės analizės duomenys pateikti 4 priede. Gauti duomenys pateikiami 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė

Dieninių duomenų žaliųjų obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai

	Koeficientas	Reikšmingumas
Konstanta	0,000552040	0,0034***
d_1_Naturalgas	0,00173610	0,3469
d_1_Crudeoil	-0,00628581	0,0039***
d_1_Gold	0,182230	2,35e-132***
ADS	2,39101e-05	0,3433
MKT_RF	0,000303140	4,60e-07***
VIX	-3,48021e-05	0,0004***

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Iš pateiktų OLS (Ordinary Least Squares) regresijos testo rezultatų galime išskirti svarbiausius rezultatus. Šiuo modeliu norima paaiškinti, kaip priklausomąjį kintamąjį, žaliųjų obligacijų rinka veikia naudojami nepriklausomi kintamieji. Gamtinių dujų kainos koeficientas yra 0.00173610, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p -value = 0.3469). Naftos kainos koeficientas yra -0.00628581, koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p -value = 0.0039). Tai rodo, kad naftos kainų kilimas yra susijęs su žaliųjų obligacijų grąžos mažėjimu. Tai gali reikšti, kad energijos sektoriaus nepastovumai gali turėti įtakos žaliųjų obligacijų rinkai. Aukso kainos koeficientas yra 0.182230, šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p -value = 2.35e-132). Koeficientas rodo, kad aukso kainų

kilimas yra susijęs su žaliųjų obligacijų gražos didėjimu. Galima manyti, kad investuotojai, įvertindami aukso stabilumą kaip saugų užstatą, gali pasirinkti žaliąsias obligacijas kaip tvarų investavimo variantą. Ekonominio aktyvumo indekso koeficientas yra $2.39101e-05$, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.3433$). Ekonominio aktyvumo indeksas, buvo pabandytas apskaičiuoti per dinamiką diferencijuojant, bet taip pat nedavė jokios gražos ir buvo statistiškai nereikšmingas. JAV finansų rinkos indekso gražos koeficientas yra 0.000303140 , jis yra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 4.60e-07$). Statistiškai reikšmingas teigiamas koeficientas rodo, kad JAV finansų rinkos indekso gražos didėjimas yra susijęs su žaliųjų obligacijų gražos didėjimu. Tai gali reikšti, kad ekonominis aktyvumas gali turėti įtakos žaliųjų obligacijų rinkai. Kintamumo indekso koeficientas yra $-3.48021e-05$. Šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.0004$). Tai rodo, kad didesnė rizika, matuojama VIX indeksu, yra susijusi su žaliųjų obligacijų gražos mažėjimu. Investuotojai gali būti linkę saugoti lėšas rizikingais laikotarpiais, sumažindami žaliųjų obligacijų paklausą. Galime daryti išvadą, kad kintamieji naftos kaina, aukso kaina, JAV finansų rinkos indekso graža ir kintamumo indeksas yra statistiškai reikšmingi. JAV finansų rinkos indekso gražos koeficientą tokį mažą nes tai yra procentinės gražos, o ne logaritmuotos. Todėl šį koeficientą dar turime dauginti iš 100, ir gausime, kad JAV finansų rinkos indeksų gražai kylant 1 proc, žaliųjų obligacijų graža padidėja 0,03 procento. Iš žaliavų kainų statistiškai reikšmingos įtakos neturi tik gamtinių dujų kaina, o naftos kainai didėjant, žaliųjų obligacijų graža mažėja, tačiau su aukso kaina yra atvirkščiai. Aukso kainai didėjant, žaliųjų obligacijų graža didėja. Kintamumo indeksas rodo, kad kuo aukštesnė rizika, tuo žaliųjų obligacijų graža mažesnė. Kitas etapas patikrinti modelio tinkamumą yra atlikti ARCH testą. Testo rezultatai pateikti 5 priede rodo, kad $p\text{-value} = 2.0299e-69$. Labai mažas $p\text{-value}$ rodo, kad ARCH efektas modelyje yra.

Kadangi norime palyginti žaliųjų obligacijų rinka, su bendrąja JAV obligacijų rinka toliau nagrinėsime dieninius duomenis sudarant daugianarės regresinės analizės modelį ir tikrinsime ARCH efektus. Bet pakeisime priklausomą kintamąjį į JAV obligacijų rinkos indeksą, o nepriklausomus kintamuosius paliksime tokius pat – gamtinių dujų, naftos ir aukso kainos; ekonominio aktyvumo indeksas (ADS); JAV finansų rinkos indekso graža (MKT_RF); kintamumo indeksas (VIX). Detalūs regresinės analizės duomenys pateikti 4 priede. Gauti duomenys pateikiami 3.10 lentelėje.

3.10 lentelė

Dieninių duomenų JAV obligacijų rinkos poveikio daugianarės regresijos analizės rezultatai

	Koeficientas	Reikšmingumas
Konstanta	0,000384243	0,0030***
d_1_Naturalgas	-4,70870e-06	0,9970
d_1_Crudeoil	-0,00856130	1,12e-08***
d_1_Gold	0,0874361	1,25e-69***
ADS	-2,29723e-05	0,1846
MKT_RF	-0,000197260	1,73e-06***
VIX	-1,86933e-05	0,0056***

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Iš pateiktų OLS (Ordinary Least Squares) regresijos testo rezultatų galime išskirti svarbiausius rezultatus. Šiuo modeliu norima paaiškinti, kaip priklausomąjį kintamąjį, JAV obligacijų rinka veikia naudojami nepriklausomi kintamieji. Gamtinių dujų kainos koeficientas yra $-4.70870e-06$, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.9970$). Naftos kainos koeficientas yra -

0.00856130, koeficientas yra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 1.12e-08$). Tai parodo, kad naftos kainų kilimas yra susijęs su bendros JAV obligacijų rinkos grąžos mažėjimu. Tai gali reikšti, kad naftos kainų nestabilumas arba augimas gali turėti neigiamą poveikį JAV obligacijų rinkai. Aukso kainos koeficientas yra 0.0874361, šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 1.25e-69$). Tai gali reikšti, kad investuotojai, vertindami aukso saugumo savybes, gali rinkis JAV obligacijas kaip stabilią investiciją. Ekonominio aktyvumo indekso koeficientas yra $-2.29723e-05$, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.1846$). Ekonominio aktyvumo indeksas, buvo pabandytas apskaičiuoti per dinamiką diferencijuojant, bet taip pat nedavė jokios grąžos ir buvo statistiškai nereikšmingas. JAV finansų rinkos indekso grąžos koeficientas yra -0.000197260 , jis yra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 1.73e-06$). Tai gali reikšti kad šio koeficiento didėjimas yra susijęs su bendra JAV obligacijų rinkos indekso mažėjimu ir investuotojai yra linkę pereiti į kitas investicijas. Kintamumo indekso koeficientas yra $-1.86933e-05$. Šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas ($p\text{-value} = 0.0056$). Investuotojai yra linkę ieškoti saugesnių investicijų rizikingais laikotarpiais. Galime daryti išvadas, kad kintamieji naftos kaina, aukso kaina, JAV finansų rinkos indekso grąža ir kintamumo indeksas yra statistiškai reikšmingi, o gamtinių dujų kaina ir ekonominio aktyvumo indeksas nėra statistiškai reikšmingi. Gauname JAV finansų rinkos indekso grąžos koeficientą tokį mažą nes tai yra procentinės grąžos, o ne logaritmuotos. Todėl šį koeficientą dar turime dauginti iš 100, ir gausime, kad JAV finansų rinkos indeksų grąžai kylant 1 proc, JAV obligacijų rinkos grąža mažėja 0,01 procento. Iš žaliavų kainų statistiškai reikšmingos įtakos neturi tik gamtinių dujų kaina, o naftos kainai didėjant, JAV obligacijų grąža mažėja, tačiau su aukso kaina yra atvirkščiai. Aukso kainai didėjant, JAV obligacijų grąža didėja. Kintamumo indeksas rodo, kad kuo aukštesnė rizika, tuo JAV obligacijų grąža mažesnė. Kitas etapas patikrinti modelio tinkamumą yra atlikti ARCH testą. Testo rezultatai pateikti 5 priede rodo, kad $p\text{-value} = 5.65767e-80$. Labai mažas $p\text{-value}$ rodo, kad ARCH efektas modelyje yra, vadinasi kaip ir su mėnesiniais duomenimis, taip ir su dieniniais šio modelio taikyti negalime, nes yra per didelio dažnio duomenys.

Lyginant abi obligacijų rinkas su dieniniais duomenimis, matome, kad tendencijos beveik yra identiškos. Abiem obligacijų rinkoms statistiškai reikšmingi yra šie kintamieji: naftos kaina, aukso kaina, JAV finansų rinkos indekso grąža ir kintamumo indeksas, o statistiškai nereikšmingi kintamieji yra: gamtinių dujų kaina ir ekonominio aktyvumo indeksas. Tik skirtumas yra tarp poveikio rinkos indeksų grąžoms: šiam rodikliui kylant 1 proc., žaliųjų obligacijų grąža padidėja 0,03 procento, o JAV obligacijų rinkos grąža mažėja 0,01 procento.

Toliau atliekamas paklaidų autokoreliacijos vertinimas. Detalus autokoreliacijos testo rezultatai pateikti 6 priede. Durbino Watsono p reikšmės rezultatai pateikiami 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė

Dieninių duomenų autokoreliacijos vertinimas modeliuose

Durbino Watsono p reikšmės	Be vėlavimų	Su 1 laikotarpio vėlavimu	Su 2 laikotarpių vėlavimu
Žaliųjų obligacijų rinkos indeksas	1.886618	1,929238	1,956167
JAV obligacijų rinkos indeksas	1,972320	1,979118	1,999088

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Kadangi modeliuose Durbino Watsono p reikšmės labai mažos ir rodančios autokoreliaciją, tikslinga patikrinti ar autokoreliacijos nelieka įtraukus kintamųjų vėlavimus. Bet pagal pateiktus 3.11

lentelės duomenis matome, kad įtraukus vėlavimus autokoreliacija lieka. Tikslūs Durbino-Watsono testo rezultatai pateikti 6 priede. Gauti rezultatai rodo, kad ARCH efektai yra su žaliųjų obligacijų rinka ir su JAV obligacijų rinka, lygiai taip pat kaip ir su mėnesiniais duomenimis, todėl OLS modelis nėra tinkamas analizei, toliau analizė bus atliekama su GARCH modeliu. Sudarant GARCH modelį prie faktorių kurie lemia grąžą dedame - gamtinių dujų, naftos ir aukso kainos; ekonominio aktyvumo indeksas (ADS); JAV finansų rinkos indekso grąža (MKT_RF); kintamumo indeksas (VIX). Taip pat kintamumo indeksas (VIX) rodi klį dedame ir prie riziką lemiančių faktorių. GARCH modelio duomenys pateikti 7 priede. Gauti GARCH modelio rezultatai žaliųjų obligacijų rinkai pateikiami 3.12 lentelėje.

3.12 lentelė

Dieninių duomenų GARCH modelio rezultatai žaliųjų obligacijų rinkai

Grąžą lemiantys faktoriai	Koeficientas	Standartinis nuokrypis	Reikšmingumas
Konstanta	0,00320213	0,000188253	0,0889*
d_1_Naturalgas	0,000514728	0,00160992	0,7492
d_1_Crudeoil	-0,00917109	0,00239370	0,7016
d_1_Gold	0,168575	0,00818235	2,62e-94***
ADS	5,76306e-05	3,20717e-05	0,0723*
MKT_RF	0,00011	7,28658e-05	0,1252
VIX	-1,87900e-05	1,12872e-05	0,0960*
Riziką lemiantys faktoriai			
Konstanta	3,40338e-09	4,99026e-08	0,9456
VIX	4,15321e-09	3,74087e-09	0,2669

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal gautus rezultatus matome, gamtinių dujų kainos koeficientas yra 0.000514728, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.7492). Naftos kainos koeficientas yra -0.00917109, koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.7016). Gamtinių dujų kaina ir naftos kaina, abu šie faktoriai neturi statistiškai reikšmingo poveikio žaliųjų obligacijų rinkos grąžai, nes jų koeficientai yra nereikšmingi. Tai gali reikšti, kad šie žaliavų kainų pokyčiai neturi esminio įtakos žaliųjų obligacijų rinkos dinamikai pagal šį modelį. Tai parodo, kad norintiems įvertinti kaip gamtinių dujų ir naftos kainų svyravimai gali paveikti žaliųjų obligacijų rinkos rezultatus. Aukso kainos koeficientas yra 0.168575, šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 2.62e-94). Tai parodo, kad aukso kainos pokyčiai yra kaip saugumo garantas. Tai skatina rinktis kaip saugumo priemonę rinkos nestabilumo metu. Ekonominio aktyvumo indekso koeficientas yra 5.76306e-05, šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.0723). tai svarbu siekiant suprasti ryšį tarp ekonominio aktyvumo pokyčių ir žaliųjų obligacijų rinkos kitimo. JAV finansų rinkos indekso grąžos koeficientas yra 0.00011, jis nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.1252). Kintamumo indekso koeficientas yra -1.87900e-05. Šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.0960), nors vertinant riziką su kintamumo rodikliu, jis yra statistiškai nereikšmingas. Pagal gautus modelio rezultatus matome, kad vertinant investavimą į žaliųjų obligacijų rinka yra svarbu stebėti aukso kainas, ekonominį aktyvumą, ir kintamumo rodiklį kurie gali būti susiję su žaliųjų obligacijų grąža. GARCH modelio duomenys pateikti 7 priede. Modelio rezultatai JAV obligacijų rinkai pateikiami 3.13 lentelėje.

Dieninių duomenų GARCH modelio rezultatai JAV obligacijų rinkai

Gražą lemiantys faktoriai	Koeficientas	Standartinis nuokrypis	Reikšmingumas
Konstanta	0,00152862	0,000117126	0,1919
d_1_Naturalgas	-0,00990906	0,00103305	0,3375
d_1_Crudeoil	-0,00873893	0,00162713	7,84e-08***
d_1_Gold	0,0667647	0,00516019	2,73e-38***
ADS	2,77112e-06	1,45028e-05	0,8485
MKT_RF	-0,000395983	4,95942e-05	1,41e-15***
VIX	-7,36978e-07	7,08133e-06	0,9171
Riziką lemiantys faktoriai			
Konstanta	2,95040e-09	3,87310e-08	0,9393
VIX	5,47048e-09	422056e-09	0,1949

(*) žymėjimas reiškia reikšmingumo lygius: * - 90 proc.; ** - 95 proc.; *** - 99 proc.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal gautus rezultatus JAV obligacijų rinkai matome, kad gamtinių dujų kainos koeficientas yra -0.00990906, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.3375). Naftos kainos koeficientas yra -0.00873893, koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 7.84e-08). Aukso kainos koeficientas yra 0.0667647, šis koeficientas yra statistiškai reikšmingas (p-value = 2.73e-38). Ekonominio aktyvumo indekso koeficientas yra 2.7712e-06, šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.8485). JAV finansų rinkos indekso gražos koeficientas yra -0.000395983, jis yra statistiškai reikšmingas (p-value = 1,41e-15). Kintamumo indekso koeficientas yra -7.36978e-07. Šis koeficientas nėra statistiškai reikšmingas (p-value = 0.9171), taip pat kaip ir vertinant riziką su kintamumo rodikliu, jis nėra statistiškai reikšmingas. Vadinas JAV obligacijų rinkai ekonominės politikos neapibrėžtumo rodiklis, vertinant riziką, įtakos neturi. Lyginant abi obligacijų rinkas su dieniniais duomenimis, matome, kad gamtinių dujų kaina nereikšminga abiem obligacijų rinkoms. Tai parodo, kad obligacijų rinkos yra nepriklausomos nuo gamtinių dujų kainų pasikeitimų ir tai yra svarbu norint investuoti, kad būtų sumažinta priklausomybė nuo kainų svyravimų. Naftos kaina žaliųjų obligacijų rinkai įtakos neturėjo, bet JAV obligacijų rinkai jau yra statistiškai reikšminga, su JAV finansų indekso gražos rodikliu irgi taip pat, kaip ir su naftos kaina, statistinis reikšmingumas atsirado tik JAV obligacijų rinkai. Tai parodo, kad bendroji JAV obligacijų rinka yra jautresnė tam tikriems makroekonominiams veiksniams. Tačiau kintamumo indeksas ir ekonominio aktyvumo indeksas statistiškai reikšmingas tik žaliųjų obligacijų rinkai. Tai parodo, kad žaliųjų obligacijų rinka yra glaudžiai susijusi su ekonominės veiklos ir rizikos lygiu. Tai gali sudaryti galimybes investuotojams, siekiantiems rinktis tvarias investicijas, atsižvelgiant į šių indeksų pokyčius. Aukso kainos statistiškai reikšmingos abiem rinkoms. Tai parodo, kad auksas yra kaip saugumo garantas ir būdas apsisaugoti nuo rinkos nestabilumo. Analizuojant iš ekonominės analizės perspektyvos matome, kad skirtingi kintamieji gali turėti skirtingą įtaką obligacijų rinkoms. Tai parodo, kad kintamųjų pokyčiai gali turėti skirtingą poveikį tiek žaliųjų obligacijų rinkai, tiek bendrai JAV obligacijų rinkai, analizė reikalinga norint suprasti ryšį tarp skirtingų kintamųjų.

Remiantis 3.13 lentelėje pateiktais rezultatais, bus patvirtinta arba paneigta šiame darbe išsikelta pirmoji ir antroji hipotezės. Darbe buvo keliamos hipotezės, kad žaliavų kainoms kintant, žaliųjų obligacijų indeksas kinta. Darbe formuluojama **I hipotezė: augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą**. Kitiems veiksniams nekintant, žaliavų kainos padidins žaliųjų

obligacijų rinkos gražos pokyčius. Mokslinė hipotezė H1 bus patvirtinta tada, jeigu p reikšmė $< 0,05$, o jeigu p reikšmė $> 0,05$, tada hipotezė bus atmesta. Gauti GARCH modelio rezultatai rodo, kad žaliavų kainos, gamtinių dujų ir naftos nedaro statistiškai reikšmingo poveikio žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. Tačiau aukso kaina yra statistiškai reikšminga ir aukso kainai kylant, didėja žaliųjų obligacijų rinkos graža. Mokslinė hipotezė H1 buvo atmesta.

Kaip ir žaliavų kainos, taip pat ir tikėtina, kad ekonominio aktyvumo indeksas lems žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą. Darbe formuluojama **2 hipotezė: ekonominio aktyvumo indekso didėjimas lemia didėjančias žaliųjų obligacijų rinkos gražą.** Mokslinė hipotezė H2 bus patvirtinta tada, jeigu p reikšmė $< 0,05$, o jeigu p reikšmė $> 0,05$, tada hipotezė bus atmesta. Gauti GARCH modelio rezultatai rodo, kad ekonominio aktyvumo indeksas yra statistiškai reikšmingas ir lemia žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą. Mokslinė hipotezė H2 yra patvirtinta.

3.3. Empirinio tyrimo rezultatų palyginimas su kitų autorių empirinių tyrimų rezultatais

Gavus sudarytų modelių rezultatus ir juos išanalizavus, galima teigti, kad buvo patvirtinta antroji ir ketvirtoji hipotezės. Mokslinių hipotezių vertinimas pateiktas 3.14 lentelėje.

3.14 lentelė

Mokslinių hipotezių vertinimas

	Testuojama hipotezė	Gauti rezultatai
H1	Augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą.	Atmesta
H2	Ekonominio aktyvumo indekso didėjimas lemia didėjančias žaliųjų obligacijų rinkos gražą.	Patvirtinta
H3	Didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumo lygis lemia žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimą.	Atmesta
H4	Ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos gražos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta.	Patvirtinta

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Gauti tyrimo rezultatai patvirtina Dutta et al. (2020) darbo rezultatus, kurie įrodo, kad ryšys tarp naftos kainų svyravimų ir žaliųjų obligacijų, pokytis yra statistiškai nereikšmingas. Nors Hsuan Su et al. (2023) analizavo naftos ir žaliųjų obligacijų ryšį. Rezultatai patvirtina reikšmingą ryšį tarp šių dviejų kintamųjų, rodančių riziką kai kainų pokyčiai svyruoja ir gali pritraukti investuotojus. Todėl būtina atkreipti dėmesį į pasirinktą tyrimo laikotarpį ir kitas aplinkybes.

Gauti tyrimo rezultatai patvirtina, kad ekonominio aktyvumo indeksui didėjant žaliųjų obligacijų rinkos graža taip pat didėja. Gauti tyrimo rezultatai sutapo su D. C. Broadstock, et al. (2019) tyrimu, kuris įrodo, kad ekonominio aktyvumo indekso didėjimas, turi įtakos žaliųjų obligacijų rinkos gražos didėjimui.

Taip pat tyrimo rezultatai sutapo su Ji et al. (2018), kad ekonominės politikos neapibrėžtumas turi silpniausią poveikį žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams. Pagal gautus tyrimo rezultatus matome, kad ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas neturi įtakos žaliųjų obligacijų gražai.

Presbitero et al. (2016) nustato, kad ekonominis dydis ir didesnis BVP vienam gyventojui būdingas šalims, kurios dažniau leidžia obligacijas. Tą patį nustato ir Glomsrod et al. (2018), kad didėjant žaliosioms obligacijoms, BVP lygis didėja visame pasaulyje. Pagal gautus modelio rezultatus BVP reikšmingumas žaliųjų obligacijų rinkai yra, o bendrai JAV obligacijų rinkai statistinio reikšmingumo nėra.

DISKUSIJA IR TOLESNĖS TYRIMŲ KRYPTYS

Darbe buvo atliktas tyrimas žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių vertinimas 2013-2023 m. laikotarpiu. Tyrimo metodas – laiko eilučių duomenų analizė sudarant GARCH modelį.

Atliktų empirinių tyrimų rezultatai skiriasi, nes analizei naudojami skirtingi duomenys, skirtingas tiriamas laikotarpis ar pasirinkti nagrinėti skirtingi rodikliai. Atlikto magistrinio darbo tyrimo rezultatai patvirtina žaliųjų obligacijų pokyčius lemiančius veiksnus ir jų poveikį žaliųjų obligacijų rinkos pokyčiams. Gauti žaliųjų obligacijų rinką lemiančių veiksnių rezultatai leidžia numatyti tolimesnių tyrimų kryptis, leisiančias paaiškinti šių poveikių skirtumus. Gauti rezultatai lemia poreikį darbo tęstinumui analizuojant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnus: didinat analizuojamo laikotarpio imtį, nuo žaliųjų obligacijų atsiradimo pradžios; traukiant veiksnus, kurie leistų paaiškinti skirtingą žaliųjų obligacijų rinkos pokyčio efektą.

Siekiant detalesnės analizės galima tirti žaliųjų obligacijų emisijos dydžio pokyčių rodiklius. Taip pat pastebima, kad mažai tyrimų ir dar daug neatsakytų klausimų siekiant išsiaiškinti žaliųjų obligacijų naudą.

IŠVADOS

Žaliųjų obligacijų samprata ir jų atliekamos funkcijos yra svarbūs aspektai šiuolaikiniame aplinkosaugos ir investavimo kontekste. Žaliųjų obligacijų samprata yra susijusi su investicijų rinkos priemonėmis, kurios skirtos finansuoti projektus ar įmones, turinčias teigiamą poveikį aplinkai. Šios obligacijos skiriasi nuo įprastų finansinių priemonių tuo, kad jos yra orientuotos į projektus, kurių tikslas yra aplinkos apsauga, tvarumas ir socialinė atsakomybė. Tai apima investicijas į atsinaujinančius energijos šaltinius, energijos efektyvumo projektus, vandens tvarkymo sistemų plėtrą ir kitas aplinką gerinančias iniciatyvas. Žaliųjų obligacijų funkcijos yra platesnės nei tik finansavimas. Jos ne tik suteikia galimybę investuotojams finansuoti tvarius projektus, bet taip pat skatina įmones įdiegti aplinkos gerinimo priemones. Įmonės, išleidusios žaliąsias obligacijas, privalo rengti ataskaitas apie projektų pažangą ir jų poveikį aplinkai, skatinant skaidrumą ir atsakingumą. Šios priemonės taip pat prisideda prie darnaus investavimo skatinimo. Investuotojai vis daugiau siekia ne tik finansinio pelno, bet ir ilgalaikės vertės, tvarumo ir socialinės atsakomybės. Žaliųjų obligacijų egzistavimas padeda formuoti tvarų finansų sektorių, kuriame aplinkosaugos ir socialiniai veiksniai yra svarbiausios investavimo strategijos dalys. Mokslinės literatūros analizė rodo, kad teigiamą įtaką žaliųjų obligacijų rinkos plėtrai daro kapitalo rinkos, makroekonominiai ir instituciniai veiksniai. Veiksniai stabdantys žaliųjų obligacijų plėtrą: infliacijos lygis, ekonominės politiko neapibrėžtumas, ekonominio aktyvumo indeksas, finansų rinkos kintamumo indeksas. Apibendrinant galima teigti, kad žaliųjų obligacijų rinkos plėtrą lemia kompleksiniai veiksniai, įskaitant ekonominius, socialinius, politinius ir rinkos veiksnius. Šie veiksniai gali turėti skirtingą įtaką priklausomai nuo konkrečios šalies sąlygų ir rinkos konteksto.

Analizuojant žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemiančius veiksnus pastebėta, kad mokslininkai šių veiksnių ryšį tyrė skirtingai: vieni išskiria makroekonominius veiksnius, kiti išskiria finansinius ir ekonominius veiksnius. Atliktų apibendrintų empirinių tyrimų rezultatai skiriasi, nes analizei atlikti naudojami skirtingi duomenys: skirtingas tiriamas laikotarpis, analizuojamos šalys ar šalių grupės bei analizės kryptys. Galima teigti, kad žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius lemia įvairūs veiksniai, įskaitant makroekonominės aplinkos sąlygas, įmonių elgseną, geografinius skirtumus ir ryšius su kitomis finansų rinkomis. Tačiau, svarbu pažymėti, kad tyrimai ne visada pateikia vieningus rezultatus, ir reikia atsižvelgti į kontekstą bei kitus galimus veiksnius.

Apibendrinus teorinių ir empirinių tyrimų rezultatus, sudaryti modeliai, kurie leidžia išsamiai ištirti žaliųjų obligacijų rinką lemiančius veiksnius. Tyrimui pasirinkti šie veiksniai, galintys lemti žaliųjų obligacijų rinkos pokyčius: gamtinių dujų, naftos ir aukso kainos, ekonominio aktyvumo indeksas, JAV finansų rinkos gražos indeksas, kintamumo indeksas, ekonominės politikos neapibrėžtumas, bendrasis vidaus produktas. Tyrimas buvo atliekamas naudojant du pagrindinius indeksus: JAV žaliųjų obligacijų indeksą (S&P Green Bond Index) ir JAV bendrąjį obligacijų indeksą (S&P U.S. Aggregate Bond Index). Ekonometriniai modeliai sudaryti su mėnesiniais ir dieniniais duomenimis. Pasirinkta įtraukti dieninius duomenis dėl duomenų išsamumo, rinkos dinamikos, modelio patikimumo, poveikio intensyvumo išsiaiškinimo. Tyrimas su mėnesiniais duomenimis leido pamatyti rezultatą per ilgesnį laikotarpį, kuris gali sumažinti trumpalaikius svyravimus ir leisti pamatyti ilgalaikius tendencijų pokyčius. Tyrime analizuota JAV žaliųjų obligacijų ir JAV obligacijų rinka, 2013–2023 m. laikotarpiu. Suformuotos keturios mokslinės hipotezės sudarytiems dviems modeliams. Modelių validumas vertintas stacionarumo, kointegracijos, autokoreliacijos, ARCH testais. Tačiau atlikus reikiamus testus, nustatyta, kad mažiausias kvadrato metodo modelis nėra

tinkamas, ir įvertinta, kad vienas iš labiausiai naudojamų įrankių, skirtas modeliuoti ir prognozuoti finansines laiko eilutes, yra apibendrintas autoregresinis sąlyginio heteroskedastiškumo GARCH modelis.

Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas įtakos žaliųjų obligacijų grąžai neturi. BVP koeficientas gali turėti įtakos žaliųjų obligacijų rinkos grąžai. Vadinasi didėjant ekonomikos augimui, žaliųjų obligacijų grąža mažėja, tai parodo, kad žaliųjų projektų finansavimas tampa mažiau patrauklus, nes investuotojai turi galimybę rinktis pelningesnes investicines alternatyvas. Analizuojant rizika ekonominės politikos neapibrėžtumo koeficientas nėra statistiškai reikšmingas, vadinasi žaliųjų obligacijų rinkai ekonominės politikos neapibrėžtumo rodiklis įtakos neturi. Gamtinių dujų kaina ir naftos kaina, abu šie veiksniai neturi statistiškai reikšmingo poveikio žaliųjų obligacijų rinkos grąžai. Tai gali reikšti, kad šie žaliavų kainų pokyčiai neturi esminio įtakos žaliųjų obligacijų rinkos dinamikai. Aukso kainos koeficientas yra statistiškai reikšmingas, tai parodo, kad aukso kainos pokyčiai yra kaip saugumo garantas. Ekonominio aktyvumo indekso koeficientas yra statistiškai reikšmingas. JAV finansų rinkos indekso grąžos koeficientas nėra statistiškai reikšmingas. Kintamumo indekso koeficientas statistiškai reikšmingas, nors vertinant riziką su kintamumo rodikliu, jis yra statistiškai nereikšmingas. Lyginant abi obligacijų rinkas su dieniniais duomenimis, matome, kad gamtinių dujų kaina nereikšminga abiem obligacijų rinkoms. Naftos kaina žaliųjų obligacijų rinkai įtakos neurėjo, bet JAV obligacijų rinkai jau yra statistiškai reikšminga, su JAV finansų indekso grąžos rodikliu irgi taip pat, kaip ir su naftos kaina, statistinis reikšmingumas atsirado tik JAV obligacijų rinkai. Tačiau kintamumo indeksas ir ekonominio aktyvumo indeksas statistiškai reikšmingas tik žaliųjų obligacijų rinkai. Aukso kainos statistiškai reikšmingos abiem rinkoms. Išanalizavus pirmąjį modelį, galima teigti, kad mokslinė hipotezė H3 buvo atmesta. *Didėjantis ekonominės politikos neapibrėžtumas lemia žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimą.* Gauti GARCH modelio rezultatai rodo, kad ekonominės politikos neapibrėžtumas nedaro statistiškai reikšmingo poveikio žaliųjų obligacijų rinkos mažėjimui. Mokslinė hipotezė H4 yra patvirtinta. *Ekonomikos augimas lemia žaliųjų obligacijų rinkos grąžos mažėjimą, o bendra JAV obligacijų rinka nekinta.* Pagal gautus modelio rezultatus ketvirtoji mokslinė hipotezė buvo patvirtinta, nes BVP reikšmingumas žaliųjų obligacijų rinkai yra 0,0267, o bendrai JAV obligacijų rinkai statistinio reikšmingumo nėra. Išanalizavus antrąjį modelį, galima teigti, kad mokslinė hipotezė H1 buvo atmesta. *Augančios žaliavų kainos lemia žaliųjų obligacijų rinkos augimą.* Gauti GARCH modelio rezultatai rodo, kad žaliavų kainos, gamtinių dujų ir naftos nedaro statistiškai reikšmingo poveikio žaliųjų obligacijų rinkos didėjimui. Tačiau aukso kaina yra statistiškai reikšminga ir aukso kainai kylant, didėja žaliųjų obligacijų rinkos grąža. Mokslinė hipotezė H2 yra patvirtinta. *Ekonominio aktyvumo indekso didėjimas lemia didėjančias žaliųjų obligacijų rinkos grąžas.* Gauti GARCH modelio rezultatai rodo, kad ekonominio aktyvumo indeksas yra statistiškai reikšmingas ir lemia žaliųjų obligacijų rinkos didėjimą.

LITERATŪRA

1. Adekoya, A. B., Abakah, E. J. A., Oliyide, J. A., Gil-Alana Luis A. (2023). *Factors behind the performance of green bond markets*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1059056023001831>
2. Alexopoulou, I., Bunda, I., Ferrando, A. (2010). *Determinants of government bond spreads in new EU countries*. Prieiga per internetą: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/EEE0012-8775480502>
3. Anh Tu, C., Rasoulinezhad, E., Sarker, T. (2020). *Investigating solutions for the development of a green bond market: Evidence from analytic hierarchy process*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1544612319314801>
4. Arif, M., Naeem, M. A., Nepal, S. F. R., Jamasb, T. (2021). *Diversifier or More? Hedge and Safe Haven Properties of Green Bonds During COVID-19*. Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3782126
5. Arouri, M., Estay, C., Rault, C., Roubaud, D. (2016). *Economic policy uncertainty and stock markets: Long-run evidence from the US*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612316300435>
6. Aziz, S., Jahan, S. M. (2023). *Determinants of international development investments in renewable energy in developing countries*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0973082623000790>
7. Bachelet, M. J., Becchetti, L., Manfredonia, S. (2019). The green bonds premium puzzle: The role of issuer characteristics and third-party verification. Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/4/1098>
8. Baker, M., Bergstresser, D., Serafeim, G., Wurgler, J. (2018). *Financing the response to climate change: The pricing and ownership of US green bonds*. Prieiga per internetą: <https://econpapers.repec.org/paper/nbrnberwo/25194.htm>
9. Banga, J. (2019). The green bond market: A potential source of climate finance for developing countries. *Journal of Sustainable Finance & Investment*
10. Bonaime, A., Gulen, H., Ion, M. (2018). *Does policy uncertainty affect mergers and acquisitions?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03044405X18301338>
11. Bondia, R., Ghosh, S., Kanjilal, K. (2016) *International crude oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies: Evidence from non-linear cointegration tests with unknown structural breaks*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544216300743>
12. Broadstock, D. C., Cheng, L. T. W. (2019). *Time-varying relation between black and green bond price benchmarks: Macroeconomic determinants for the first decade*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S154461231930042X>
13. Chakrabarti, C., Sen, C. (2021). *Dynamic market risk of green stocks across regions: Where does the devil lie?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621012476>
14. Cheong, C., Choi, J. (2020). *Green bonds: a survey*. *Journal of Derivatives and Quantitative*. Prieiga per internetą: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JDQS-09-2020-0024/full/html>
15. Chiesa, M., Barua, S. (2019). *The surge of impact borrowing: the magnitude and determinants of green bond supply and its heterogeneity across markets*. Prieiga per internetą: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20430795.2018.1550993?journalCode=tsfi20>
16. Climatebonds. (2022). *Žaliųjų obligacijų emisijų dydžiai*. Prieiga per internetą: <https://www.climatebonds.net/market/data/#use-of-proceeds-charts>
17. Dian, A., Tiron-Tudor, A. (2021). *The Determinants of Green Bond Issuance in the European Union*, Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/1911-8074/14/9/446>
18. Dutta, A. (2017). *Oil price uncertainty and clean energy stock returns: New evidence from crude oil volatility index*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617314798>
19. Dutta, A., Bouri, E., Noor., M. H. (2018). *Return and volatility linkages between CO2 emission and clean energy stock prices*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421831819X>
20. Dutta, A., Jana, R. K., Das, D. (2020). *Do green investments react to oil price shocks? Implications for sustainable development*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620320035>
21. Ehlers, T., Packer, F. (2017). *Green bond finance and certification*. *BIS Quarterly Review September*. Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3042378
22. EMCompass. Fresh ideas about Business in Emerging Markets (2016) *Mobilizing private climate finance—green Bonds and beyond*. Prieiga per internetą: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/510581481272889882/pdf/110881-BRI-EMCompass-Note-25-Green-Bonds-FINAL-12-5-PUBLIC.pdf>
23. Fatica, S., Panzica, R. (2021). *Green bonds as a tool against climate change?* Prieiga per internetą: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bse.2771?src=getftr>

24. Ferrer, R.; Benitez, R.; Bolos, V. J. (2021). *Interdependence between Green Financial Instruments and Major Conventional Assets: A Wavelet-Based Network Analysis*. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/math9080900>
25. Flammer, C. (2020). *Corporate green bonds*. Prieiga per internetą: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/706794>
26. Flammer, C. (2020). *Green bonds: effectiveness and implications for public policy*. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3125518
27. Flammer, C.. (2019). *Green Bonds: Effectiveness and Implications for Public Policy*.
28. Gao, Y., Li, Y., Wang, Y. (2021). *Risk spillover and network connectedness analysis of China's green bond and financial markets: Evidence from financial events of 2015–2020*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1062940821000231?via%3Dihub>
29. García, C. J., Herrero, B., Miralles-Quiros, J. L., Miralles-Quiros, M. del M. (2023). *Exploring the determinants of corporate green bond issuance and its environmental implication: The role of corporate board*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162523000641>
30. Geng, J. B., Liu, C., Ji, Q., Zhang, D.(2021). *Do oil price changes really matter for clean energy returns?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121007127>
31. Gianfrate, G., Peri, M. (2019). *The green advantage: Exploring the convenience of issuing green bonds*. *Journal of Cleaner Production*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619304019>
32. Gilchrist, D., Yu, J., Zhong, R. (2021). *The limits of green finance: A survey of literature in the context of green bonds and green loans*. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/348302474_The_Limits_of_Green_Finance_A_Survey_of_Literature_in_the_Context_of_Green_Bonds_and_Green_Loans
33. Glomsrod, S., Wei, T. (2018). *Business as unusual: The implications of fossil divestment and green bonds for financial flows, economic growth and energy market*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0973082618300188>
34. Gormus, A., Nazlioglu, S., Soytaş, U. (2018). *High-yield bond and energy markets*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098831730378X>
35. Greer, R. A., Dwight V. D. (2016). *Determinants of debt concentration at the state level*. Prieiga per internetą: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/pbaf.12118>
36. Grene, S. (2015). *The dark side of green bonds*. *Financial Times*. Prieiga per internetą: <https://www.ft.com/content/16bd9a48-0f76-11e5-b968-00144feabdc0>
37. Gupta, K. (2017). *Do economic and societal factors influence the financial performance of alternative energy firms?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988317301470>
38. Hammoudeh, S., Ajmi, A. N., Mokni, K. (2020). *Relationship between green bonds and financial and environmental variables: A novel time-varying causality*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320302814>
39. Henriques, I., Sadorsky, P. (2008). *Oil prices and the stock prices of alternative energy companies*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988307001399>
40. Hjort, I. (2016). *Potential climate risks in financial markets*. Prieiga per internetą: <https://www.sv.uio.no/econ/english/research/Memoranda/workingpapers/2016/memo012016.html>
41. ICMA. (2021). *Žaliųjų obligacijų principai*. Prieiga per internetą: <https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/green-bond-principles-gbp/>
42. Ji, Q., Liu, B. Y., Uddin, G. S. (2018). *Uncertainties and extreme risk spillover in the energy markets: A time-varying copula-based CoVaR approach*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988318304067>
43. Kanamura, T. (2020). *Are green bonds environmentally friendly and good performing assets?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320301079>
44. Karpf, A., Mandel, A. (2017). *Does it pay to be green?.* Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2923484
45. Katsomitros, A. (2017). *Green bonds: thinking strategically about climate change*. Prieiga internetu: <https://www.worldfinance.com/banking/green-bonds-thinking-strategically-about-climate-change>
46. Kumar Tiwari, A., Joel Aikins Abakah, Oluwasegun, E., Adekoya, O. B., Hammoudeh, S. (2023). *What do we know about the price spillover between green bonds and Islamic stocks and stock market indices?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044028322000965>
47. Kumar, S., Managi, S., Matsuda, A. (2012). *Stock prices of clean energy firms, oil and carbon markets: A vector autoregressive analysis*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988311000703>
48. Le, TN-L., Abakah, E. J. A., Tiwari, A. K. (2021). *Time and frequency domain connectedness and spill-over among fintech, green bonds and cryptocurrencies in the age of the fourth industrial revolution*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162520312087>

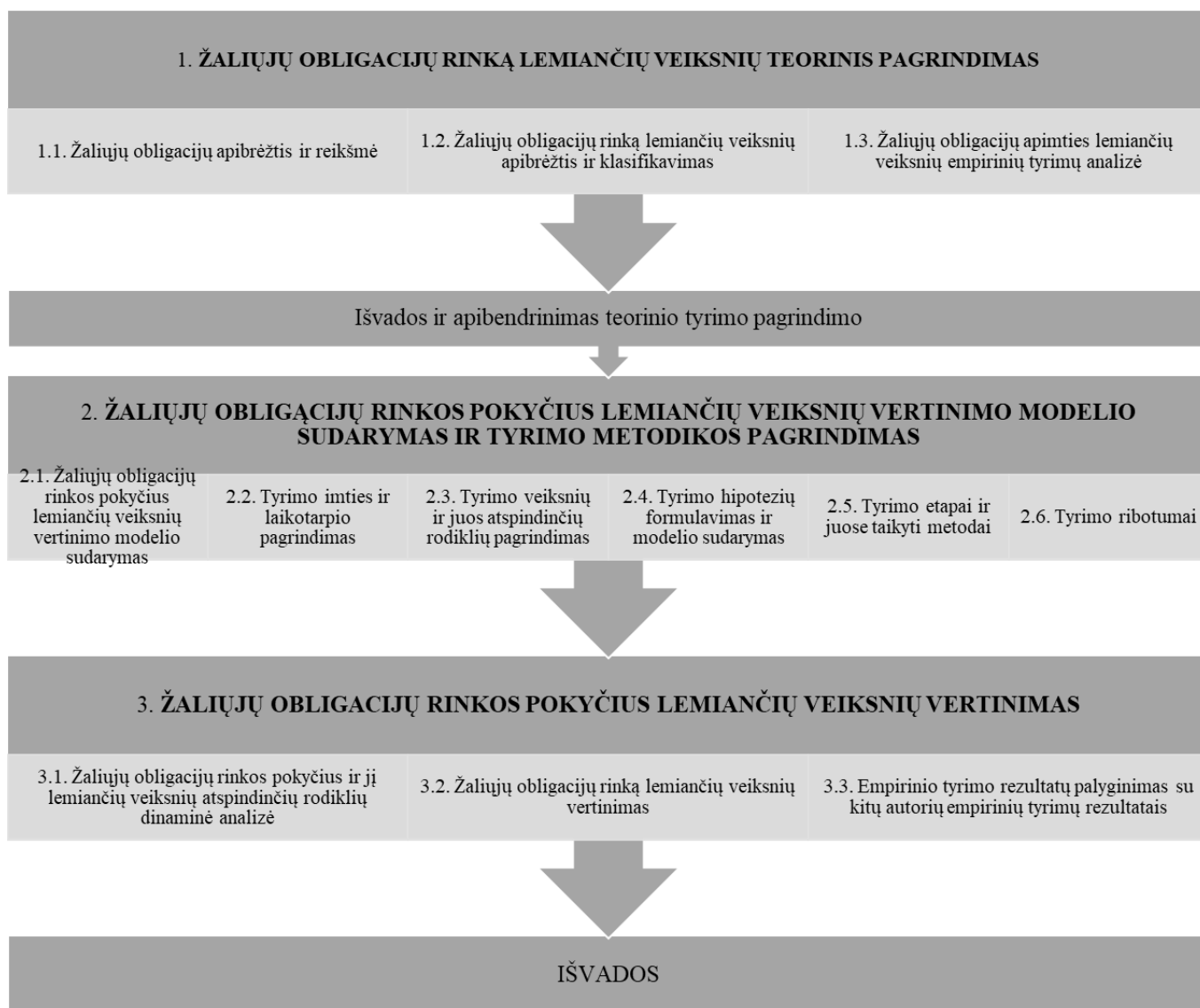
49. Liaw, K. T. (2020). *Survey of green bond pricing and investment performance*. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/jrfm13090193>
50. Liu, T.; Hamori, S. (2020). *Spillovers to Renewable Energy Stocks in the US and Europe: Are They Different?* Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/12/3162>
51. Luboš, P., Veronesi. P. (2012). *Uncertainty about Government Policy and Stock Prices*. Prieiga per internetą: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-6261.2012.01746.x>
52. Luboš, P., Veronesi. P. (2013). *Political uncertainty and risk premia*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X13002080>
53. Ludvigsen, P. (2015). *Advanced topics in green bonds: Risks. Environmental Finance*. Prieiga per internetą: <https://www.environmentalfinance.com/content/analysis/advanced-topics-in-green-bonds-risks.html>
54. Macchiarelli, C.. (2014). *Bond market co-movements, expected inflation and the GBP-USD equilibrium real exchange rate*. Prieiga per internetą: https://econpapers.repec.org/article/eeeequaco/v_3a54_3ay_3a2014_3ai_3a2_3ap_3a242-256.htm
55. Maghyreh, A.I., Awartani, B., Abdoh, H. (2019). *The co-movement between oil and clean energy stocks: A wavelet-based analysis of horizon associations*, Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218324058>
56. Naeem, M. A. Nguyen, T. T. H., Nepal, R., Ngo, O. T., Taghizadeh–Hesary, F. (2021). *Asymmetric relationship between green bonds and commodities: Evidence from extreme quantile approach*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612321000647>
57. Naeem, M. A., Peng, Z., Suleman, M. T., Nepal, R., Shahzad, S. J. H. (2020). *Time and frequency connectedness among oil shocks, electricity and clean energy markets*, Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320302541>
58. Nickel, C., Rother, P., Ruelke., J.C. (2011). *Fiscal variables and bond spreads—evidence from Eastern European countries and Turkey*. Prieiga per internetą: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09603107.2011.570711>
59. Pham, L. (2021). *Frequency connectedness and cross-quantile dependence between green bond and green equity markets*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988321001626>
60. Pham, L. Nguyen, C. P. (2022). *How do stock, oil, and economic policy uncertainty influence the green bond market?* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612321002099>
61. Piñeiro-Chousa, J., Ángeles López-Cabarcos, M., Caby, J., Ševic, A. (2021). *The influence of investor sentiment on the green bond market*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016252031177X>
62. Preclaw, R., Bakshi, A. (2015). *The cost of being green*. Report, Barclays Credit Research. Prieiga per internetą: https://www.environmentalfinance.com/assets/files/US_Credit_Focus_The_Cost_of_Being_Green.pdf
63. Presbitero, A. F., Ghura, D., Adedeji, O. S., Njie, L. (2016). *Sovereign bonds in developing countries: Drivers of issuance and spreads*. Prieiga per internetą: <https://journals.co.za/doi/abs/10.1016/j.rdf.2016.05.002>
64. Reboredo, J C. (2018). *Green bond and financial markets: Co-movement, diversification and price spillover effects*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988318302032>
65. Reboredo, J. C. (2018). *Green bond and financial markets: Co-movement, diversification and price spillover effects* Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988318302032>
66. Saeed, T., Bouri, E., Alsulami, H. (2021). *Extreme return connectedness and its determinants between clean/green and dirty energy investments*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320303571>
67. Segalas, T. (2022). *Green Bond: Types, How to Buy, and FAQs*. Prieiga per internetą: <https://www.investopedia.com/terms/g/green-bond.asp>
68. Su, Y. H., Rizvi, S. K.A., Umar, M., Chang, H. (2023). *Unveiling the relationship between oil and green bonds: Spillover dynamics and implications*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988323005418>
69. Tarptautinės kapitalo rinkos asociacija. (2021). *Žaliųjų obligacijų principai*. Prieiga per internetą: <https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/green-bond-principles-gbp/>
70. Tolliver, C., Keeley, A. R., Managi, S. (2020). *Drivers of green bond market growth: The importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and implications for sustainability*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619335139?via%3Dihub>
71. Wang, Y., Zhi, Q. (2016). *The role of green finance in environmental protection: Two aspects of marketmechanism and policies*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610216316113>
72. Williams, F., Monge, P. (2006). *Book review of Reasoning With Statistics*. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/233180792_Book_review_of_Reasoning_With_Statistics_How_To_Read_Quantitative_Research_5th_ed_Frederick_Williams_and_Peter_R_Monge
73. Wiśniewski, M., Zieliński, J. (2019). *Green bonds as an innovative sovereign financial instrument*. Prieiga per internetą: <https://apcz.umk.pl/EiP/article/view/EiP.2019.007>

74. Zerbib, O. D. (2016). Is there a green bond premium? The yield differential between green and conventional bonds. Published in the Journal of Banking and Finance, 98, 39-60. Prieiga per internetą: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2889690>
75. Zhao, X-S. (2020). *Confirming the spin parameter of the black hole in Cygnus X-1 using the Insight-HXMT*. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214404820300185>
76. Zhou, X., Cui, Y. (2019). *Green bonds, corporate performance, and corporate social responsibility*. Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/23/6881>

PRIEDAI

1 priedas

Tyrimo loginė schema



Kintamųjų stacionarumas

Kintamųjų stacionarumas mėnesiniai duomenys

Step 1: testing for a unit root in GreenBondIndex
Augmented Dickey-Fuller test for GreenBondIndex
including 5 lags of (1-L)GreenBondIndex
sample size 114
unit-root null hypothesis: $a = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.0384213
test statistic: $\tau_c(1) = -2.19645$
asymptotic p-value 0.2077
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.003
lagged differences: $F(5, 107) = 10.576 [0.0000]$
Step 2: testing for a unit root in SPUSAGGT
Augmented Dickey-Fuller test for SPUSAGGT
including 5 lags of (1-L)SPUSAGGT
sample size 114
unit-root null hypothesis: $a = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.0198532
test statistic: $\tau_c(1) = -1.82228$
asymptotic p-value 0.37
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.004
lagged differences: $F(5, 107) = 7.585 [0.0000]$
Step 3: testing for a unit root in EPU
Augmented Dickey-Fuller test for EPU
including 5 lags of (1-L)EPU
sample size 114
unit-root null hypothesis: $a = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.0906581
test statistic: $\tau_c(1) = -1.7504$
asymptotic p-value 0.4058
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.001
lagged differences: $F(5, 107) = 3.106 [0.0117]$
Step 4: testing for a unit root in GDP
Augmented Dickey-Fuller test for GDP
including 5 lags of (1-L)GDP
sample size 114

unit-root null hypothesis: a = 1					
test with constant					
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$					
estimated value of (a - 1): -0.0559651					
test statistic: tau_c(1) = -1.36208					
asymptotic p-value 0.6025					
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.007					
lagged differences: F(5, 107) = 11.011 [0.0000]					
Step 5: cointegrating regression					
Cointegrating regression -					
OLS, using observations 2013:10-2023:09 (T = 120)					
Dependent variable: GreenBondIndex					
coefficient std. error t-ratio p-value					

const	21.1956	9.79655	2.164	0.0325	**
SPUSAGGT	0.933126	0.0735951	12.68	1.20e-23	***
EPU	-0.0689373	0.0109582	-6.291	5.78e-09	***
GDP	-0.00120854	0.000319574	-3.782	0.0002	***
Mean dependent var	135.1794	S.D. dependent var	10.17460		
Sum squared resid	4239.012	S.E. of regression	6.045098		
R-squared	0.655901	Adjusted R-squared	0.647002		
Log-likelihood	-384.1482	Akaike criterion	776.2965		
Schwarz criterion	787.4465	Hannan-Quinn	780.8245		
rho	0.826666	Durbin-Watson	0.314609		
Step 6: testing for a unit root in uhat					
Augmented Dickey-Fuller test for uhat					
including 5 lags of (1-L)uhat					
sample size 114					
unit-root null hypothesis: a = 1					
test without constant					
model: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$					
estimated value of (a - 1): -0.120911					
test statistic: tau_c(4) = -2.17134					
asymptotic p-value 0.8143					
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.003					
lagged differences: F(5, 108) = 3.871 [0.0029]					
There is evidence for a cointegrating relationship if:					
(a) The unit-root hypothesis is not rejected for the individual variables, and					
(b) the unit-root hypothesis is rejected for the residuals (uhat) from the					
cointegrating regression.					

Kintamųjų stacionarumas dieniniai duomenys

Step 1: testing for a unit root in GreenBondIndex
Augmented Dickey-Fuller test for GreenBondIndex
including 13 lags of (1-L)GreenBondIndex
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $\alpha = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (\alpha-1)y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(\alpha - 1)$: -0.00107513
test statistic: $\tau_c(1) = -1.12202$
asymptotic p-value 0.7094
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.000
lagged differences: $F(13, 2449) = 4.008 [0.0000]$
Step 2: testing for a unit root in SPUSAGGT
Augmented Dickey-Fuller test for SPUSAGGT
including 13 lags of (1-L)SPUSAGGT
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $\alpha = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (\alpha-1)y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(\alpha - 1)$: -0.00104155
test statistic: $\tau_c(1) = -1.58376$
asymptotic p-value 0.4909
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.000
lagged differences: $F(13, 2449) = 2.157 [0.0092]$
Step 3: testing for a unit root in Naturalgas
Augmented Dickey-Fuller test for Naturalgas
including 13 lags of (1-L)Naturalgas
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $\alpha = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (\alpha-1)y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(\alpha - 1)$: -0.00548582
test statistic: $\tau_c(1) = -2.51187$
asymptotic p-value 0.1126
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.001
lagged differences: $F(13, 2449) = 3.368 [0.0000]$
Step 4: testing for a unit root in Crudeoil
Augmented Dickey-Fuller test for Crudeoil
including 13 lags of (1-L)Crudeoil
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $\alpha = 1$
test with constant

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.00327466
test statistic: $\tau_c(1) = -2.13416$
asymptotic p-value 0.2313
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.001
lagged differences: $F(13, 2449) = 1.974 [0.0193]$
Step 5: testing for a unit root in Gold
Augmented Dickey-Fuller test for Gold
including 13 lags of $(1-L)Gold$
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $a = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.000663919
test statistic: $\tau_c(1) = -0.649249$
asymptotic p-value 0.8572
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.001
lagged differences: $F(13, 2449) = 1.945 [0.0216]$
Step 6: testing for a unit root in ADS
Augmented Dickey-Fuller test for ADS
including 13 lags of $(1-L)ADS$
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $a = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.00577989
test statistic: $\tau_c(1) = -7.38318$
asymptotic p-value $2.927e-11$
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.002
lagged differences: $F(13, 2449) = 905.161 [0.0000]$
Step 7: testing for a unit root in MKT_RF
Augmented Dickey-Fuller test for MKT_RF
including 13 lags of $(1-L)MKT_RF$
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $a = 1$
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -1.08993
test statistic: $\tau_c(1) = -13.4409$
asymptotic p-value $2.354e-30$
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.000
lagged differences: $F(13, 2449) = 9.855 [0.0000]$
Step 8: testing for a unit root in VIX
Augmented Dickey-Fuller test for VIX
including 13 lags of $(1-L)VIX$

sample size 2464
unit-root null hypothesis: a = 1
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$
estimated value of (a - 1): -0.0274601
test statistic: tau_c(1) = -5.09086
asymptotic p-value 1.326e-05
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.000
lagged differences: F(13, 2449) = 9.525 [0.0000]
Step 9: testing for a unit root in ADS_be_neg
Augmented Dickey-Fuller test for ADS_be_neg
including 13 lags of (1-L)ADS_be_neg
sample size 2464
unit-root null hypothesis: a = 1
test with constant
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$
estimated value of (a - 1): -0.00577989
test statistic: tau_c(1) = -7.38318
asymptotic p-value 2.927e-11
1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.002
lagged differences: F(13, 2449) = 905.161 [0.0000]
Step 10: cointegrating regression
Cointegrating regression -
OLS, using observations 2013-09-30:2023-03-29 (T = 2478)
Dependent variable: GreenBondIndex
Omitted due to exact collinearity: ADS_be_neg
coefficient std. error t-ratio p-value

const -33.7503 2.34786 -14.37 4.65e-45 ***
SPUSAGGT 1.03448 0.0151545 68.26 0.0000 ***
Naturalgas -2.74502 0.114554 -23.96 2.86e-114 ***
Crudeoil 0.356307 0.00934838 38.11 2.11e-250 ***
Gold -0.0332497 0.000829468 -40.09 4.33e-271 ***
ADS 0.147591 0.0437662 3.372 0.0008 ***
MKT_RF 0.0952077 0.0966709 0.9849 0.3248
VIX 0.0131978 0.0204355 0.6458 0.5185
Mean dependent var 135.3149 S.D. dependent var 10.13062
Sum squared resid 71679.11 S.E. of regression 5.387011
R-squared 0.718036 Adjusted R-squared 0.717236
Log-likelihood -7685.052 Akaike criterion 15386.10
Schwarz criterion 15432.63 Hannan-Quinn 15403.00
rho 0.985384 Durbin-Watson 0.028989
Step 11: testing for a unit root in uhat

Augmented Dickey-Fuller test for uhat
including 13 lags of (1-L)uhat
sample size 2464
unit-root null hypothesis: $\alpha = 1$
test without constant
model: $(1-L)y = (\alpha-1)y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(\alpha - 1)$: -0.0132195
test statistic: $\tau_c(9) = -3.74623$
p-value unknown
1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.000
lagged differences: $F(13, 2450) = 2.967 [0.0003]$

Kointegracijos testai

Kointegracijos testai su mėnesiniais duomenimis

Green Bond Index	GBI+EPU+GDP	GBI+EPU	GBI+GDP
with constant	0,22	0,22	0,22
EPU	0,4448	0,4448	
GDP	0,587		0,587
without constant	0,8653	0,4275	0,5108
US Bond Index	USBI+EPU+GDP	USBI+EPU	USBI+GDP
with constant	0,3631	0,3631	0,3631
EPU	0,4448	0,4448	
GDP	0,587		0,587
without constant	0,68	0,3934	0,4734

Kointegracijos testai su dieniniais duomenimis

Green Bond Index	GBI+GD+N+A	GBI+GD+N	GBI+GD+A	GBI+N+A	GBI+N	GBI+GD	GBI+A
with constant	0,6812	0,6812	0,6812	0,6812	0,6812	0,6812	0,6812
GD	0,179	0,179	0,179			0,179	
N	0,1601	0,1601		0,1601	0,1601		
A	0,8449		0,8449	0,8449			0,8449
without constant	0,993	0,9512	0,9756	0,9658	0,8457	0,8546	0,9353
US Bond Index	USBI+GD+N+A	USBI+GD+N	USBI+GD+A	USBI+N+A	USBI+N	USBI+GD	USBI+A
with constant	0,4471	0,4471	0,4471	0,4471	0,4471	0,4471	0,4471
GD	0,179	0,179	0,179			0,179	
N	0,1601	0,1601		0,1601	0,1601		
A	0,8449		0,8449				0,8449
without constant	0,7755	0,9175	0,7769	0,6077	0,7994	0,719	0,7185

Regresinės analizės duomenys

MKM modelis (OLS: Žaliųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis)

Model 2: OLS, using observations 2013:11-2023:09 (T = 119)

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-0.00089756	0.00142225	-0.6311	0.5292	
	2				
d_1_GDP	-0.0544711	0.0459372	-1.186	0.2381	
d_1_EPU	-0.0146384	0.00771916	-1.896	0.0604	*
Mean dependent var	-0.001041	S.D. dependent var		0.015696	
Sum squared resid	0.027832	S.E. of regression		0.015490	
R-squared	0.042637	Adjusted R-squared		0.026131	
F(2, 116)	2.583084	P-value(F)		0.079881	
Log-likelihood	328.6081	Akaike criterion		-651.2162	
Schwarz criterion	-642.8788	Hannan-Quinn		-647.8307	
rho	0.454707	Durbin-Watson		1.082382	

MKM modelis (OLS: JAV bendrųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis)

Model 3: OLS, using observations 2013:11-2023:09 (T = 119)

Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.00103834	0.000851619	1.219	0.2252	
d_1_GDP	-0.00734893	0.0275063	-0.2672	0.7898	
d_1_EPU	-0.00222635	0.00462209	-0.4817	0.6309	
Mean dependent var	0.001018	S.D. dependent var		0.009208	
Sum squared resid	0.009979	S.E. of regression		0.009275	
R-squared	0.002689	Adjusted R-squared		-0.014506	
F(2, 116)	0.156397	P-value(F)		0.855400	
Log-likelihood	389.6383	Akaike criterion		-773.2766	
Schwarz criterion	-764.9392	Hannan-Quinn		-769.8910	
rho	0.442128	Durbin-Watson		1.114800	

MKM modelis (OLS: Žaliųjų obligacijų su dieniniais duomenimis)

Model 2: OLS, using observations 2013-10-01:2023-03-29 (T = 2477)

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.000552040	0.000188153	2.934	0.0034	***
d_1_Naturalgas	0.00173610	0.00184524	0.9409	0.3469	
d_1_Crudeoil	-0.00628581	0.00217696	-2.887	0.0039	***
d_1_Gold	0.182230	0.00699625	26.05	<0.0001	***

ADS	2.39101e-05	2.52245e-05	0.9479	0.3433	
MKT_RF	0.000303140	5.99588e-05	5.056	<0.0001	***
VIX	-3.48021e-	9.82368e-06	-3.543	0.0004	***

05

Mean dependent var	-0.000039	S.D. dependent var	0.003690
Sum squared resid	0.026105	S.E. of regression	0.003251
R-squared	0.225790	Adjusted R-squared	0.223910
F(6, 2470)	120.0583	P-value(F)	2.2e-133
Log-likelihood	10679.02	Akaike criterion	-21344.03
Schwarz criterion	-21303.33	Hannan-Quinn	-21329.25
rho	0.055687	Durbin-Watson	1.886618

MKM modelis (OLS: JAV bendrujų obligacijų su dieniniais duomenimis)

Model 3: OLS, using observations 2013-10-01:2023-03-29 (T = 2477)

Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.000384243	0.000129127	2.976	0.0030	***
d_1_Naturalgas	-4.70870e-	0.00126636	-0.003718	0.9970	

06

d_1_Crudeoil	-0.00856130	0.00149401	-5.730	<0.0001	***
d_1_Gold	0.0874361	0.00480141	18.21	<0.0001	***
ADS	-2.29723e-	1.73112e-05	-1.327	0.1846	

05

MKT_RF	-0.00019726	4.11488e-05	-4.794	<0.0001	***
VIX	-1.86933e-	6.74184e-06	-2.773	0.0056	***

05

Mean dependent var	0.000055	S.D. dependent var	0.002399
Sum squared resid	0.012295	S.E. of regression	0.002231
R-squared	0.137012	Adjusted R-squared	0.134916
F(6, 2470)	65.35833	P-value(F)	1.34e-75
Log-likelihood	11611.52	Akaike criterion	-23209.03
Schwarz criterion	-23168.33	Hannan-Quinn	-23194.25
rho	0.013604	Durbin-Watson	1.972320

ARCH testų rezultatai

Žaliųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis

Test for ARCH of order 5

coefficient	std. error	t-ratio	p-value
alpha(0)	8.47819e-05	4.90936e-05	1.727 0.0870 *
alpha(1)	0.320470	0.0945919	3.388 0.0010 ***
alpha(2)	0.191881	0.0993806	1.931 0.0561 *
alpha(3)	0.000618432	0.101048	0.006120 0.9951
alpha(4)	-0.0460393	0.0993934	-0.4632 0.6442
alpha(5)	0.183408	0.0945697	1.939 0.0551 *

Null hypothesis: no ARCH effect is present

Test statistic: LM = 27.9716

with p-value = $P(\text{Chi-square}(5) > 27.9716) = 3.68665e-05$ **JAV bendrųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis**

Test for ARCH of order 5

coefficient	std. error	t-ratio	p-value
alpha(0)	3.28494e-05	1.84040e-05	1.785 0.0771 *
alpha(1)	0.383967	0.0916505	4.189 5.73e-05 ***
alpha(2)	0.000830551	0.0963177	0.008623 0.9931
alpha(3)	0.175736	0.0948756	1.852 0.0667 *
alpha(4)	-0.235823	0.0963688	-2.447 0.0160 **
alpha(5)	0.303453	0.0917024	3.309 0.0013 ***

Null hypothesis: no ARCH effect is present

Test statistic: LM = 29.9621

with p-value = $P(\text{Chi-square}(5) > 29.9621) = 1.50043e-05$ **Žaliųjų obligacijų su dieniniais duomenimis**

Test for ARCH of order 5

coefficient	std. error	t-ratio	p-value
alpha(0)	4.81208e-06	5.68393e-07	8.466 4.29e-17 ***
alpha(1)	0.252473	0.0199161	12.68 1.01e-35 ***
alpha(2)	0.0771987	0.0205536	3.756 0.0002 ***
alpha(3)	0.0491520	0.0205891	2.387 0.0170 **
alpha(4)	0.0158873	0.0205558	0.7729 0.4397
alpha(5)	0.148281	0.0199097	7.448 1.31e-13 ***

Null hypothesis: no ARCH effect is present
 Test statistic: LM = 330.07
 with p-value = $P(\text{Chi-square}(5) > 330.07) = 3.4118e-69$

JAV bendrujų obligacijų su dieniais duomenimis

Test for ARCH of order 5

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
alpha(0)	2.08076e-06	2.84223e-07	7.321	3.32e-13	***
alpha(1)	0.213069	0.0200973	10.60	1.04e-25	***
alpha(2)	0.148424	0.0204637	7.253	5.43e-13	***
alpha(3)	0.0631537	0.0206527	3.058	0.0023	***
alpha(4)	0.0942861	0.0204736	4.605	4.33e-06	***
alpha(5)	0.0631341	0.0201079	3.140	0.0017	***

Null hypothesis: no ARCH effect is present
 Test statistic: LM = 377.967
 with p-value = $P(\text{Chi-square}(5) > 377.967) = 1.65981e-79$

Autokoreliacijos testai**Žaliųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis (1 laikotarpio vėlavimais)**

Model 5: OLS, using observations 2013:12-2023:09 (T = 118)

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-0.00070315	0.00144936	-0.4851	0.6285	
	2				
d_1_GDP	-0.0651426	0.0563541	-1.156	0.2501	
d_1_GDP_1	-0.0189635	0.0563641	-0.3364	0.7372	
d_1_EPU	-0.0169818	0.00843036	-2.014	0.0463	**
d_1_EPU_1	-0.00187426	0.00817579	-0.2292	0.8191	
Mean dependent var	-0.000981	S.D. dependent var		0.015749	
Sum squared resid	0.027571	S.E. of regression		0.015620	
R-squared	0.049972	Adjusted R-squared		0.016343	
F(4, 113)	1.485979	P-value(F)		0.211130	
Log-likelihood	325.9042	Akaike criterion		-641.8085	
Schwarz criterion	-627.9551	Hannan-Quinn		-636.1836	
rho	0.455146	Durbin-Watson		1.088314	

Žaliųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis (2 laikotarpio vėlavimais)

Model 7: OLS, using observations 2014:01-2023:09 (T = 117)

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-0.00084591	0.00148351	-0.5702	0.5697	
	8				
d_1_GDP	-0.0632039	0.0575997	-1.097	0.2749	
d_1_GDP_1	0.000559296	0.0675343	0.008282	0.9934	
d_1_GDP_2	0.0322027	0.0574821	0.5602	0.5765	
d_1_EPU	-0.0164341	0.00861554	-1.907	0.0591	*
d_1_EPU_1	-0.00073932	0.00897045	-0.08242	0.9345	
	8				
d_1_EPU_2	0.00220276	0.00837169	0.2631	0.7930	
Mean dependent var	-0.000993	S.D. dependent var		0.015817	
Sum squared resid	0.027457	S.E. of regression		0.015799	
R-squared	0.053824	Adjusted R-squared		0.002214	
F(6, 110)	1.042899	P-value(F)		0.401664	
Log-likelihood	322.8858	Akaike criterion		-631.7717	
Schwarz criterion	-612.4365	Hannan-Quinn		-623.9218	
rho	0.454600	Durbin-Watson		1.089927	

JAV bendrųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis (1 laikotarpio vėlavimais)

Model 8: OLS, using observations 2013:12-2023:09 (T = 118)

Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	0.000984852	0.000867430	1.135	0.2586
d_1_GDP	0.00352064	0.0337274	0.1044	0.9170
d_1_GDP_1	0.0182115	0.0337334	0.5399	0.5904
d_1_EPU	-0.00120869	0.00504549	-0.2396	0.8111
d_1_EPU_1	0.00440258	0.00489313	0.8997	0.3702
Mean dependent var	0.001024	S.D. dependent var	0.009247	
Sum squared resid	0.009876	S.E. of regression	0.009349	
R-squared	0.012943	Adjusted R-squared	-0.021997	
F(4, 113)	0.370446	P-value(F)	0.829276	
Log-likelihood	386.4789	Akaike criterion	-762.9579	
Schwarz criterion	-749.1044	Hannan-Quinn	-757.3330	
rho	0.443948	Durbin-Watson	1.111474	

JAV bendrujų obligacijų su mėnesiniais duomenimis (2 laikotarpio vėlavimais)

Model 9: OLS, using observations 2014:01-2023:09 (T = 117)

Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	0.00101305	0.000886571	1.143	0.2557
d_1_GDP	-0.00051755	0.0344226	-0.01504	0.9880
	6			
d_1_GDP_1	0.00898471	0.0403597	0.2226	0.8242
d_1_GDP_2	-0.0128407	0.0343523	-0.3738	0.7093
d_1_EPU	-0.00080384	0.00514880	-0.1561	0.8762
	5			
d_1_EPU_1	0.00572014	0.00536091	1.067	0.2883
d_1_EPU_2	0.00403780	0.00500308	0.8071	0.4214
Mean dependent var	0.001052	S.D. dependent var	0.009282	
Sum squared resid	0.009806	S.E. of regression	0.009442	
R-squared	0.018811	Adjusted R-squared	-0.034708	
F(6, 110)	0.351479	P-value(F)	0.907694	
Log-likelihood	383.1178	Akaike criterion	-752.2356	
Schwarz criterion	-732.9004	Hannan-Quinn	-744.3858	
rho	0.446227	Durbin-Watson	1.104181	

Žaliųjų obligacijų su dieniniais duomenimis (1 laikotarpio vėlavimais)

Model 4: OLS, using observations 2013-10-02:2023-03-29 (T = 2476)

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	0.000270686	0.000186689	1.450	0.1472
d_1_Naturalgas	0.000942272	0.00180109	0.5232	0.6009
d_1_Naturalgas_1	-0.00259829	0.00180031	-1.443	0.1491
d_1_Crudeoil	-0.00494580	0.00213182	-2.320	0.0204
d_1_Crudeoil_1	4.52134e-05	0.00213260	0.02120	0.9831

**

d_1_Gold	0.181773	0.00684150	26.57	<0.0001	***
d_1_Gold_1	0.0348665	0.00681364	5.117	<0.0001	***
ADS	0.000337835	0.000328696	1.028	0.3041	
ADS_1	-0.00030123	0.000327226	-0.9206	0.3574	
7					
MKT_RF	0.000632455	9.13664e-05	6.922	<0.0001	***
MKT_RF_1	0.000540796	5.89812e-05	9.169	<0.0001	***
VIX	0.000183477	5.60637e-05	3.273	0.0011	***
VIX_1	-0.00020544	5.56594e-05	-3.691	0.0002	***
1					

Mean dependent var	-0.000040	S.D. dependent var	0.003691
Sum squared resid	0.024643	S.E. of regression	0.003163
R-squared	0.269092	Adjusted R-squared	0.265531
F(12, 2463)	75.56510	P-value(F)	7.6e-158
Log-likelihood	10745.59	Akaike criterion	-21465.18
Schwarz criterion	-21389.59	Hannan-Quinn	-21437.72
rho	0.035173	Durbin-Watson	1.929238

Žaliųjų obligacijų su dieniniais duomenimis (2 laikotarpio vėlavimais)

Model 6: OLS, using observations 2013-10-03:2023-03-29 (T = 2475)

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.000194014	0.000186578	1.040	0.2985	
d_1_Naturalgas	0.00142377	0.00178641	0.7970	0.4255	
d_1_Naturalgas_1	-0.00302756	0.00178677	-1.694	0.0903	*
d_1_Naturalgas_2	0.00231893	0.00178439	1.300	0.1939	
d_1_Crudeoil	-0.00769990	0.00217971	-3.533	0.0004	***
d_1_Crudeoil_1	0.00165292	0.00213907	0.7727	0.4398	
d_1_Crudeoil_2	-0.00505356	0.00212849	-2.374	0.0177	**
d_1_Gold	0.184352	0.00679560	27.13	<0.0001	***
d_1_Gold_1	0.0350600	0.00677557	5.174	<0.0001	***
d_1_Gold_2	0.0258672	0.00677022	3.821	0.0001	***
ADS	-0.00123236	0.000448862	-2.746	0.0061	***
ADS_1	0.00352774	0.000821092	4.296	<0.0001	***
ADS_2	-0.00226043	0.000448679	-5.038	<0.0001	***
MKT_RF	0.000658226	9.19196e-05	7.161	<0.0001	***
MKT_RF_1	0.000763407	9.07806e-05	8.409	<0.0001	***
MKT_RF_2	0.000140619	5.90630e-05	2.381	0.0173	**
VIX	0.000183101	5.59902e-05	3.270	0.0011	***
VIX_1	-5.56274e-	7.46111e-05	-0.07456	0.9406	
06					
VIX_2	-0.00019653	5.55923e-05	-3.535	0.0004	***
2					

Mean dependent var	-0.000040	S.D. dependent var	0.003692
Sum squared resid	0.024029	S.E. of regression	0.003128
R-squared	0.287270	Adjusted R-squared	0.282046
F(18, 2456)	54.99469	P-value(F)	1.5e-165
Log-likelihood	10771.95	Akaike criterion	-21505.90

Schwarz criterion	-21395.44	Hannan-Quinn	-21465.78
rho	0.021828	Durbin-Watson	1.956167

JAV bendrujų obligacijų su dieniniais duomenimis (1 laikotarpio vėlavimais)

Model 5: OLS, using observations 2013-10-02:2023-03-29 (T = 2476)
Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.000277153	0.000130605	2.122	0.0339	**
d_1_Naturalgas	-0.00042662	0.00126002	-0.3386	0.7349	
	7				
d_1_Naturalgas_1	-0.00218278	0.00125948	-1.733	0.0832	*
d_1_Crudeoil	-0.00794247	0.00149140	-5.326	<0.0001	***
d_1_Crudeoil_1	-0.00039869	0.00149194	-0.2672	0.7893	
	7				
d_1_Gold	0.0864882	0.00478624	18.07	<0.0001	***
d_1_Gold_1	0.00331923	0.00476674	0.6963	0.4863	
ADS	-0.00012725	0.000229952	-0.5534	0.5800	
	7				
ADS_1	0.000109313	0.000228924	0.4775	0.6330	
MKT_RF	-4.49134e-	6.39189e-05	-0.7027	0.4823	
	05				
MKT_RF_1	0.000245323	4.12626e-05	5.945	<0.0001	***
VIX	7.66351e-05	3.92215e-05	1.954	0.0508	*
VIX_1	-9.05064e-	3.89387e-05	-2.324	0.0202	**
	05				
Mean dependent var	0.000056	S.D. dependent var	0.002399		
Sum squared resid	0.012061	S.E. of regression	0.002213		
R-squared	0.153379	Adjusted R-squared	0.149254		
F(12, 2463)	37.18421	P-value(F)	1.85e-80		
Log-likelihood	11630.17	Akaike criterion	-23234.34		
Schwarz criterion	-23158.76	Hannan-Quinn	-23206.89		
rho	0.010230	Durbin-Watson	1.979118		

JAV bendrujų obligacijų su dieniniais duomenimis (2 laikotarpio vėlavimais)

Model 7: OLS, using observations 2013-10-03:2023-03-29 (T = 2475)
Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0.000226129	0.000131194	1.724	0.0849	*
d_1_Naturalgas	-0.00025772	0.00125613	-0.2052	0.8375	
	3				
d_1_Naturalgas_1	-0.00251829	0.00125638	-2.004	0.0451	**
d_1_Naturalgas_2	-0.00082522	0.00125470	-0.6577	0.5108	
	4				
d_1_Crudeoil	-0.0101133	0.00153268	-6.598	<0.0001	***
d_1_Crudeoil_1	0.000618136	0.00150410	0.4110	0.6811	
d_1_Crudeoil_2	-0.00229777	0.00149666	-1.535	0.1248	
d_1_Gold	0.0873127	0.00477838	18.27	<0.0001	***

d_1_Gold_1	0.00397261	0.00476429	0.8338	0.4045	
d_1_Gold_2	0.00199491	0.00476053	0.4191	0.6752	
ADS	-0.00134802	0.000315621	-4.271	<0.0001	***
ADS_1	0.00313040	0.000577357	5.422	<0.0001	***
ADS_2	-0.00180228	0.000315492	-5.713	<0.0001	***
MKT_RF	-6.16645e-	6.46339e-05	-0.09541	0.9240	
	06				
MKT_RF_1	0.000270019	6.38330e-05	4.230	<0.0001	***
MKT_RF_2	6.61273e-05	4.15306e-05	1.592	0.1115	
VIX	7.98470e-05	3.93699e-05	2.028	0.0427	**
VIX_1	-5.47003e-	5.24633e-05	-1.043	0.2972	
	05				
VIX_2	-3.66052e-	3.90901e-05	-0.9364	0.3491	
	05				
Mean dependent var	0.000055	S.D. dependent var	0.002399		
Sum squared resid	0.011881	S.E. of regression	0.002199		
R-squared	0.165928	Adjusted R-squared	0.159815		
F(18, 2456)	27.14382	P-value(F)	1.36e-83		
Log-likelihood	11643.58	Akaike criterion	-23249.17		
Schwarz criterion	-23138.70	Hannan-Quinn	-23209.04		
rho	0.000276	Durbin-Watson	1.999088		

GARCH modelio rezultatai**Žaliųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis**

Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)*

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

Sample: 2013:11 -- 2023:09 (T = 119), VCV method: Robust

Conditional mean equation

	coefficient	std. error	z	p-value
const	2.93834e-05	0.00136395	0.02154	0.9828
d_1_EPU	-0.00813126	0.00680771	-1.194	0.2323
d_1_GDP	-0.0477910	0.0215609	-2.217	0.0267 **

Conditional variance equation

	coefficient	std. error	z	p-value
const	3.01756e-05	2.17061e-05	1.390	0.1645
d_1_EPU	4.06795e-05	0.000100335	0.4054	0.6852
alpha	0.221373	0.0722992	3.062	0.0022 ***
beta	0.636663	0.162830	3.910	9.23e-05 ***

Llik: 343.17744 AIC: -672.35488

BIC: -652.90102 HQC: -664.45528

JAV bendrųjų obligacijų su mėnesiniais duomenimis

Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)*

Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

Sample: 2013:11 -- 2023:09 (T = 119), VCV method: Robust

Conditional mean equation

	coefficient	std. error	z	p-value
const	0.00191206	0.000808089	2.366	0.0180 **
d_1_EPU	0.000949985	0.00373169	0.2546	0.7991
d_1_GDP	-0.0173821	0.0276737	-0.6281	0.5299

Conditional variance equation

	coefficient	std. error	z	p-value
const	8.92225e-06	5.82243e-06	1.532	0.1254
d_1_EPU	4.08265e-05	2.53535e-05	1.610	0.1073
alpha	0.190838	0.0833466	2.290	0.0220 **

beta 0.692473 0.130927 5.289 1.23e-07 ***

Llik: 405.13816 AIC: -796.27631
BIC: -776.82245 HQC: -788.37671

Žaliųjų obligacijų su dieniniais duomenimis

Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)*

Dependent variable: d_1_GreenBondIndex

Sample: 2013-10-01 -- 2023-03-29 (T = 2477), VCV method: Robust

Conditional mean equation

	coefficient	std. error	z	p-value	
const	0.000320213	0.000188253	1.701	0.0889	*
d_1_Naturalgas	0.000514728	0.00160992	0.3197	0.7492	
d_1_Crudeoil	-0.000917109	0.00239370	-0.3831	0.7016	
d_1_Gold	0.168575	0.00818235	20.60	2.62e-94	***
ADS	5.76306e-05	3.20717e-05	1.797	0.0723	*
MKT_RF	0.000111720	7.28658e-05	1.533	0.1252	
VIX	-1.87900e-05	1.12872e-05	-1.665	0.0960	*

Conditional variance equation

	coefficient	std. error	z	p-value	
const	3.40338e-09	4.99026e-08	0.06820	0.9456	
VIX	4.15321e-09	3.74087e-09	1.110	0.2669	
alpha	0.0570002	0.0110549	5.156	2.52e-07	***
beta	0.936044	0.0127180	73.60	0.0000	***

Llik: 11046.07917 AIC: -22070.15834
BIC: -22006.19550 HQC: -22046.92590

JAV bendrųjų obligacijų su dieniniais duomenimis

Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)*

Dependent variable: d_1_SPUSAGGT

Sample: 2013-10-01 -- 2023-03-29 (T = 2477), VCV method: Robust

Conditional mean equation

	coefficient	std. error	z	p-value	
const	0.000152862	0.000117126	1.305	0.1919	
d_1_Naturalgas	-0.000990906	0.00103305	-0.9592	0.3375	
d_1_Crudeoil	-0.00873893	0.00162713	-5.371	7.84e-08	***
d_1_Gold	0.0667647	0.00516019	12.94	2.73e-38	***
ADS	2.77112e-06	1.45028e-05	0.1911	0.8485	
MKT_RF	-0.000395983	4.95942e-05	-7.984	1.41e-15	***
VIX	-7.36978e-07	7.08133e-06	-0.1041	0.9171	

Conditional variance equation

	coefficient	std. error	z	p-value	
const	2.95040e-09	3.87310e-08	0.07618	0.9393	
VIX	5.47048e-09	4.22056e-09	1.296	0.1949	
alpha	0.0867843	0.0246205	3.525	0.0004	***
beta	0.890350	0.0354856	25.09	6.31e-139	***

Llik: 12051.64078 AIC: -24081.28156
BIC: -24017.31872 HQC: -24058.04912



Šiaulių
akademija

PAŽYMĖJIMAS

Nr. MVG-VUŠA-2023-595

(4.16 E) 850000-V-137

Nomeda Pakalnytė

dalyvavo jaunųjų tyrėjų tarptautinėje mokslinėje konferencijoje
„JAUNASIS TYRĖJAS IŠMANIAJAI VISUOMENEI“

Ir skaitė pranešimą tema:

**„Žaliųjų obligacijų apimties pokyčius lemiančių veiksnių
vertinimas teoriniu aspektu“**

Direktorius pavaduotoja studijoms
Dr. Regina Karvelienė



Šiauliai
2023 m. gegužės 11 d.