

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

FINANSAI IR BANKININKYSTĖ

Liucija Šurpickaja

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMUO PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ FINANSŲ RINKOSE	THE ROLE OF LEADING INDICATORS IN FORECASTING VOLATILITY IN FINANCIAL MARKETS
---	--

Darbo vadovė: Doc., Dr. Greta Keliuotytė-Staniulėnienė

Vilnius, 2026

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	3
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	4
SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	5
IVADAS	6
1. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ SAMPRATA IR JŲ VAIDMUO PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ FINANSŲ RINKOSE	9
1.1. Nepastovumo sąvoka ir reikšmė finansų rinkose.....	9
1.2. Pirmaujančių indikatorių samprata ir rūšys finansų rinkose	10
1.3. Nepastovumo prognozavimo ir pirmaujančių indikatorių naudojimo iššūkiai.....	15
1.4. Anksčiau nepastovumo prognozavimui finansų rinkose atliktų tyrimų apžvalga.....	17
2. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMENS NEPASTOVUMO FINANSŲ RINKOSE PROGNOZAVIME TYRIMO METODIKA.....	27
2.1. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo modelis ir hipotezės	27
2.2. Nepastovumo prognozavimo modelių pasirinkimas ir taikymas	31
2.3. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo duomenų rinkimas ir analizės etapai	33
3. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMENS NEPASTOVUMO FINANSŲ RINKOSE PROGNOZAVIME REZULTATŲ ANALIZĖ.....	35
3.1. Tyrimo pirmaujančių indikatorių aprašomoji statistika	35
3.2. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo rezultatų analizė.....	39
3.3. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo rezultatų interpretacija ir hipotezių patvirtinimas	41
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	46
LITERATŪROS SĄRAŠAS	48
SUMMARY	54
SANTRAUKA	55
PRIEDAI.....	56
1 priedas. <i>GARCH</i> modelio rezultatai	56
2 priedas. <i>EGARCH</i> modelio rezultatai.....	57
3 priedas. <i>Koreliacijos reikšmingumas</i>	57

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Dažniausiai naudojamų indikatorių grupės pagal rinkos segmentą finansų rinkose

2 lentelė. Nepastovumo prognozavimui atliktų mokslinių tyrimų rezultatų pavyzdžiai

3 lentelė. Tyrimo kintamieji ir duomenų šaltiniai

4 lentelė. Kintamųjų aprašomoji statistika

5 lentelė. Gražos ir realizuoto nepastovumo kintamųjų aprašomoji statistika

6 lentelė. ADF stacionarumo testo rezultatai

7 lentelė. AR modelio rezultatai

8 lentelė. GARCH modelio rezultatai

9 lentelė. EGARCH modelio rezultatai

10 lentelė. GARCH-MIDAS modelio rezultatai

11 lentelė. Jautrumo analizė

12 lentelė. Pirmaujančių indikatorių vaidmuo prognozuojant nepastovumą finansų rinkose

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Pirmaujančių indikatorių pasiskirstymas pagal grupes

2 paveikslas. Koreliacijų tarp kintamųjų matrica

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

ARDL – autoregresinis paskirstytasis vėlavimas (angl. *Autoregressive Distributed Lag*);

CCI – vartotojų pasitikėjimo indeksas (angl. *Consumer Confidence Index*);

CDS – kredito rizikos apsidėjimo sandoris (angl. *credit default swap*);

CLI – sudėtinis pirmaujantis indikatorius (angl. *Composite Leading Indicator*);

CPI – vartotojų kainų infliacijos (angl. *Consumer Price Inflation*);

CPU – klimato politikos neapibrėžtumo indeksas (angl. *Climate Policy Uncertainty index*);

CS – kredito rizikos skirtumas (angl. *Credit Risk Spread*);

CV – sąlyginis nepastovumas (angl. *Conditional Variance*);

EPU – ekonominės politikos neapibrėžtumo indeksai (angl. *Economic Policy Uncertainty*);

ESG – aplinkosaugos, socialinės atsakomybės ir valdysenos indeksas (angl. *Environmental, Social and Governance index*);

FDI – tiesioginės užsienio investicijos (angl. *Foreign Direct Investment*);

FSI – finansinio streso indeksas (angl. *Financial Stress Index*);

GARCH – apibendrintas autoregresinis sąlyginio heteroskedastiškumo modelis (angl. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*);

GEPU – pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumas (angl. *Global Economic Policy Uncertainty*);

GFC – pasaulinė finansų krizė (angl. *global financial crisis*);

GRP – geopolitinės rizikos indeksas (angl. *Geopolitical Risk index*);

HAR – heterogeninis autoregresinis modelis (angl. *Heterogeneous Autoregressive*);

HCI – žmogiškasis kapitalas (angl. *Human Capital Index*);

MA – slankieji vidurkiai (angl. *Moving Average*);

MAI – makroekonominiai dėmesio indeksai (angl. *Macroeconomic Attention Indices*);

MOM – momentum rodikliai;

PCA – pagrindinių komponentų analizė (angl. *Principal Component Analysis*);

PEAR – prezidento ekonominio pritarimo reitingas (angl. *Presidential Economic Approval Rating*);

REER – reali efektyvioji valiutos keitimo norma (angl. *Real Effective Exchange Rate*);

RV – realizuotas nepastovumas (angl. *Realized Volatility*);

SI – naujienų sentimentas (angl. *Sentiment Index*);

TS – pajamingumo skirtumas (angl. *Term Spread*);

VOL – numanomi nepastovumo rodikliai (angl. *trading volume*);

VRP – dispersijos rizikos premija (angl. *Variance Risk Premium*).

IVADAS

Finansų rinkų nestovumas yra svarbus rodiklis, atspindintis kainų svyravimų dinamiką bei naudojamas rizikos valdymui ir rinkų reguliavimui. Jis turi reikšmingą poveikį ne tik investuotojams, bet ir politikos formuotojams, siekiantiems užtikrinti rinkų stabilumą bei skatinti ekonomikos augimą (Yang, L. Yu, Zhao, H. Yu, Xu, Wu ir Liu, 2020). Augant globalizacijai ir finansų rinkų tarpusavio ryšiui, nestovumo prognozavimas tampa vis sudėtingesnis, tačiau kartu ir svarbesnis tikslas siekiant užtikrinti rinkų stabilumą ir efektyvumą bei pagerinti rizikos valdymą. Pandemija, geopolitiniai konfliktai bei kiti makroekonominiai šokai sukuria situacijas, kai investuotojai ir politikos reguliuotojai pivalo priimti greitus ir pagrįstus sprendimus. Tokios pasaulinės krizės kaip COVID-19 pandemija ar politinės intervencijos parodė, kad rinkos stabilumo palaikymas tampa vis labiau priklausomas nuo ankstyvųjų perspėjimų ir nestovumo prognozavimo modelių (Cheng ir kt., 2024; Liu ir Lee, 2021, Raza, Masood, Benkraiem ir Urom, 2023). Įvairios krizės, sukeltos didelių įvykių, turi įtakos finansų rinkų nestovumui, todėl jo prognozavimas yra svarbus, norint suprasti rinkos pokyčius (Cheng ir kt., 2024; Christensen, Siggaard ir Veliyev, 2023; Yang ir kt., 2020; Liu ir Chen, 2023; Mittnik, Robinzonov ir Spindler, 2015). Pirmaujantys indikatoriai, apimantys makroekonominius, finansinius, geopolitinius, techninius ir sentimentinius rodiklius, tampa itin svarbūs prognozuojant finansų rinkų nestovumą. Atsižvelgiant į tai, kad pastaraisiais metais pasaulinė finansų rinka patiria daug neapibrėžtumo laikotarpių, labai svarbu ištirti kokią įtaką šie indikatoriai turi mažoms, bet atviroms ekonomikos, tokioms kaip Baltijos šalių rinkoms. Šios rinkos pasižymi sparčiai augančia ekonomika bei priklausomybės nuo pasaulinių rinkų, todėl Baltijos šalių regionas yra pakankamai jautrus pasaulio ekonominiams svyravimams bei investuotojų nuotaikoms. Dažniausiai nestovumas šiose rinkose atsiranda dėl globalių šokų, todėl svarbu išanalizuoti, ar pasauliniai pirmaujantys indikatoriai gali efektyviai prognozuoti šių šalių rinkų svyravimus.

Darbo problema. Koks yra pirmaujančių indikatorių vaidmuo prognozuojant finansų rinkų nestovumą ir kurie rodikliai turi didžiausią įtaką Baltijos šalių finansų rinkų nestovumui?

Darbo tikslas. Išanalizavus pirmaujančių indikatorių vaidmenį prognozuojant finansų rinkų nestovumą teoriniame kontekste, sukurti vertinimo metodologiją ir, ja remiantis, įvertinti pirmaujančių indikatorių poveikį finansų rinkų nestovumo prognozavimui.

Mokslinės temos ištyrimo lygis. Pirmaujantys indikatoriai prognozuojant nestovumą finansų rinkose yra pakankamai dažnas analizės objektas mokslinėje literatūroje, tačiau vis dar trūksta tyrimų analizuojančių Baltijos šalių rinką. Šią temą įvairiose rinkose analizuoja daugelis autorių, pavyzdžiui, dažniausiai tiriama rinka yra akcijų, kurioje naudojamas plačiausias indikatorių

grupių diapazonas. Daugiausiai dėmesio skiriama makroekonominiais ir finansiniams rodikliais, tokiems kaip BVP, infliacija, VIX indeksas ir kt., kurie geriausiai atspindi nepastovumą finansų rinkose (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun, Cho ir Ryu, 2020; Liu ir Chen, 2023; Mittnik ir kt., 2015). Taip pat mokslinėje literatūroje neretai minimos tokios rinkos, kaip obligacijų, valiutų ir žaliavų (Xu, Guan, Lu ir Heravi, 2024; Kalsie ir Arora, 2024; Ashimov, Borovskiy ir Onalbekov, 2015; Agu, Onu, Ezemagu ir Oden, 2022). Dėl nuolatinių pasaulinių krizių ir politinio neapibrėžtumo, vis dažniau mokslininkai naudoja naujausius indikatorius, kurie suteikia daugiau informacijos. Pavyzdžiui, Liu ir Chen (2023) naudojo sudėtinį pagrindinį indikatorį (CLI), kadangi jis praverčia ekonomikos pokyčių prognozavime. Nemaža dalis mokslininkų pabrėžia pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumo indekso (GEPU) reikšmę, nes prisideda prie tikslesnio nepastovumo prognozavimo (Ma, Guo, Chevallier ir Huang, 2022; Zhang ir Hamori, 2021; Xu, Y. ir kt., 2024). Be to, mokslininkai akcentuoja finansinio streso indekso (FSI) svarbą prognozuojant finansų rinkų nepastovumą, nes gali efektyviai atvaizduoti investuotojų nuotaikas ir rinkos neapibrėžtumą (Liang, Luo, Li ir Huynh, 2023; Liu ir Lee, 2021). Taigi, pirmaujančių indikatorių vaidmuo prognozuojant nepastovumą finansų rinkose yra pakankamai dažnai naudojamas kaip tyrimo objektas, o mokslininkai vis dažniau atsižvelgia į naujausius pirmaujančius indikatorius. Plačiau ši informacija pristatoma mokslinės literatūros analizėje.

Darbo uždaviniai:

1. Atliekant mokslinės literatūros analizę, apibrėžti nepastovumo sampratą ir nustatyti pirmaujančius indikatorius bei jų reikšmę nepastovumo prognozavimui finansų rinkose.
2. Parengti pirmaujančių indikatorių vaidmens finansų rinkų nepastovumo prognozavime tyrimo metodologiją: apibrėžti tyrimo tikslą, objektą, uždavinius, nustatyti taikomus modelius bei hipotezes, surinkti ir paruošti analizei reikalingus duomenis.
3. Atlikti empirinę analizę, siekiant įvertinti pasirinktų pirmaujančių indikatorių poveikį finansų rinkų nepastovumo prognozavimui.
4. Įvertinti empirinės analizės rezultatus ir nustatyti, kaip efektyviau naudoti pirmaujančius indikatorius prognozuojant finansų rinkų nepastovumą.

Darbo metodai. Teorinėje dalyje taikoma mokslinės literatūros analizė, siekiant susisteminti žinias apie pirmaujančių indikatorių ir nepastovumo ryšį. Empirinėje dalyje naudojami GARCH modeliai, siekiant įvertinti indikatorių poveikį prognozuojant finansų rinkų nepastovumą.

Darbo struktūra. Darbas suskirstytas į tris pagrindines dalis. Pirmoje dalyje analizuojami finansų rinkų nepastovumo ir pirmaujančių indikatorių teoriniai aspektai. Pirmajame poskyryje nagrinėjama finansų rinkų nepastovumas ir jo pagrindiniai bruožai. Antrajame poskyryje aptariami pirmaujantys indikatoriai ir jų klasifikavimas. Trečiajame poskyryje analizuojami

nepastovumo prognozavimo ir pirmaujančių indikatorių naudojimo iššūkiai. Ketvirtajame poskyryje pateikiama ankstesnių tyrimų, susijusių su nepastovumo prognozavimu finansų rinkose, apžvalga, siekiant teorinio pagrindimo. Antroje dalyje pristatoma empirinio tyrimo metodologija: išskiriamas tyrimo tikslas, uždaviniai, tyrimo objektas, kintamieji ir duomenų rinkimo metodai. Taip pat apibrėžiami tyrimo modeliai ir hipotezės. Trečioje dalyje atliekama empirinė duomenų analizė.

1. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ SAMPRATA IR JŲ VAIDMUO PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ FINANSŲ RINKOSE

Šioje dalyje analizuojama nepastovumo samprata ir pirmaujančių indikatorių rūšys bei jų vaidmuo prognozuojant nepastovumą finansų rinkose. Taip pat aptariami nepastovumo prognozavimo iššūkiai ir pirmaujančių indikatorių naudojimo ribotumai. Atliekama anksčiau nepastovumo prognozavimui finansų rinkose atliktų tyrimų apžvalga.

1.1. Nepastovumo sąvoka ir reikšmė finansų rinkose

Nepastovumas – vienas svarbiausių finansų rinkų rodiklių, atspindintis kainų ar gražos svyravimų pokyčius per tam tikrą laikotarpį. Aukštas nepastovumo lygis gali signalizuoti apie didelę riziką, todėl jis dažnai naudojamas kaip vienas pagrindinių rinkos stabilumo matas (Silva, Kimura ir Sobreiro, 2017; Xu, Wu, Jiang, Sun ir Yang, 2024). Šis rodiklis yra svarbus, nes atspindi rinkos dalyvių reakcijas į ekonominius, politinius ir kitus išorinius šokus. Tyrimai rodo, kad nepastovumo pokyčiai yra stipriai susiję su pasauliniais šokais, tokiais kaip 2008 m. finansinė krizė, COVID-19 pandemija arba karas, kurie išryškina finansinį pažeidžiamumą (Banerjee, Sensoy ir Goodell, 2024; Bekaert ir Hoerova, 2014; Cheng ir kt., 2024; Liu ir Lee, 2021; Tetteh ir Ntsiful, 2023). Nepastovumas gali skirtis įvairiose finansų rinkose: akcijų rinkos nepastovumas yra svarbus rodiklis, nes jis parodo riziką, susijusią su investicijomis bei rinkos dalyvių lūkesčiais. Pavyzdžiui, COVID-19 laikotarpiu, rinkos dalyviai jautriai reagavo į ekonominius apribojimus, kurie lėmė akcijų kainų mažėjimą, kas paveikė finansinius srautus, o tai dar labiau sustiprino akcijų rinkos nepastovumą. Tuo tarpu, geopolitinė rizika turi didelį poveikį valiutų rinkoms, pavyzdžiui, kariniai konfliktai sukelia didelius valiutų kurso svyravimus, ypač besivystančiose šalyse, kur valiutų devalvacija buvo ryškesnė dėl eksporto ir prekybos srautų trikdžių, o tai lemia nepastovumą finansų rinkose. Žaliavų rinkose nepastovumas gali būti siejamas su pasiūlos ir paklausos pokyčiais, bet taip pat gali būti siejama ir su pasaulinėmis krizėmis, ypač naftos rinkos, kurios yra labai jautrios geopolitiniams įvykiams. Be to, energetikos arba politinės krizės sukelia padidėjusį nepastovumą obligacijų rinkose. Didėjančios naftos kainos gali sukelti infliaciją, kas savo ruožtu sumažina obligacijų kainas ir padidina nepastovumą (Banerjee ir kt., 2024; Gok, Senol, Durgun ir Bouri, 2025; Tetteh ir Ntsiful, 2023; Shah ir kt., 2023).

Dėl to, kad nepastovumas parodo rinkos dalyvių neapibrėžtumą ir gali daryti įtaką investuotojų elgsenai, kapitalo paskirstymo sprendimams bei ekonominiam augimui, jo prognozavimas, atlieka svarbų vaidmenį, kaip pagrindinė finansinės rizikos valdymo priemonė, siekiant išlaikyti rinkos stabilumą bei skatinti jos plėtrą (Silva ir kt., 2017; Xu, K. ir kt., 2024). Taip pat nepastovumo prognozavimas yra būtinas norint įvertinti finansinę riziką ir investicijų grąžą (D. Li, Zhang ir L. Li, 2023). Finansų rinkos rizika, paprastai matuojama pagal turto gražos

nepastovumą, turintį reikšmingą poveikį investiciniams sprendimams, portfelių valdymui, pasirinkimo sandorių kainodarai, rizikos valdymo strategijoms ir reguliavimo politikos formavimui. Tikslios nepastovumo prognozės yra svarbios ne tik investuotojams, bet ir vyriausybės reguliuotojams bei kapitalo rinkoms, kadangi gali padėti suprasti rinkų dinamiką, kurti rinkų stabilizavimo strategijas ir ankstyvo perspėjimo mechanizmus (Cheng ir kt., 2024; Christensen ir kt. 2023; Yang ir kt. 2020; Mittnik ir kt., 2015). Rinkos grąžos svyravimai keičiasi priklausomai nuo įvykių, tokių kaip pandemijos paskelbimas arba nuo rinkos finansinio neapibrėžtumo šaltinių (Liu ir Lee, 2021). Tai paskatino 1996 m. parengti Bazelio susitarimą, kuris įpareigojo nepastovumo prognozavimą kaip privalomą rizikos valdymo priemonę daugeliui finansų įstaigų visame pasaulyje. Todėl nepastovumo prognozavimas yra esminis veiksnys, darantis įtaką investicinių sprendimų priėmimui, politikos formuotojų sprendimams ir finansinės rizikos valdymo procesui (Ma ir kt., 2022).

Nepastovumas dar gali būti klasifikuojamas į teigiamą ir neigiamą, atsižvelgiant į jo poveikį ekonomikai. Segal, Shaliastovich ir Yaron (2015) atskiria nepastovumą į du tipus: „geras“ ir „blogas“ nepastovumas. Jų manymu, „geras“ nepastovumas siejamas su teigiamais ekonomikos augimo pokyčiais, pavyzdžiui, investicijų ar vartojimo padidėjimu, ir skatina didesnes turto kainas bei ekonominį aktyvumą. Priešingai, „blogas“ nepastovumas atsiranda dėl neigiamų makroekonominių pokyčių, tokių kaip gamybos ar pajamų sumažėjimas, ir prisideda prie turto kainų mažėjimo bei ekonominio nuosmukio. Be to, „geras“ neapibrėžtumas teigiamai prognozuoja būsimus ekonominės veiklos rodiklius, o „blogas“ neapibrėžtumas neigiamai prognozuoja būsimą ekonomikos augimą. Autoriai pabrėžia, kad priklausomai nuo nepastovumo tipo, skiriasi jų poveikis rinkos rizikos kainas, tačiau abu teigiamai prisideda prie rizikos premijos.

Apibendrinant, finansų rinkų nepastovumas yra vienas iš svarbiausių rodiklių, kuris parodo kainų svyravimų intensyvumą ir neapibrėžtumo lygį rinkose. Nepastovumas dažnai yra naudojamas kaip rizikos įvertinimo įrankis, todėl jo prognozavimas tampa esminiu rizikos valdymo komponentu, padedančiu palaikyti rinkos stabilumą.

1.2. Pirmaujančių indikatorių samprata ir rūšys finansų rinkose

Finansų rinkoje svarbiausi pirmaujantys indikatoriai padeda įvertinti būsimas tendencijas, rizikos veiksnius ir galimus pokyčius ekonomikoje. Šių indikatorių naudojimas leidžia pažvelgti į ateities ekonomikos scenarijų, o tai padeda numatyti būsimas verslo sąlygas, priimti sprendimus, mažinti neapibrėžtumą ir užtikrinti rinkos stabilumą (Liu ir Chen, 2023). Finansų rinka – tai plati sąvoka, apimanti daug įvairias rinkas, pavyzdžiui, akcijų, obligacijų, valiutų ir žaliavų. Priklausomai nuo rinkos, naudojami skirtingi pirmaujantys indikatoriai, kurie dažniausiai

skirstomi į kelias pagrindines grupes pagal jų kilmę ir taikymo sritis: makroekonominiai, finansiniai, geopolitiniai, techniniai arba sentimentiniai.

Skirtingos finansų rinkos turi savo specifinius rodiklius (Chadwick ir Ozturk, 2019). Priklausomai nuo šių indikatorių specifikos juos galima suskirstyti į grupes (makroekonominių, finansinių, techninių ir pan.). 1 lentelėje susistemintos dažniausiai naudojamų indikatorių grupės ir jų priskyrimas tam tikriems segmentams finansų rinkose.

1 lentelė

Dažniausiai naudojamų indikatorių grupės pagal rinkos segmentą finansų rinkose

Autoriai, metai	Finansų rinkos segmentas	Indikatorių grupės
<i>Bekaert ir Hoerova (2014); Chun ir kt. (2020); Kalsie ir Arora, (2024); Liu ir Chen (2023); Ma ir kt. (2022); Mittnik ir kt. (2015); Zhang ir Hamori (2021); Xu, Y. ir kt. (2024); Li, Ma, Zhang ir Zhou (2025).</i>	Akcijų rinka	Makroekonominiai, finansiniai, techniniai, sentimentiniai, geopolitiniai
<i>Gok ir kt. (2025); Kocaarslan (2023); Santis ir Stein, (2015); Viceira (2012); Xu, Y. ir kt. (2024)</i>	Obligacijų rinka	Makroekonominiai, finansiniai, geopolitiniai
<i>Ashimov ir kt. (2015); Gong ir kt. (2024); Kalsie ir Arora (2024); Tzeng ir Su (2024)</i>	Valiutų rinka	Makroekonominiai, finansiniai, geopolitiniai
<i>Agu ir kt. (2022); Ashimov ir kt. (2015); Ekananda (2022); Tetteh ir Ntsiful (2023); Xu, Y. ir kt. (2024)</i>	Žaliavų rinka	Makroekonominiai, geopolitiniai

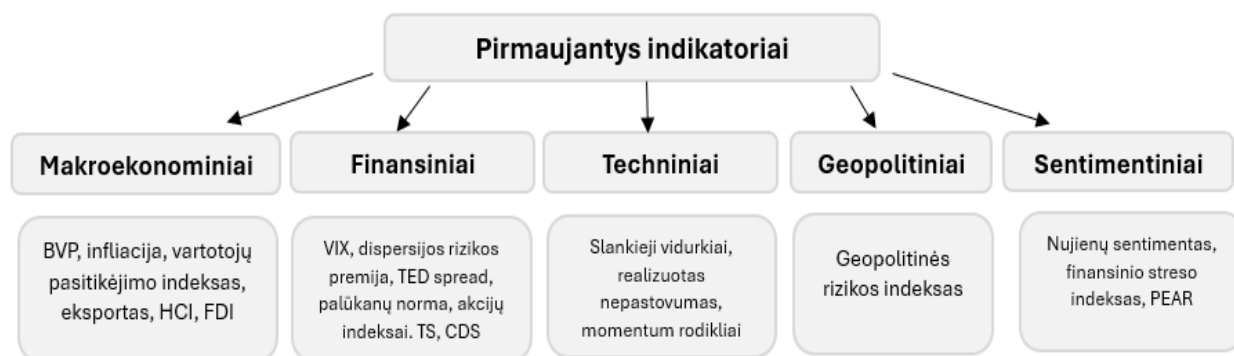
Šaltinis: Sudaryta autorės, remiantis pateiktais autoriais, 2024

Akcijų rinka naudoja plačiausią indikatorių grupių spektrą, įskaitant makroekonominius, finansinius, sentimentinius, techninius ir geopolitinius rodiklius (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020; Kalsie ir Arora, 2024; Liu ir Chen, 2023; Ma ir kt., 2022; Mittnik ir kt., 2015; Zhang ir Hamori, 2021; Xu, Guan, Lu, Heravi, 2024), tuo tarpu obligacijų rinka daugiausia remiasi makroekonominiais ir finansiniais rodikliais norint įvertinti rinkos nepastovumą (Gok ir kt., 2025; Kocaarslan, 2023; Santis ir Stein, 2015; Viceira, 2012; Xu, Y. ir kt. 2024). Valiutų rinkoje be makroekonominių ir finansinių rodiklių, taip pat svarbūs geopolitiniai indikatoriai, kadangi valiutų svyravimus dažnai lemia tarptautiniai santykiai (Ashimov ir kt., 2015; Gong, Xu ir Li, 2024; Kalsie ir Arora, 2024; Tzeng ir Su, 2024). Žaliavų rinkai ištirti dažniausiai yra naudojami makroekonominius ir geopolitinius rodiklius, kadangi žaliavų kainos dažnai priklauso nuo pasaulinės ekonomikos ir geopolitinių įvykių (Agu ir kt., 2022; Ashimov ir kt., 2015; Ekananda, 2022; Tetteh ir Ntsiful, 2023; Xu, Y. ir kt. 2024).

Kiekvieną indikatorių grupę sudaro daug įvairių rodiklių, naudojami skirtingais lygmenimis – nuo trumpalaikių rinkos svyravimų prognozavimo iki ilgalaikių strateginių sprendimų priėmimo. Pirmaujančių indikatorių įvairovė ir specifinė taikymo sritis leidžia analitikams ir investuotojams efektyviau prognozuoti finansų rinkų nepastovumą. 1 paveiksle pavaizduoti tradicinių ir naujausių rodiklių pavyzdžiai pagal konkrečias indikatorių grupes.

1 paveikslas.

Pirmaujančių indikatorių pasiskirstymas pagal grupes



Šaltinis: Sudaryta autorės, remiantis 1 lentelėje pateiktais autoriais, 2024

Makroekonominiai indikatoriai – rodikliai, atspindintys bendrus ekonominius pokyčius, tokius kaip BVP augimo tempas, infliacija, vartotojų pasitikėjimo indeksas (angl. *Consumer Confidence Index, CCI*) ar pajamingumo kreivės nuolydis. Geriausiai žinomas makroekonominis indikatorius yra bendrasis vidaus produktas (BVP), kuris yra stiprus šalies ekonomikos augimo rodiklis (Agu ir kt., 2022; Ashimov ir kt., 2015; Liu ir Chen, 2023). Kalsie ir Arora (2024) siūlo naudoti vartotojų kainų infliacijos (angl. *Consumer Price Inflation, CPI*) ir realią efektyviąją valiutos keitimo normą (angl. *Real Effective Exchange Rate, REER*). Šių rodiklių svyravimai arba smukimai krizės metu rodo padidėjusį nepastovumą valiutų rinkoje. Taip pat ilgesnio laikotarpio nepastovumo prognozėms yra naudojami tokie makroekonominiai rodikliai, kaip infliacija ar pramonės gamyba (Mittnik ir kt., 2015). Analizuojant makroekonominių veiksnių poveikį žaliavų rinkos nepastovumui dažnai yra vertinami tokie pirmaujantys indikatoriai kaip eksportas, kuris skatina gamybą, žmogiškasis kapitalas (angl. *Human Capital Index, HCI*), kuris prisideda prie kainų augimo, BVP augimas dėl didėjančio ekonominio aktyvumo ir paklausos bei tiesioginės užsienio investicijos (angl. *Foreign Direct Investment, FDI*), kurios padidina žaliavų kainas dėl infrastruktūros ir gamybos plėtros, reikalaujančios daugiau gamtinių išteklių (Agu ir kt., 2022; Ekananda, 2022; Kalsie ir Arora, 2024). Tiriant obligacijų rinką Agyei-Ampomah, Gounopoulou ir Mazouz (2014) analizavo kaip taurieji (auksas, sidabras, platina, paladis) ir pramoniniai metalai (varis, aliuminis, nikelis ir kt.) padeda investuotojams apsidrausti nuo suverenių obligacijų kainų svyravimų. Nustatyta, kad pramoniniai metalai yra stipresni apsidraudimo įrankiai, nes jų paklausa

daugiau priklauso nuo globalios ekonomikos. Tyrime pabrėžiama, kad krizės laikotarpiu metalų kainos (tiek tauriųjų, tiek pramoninių) koreliuoja stipriau, todėl jų kainų svyravimai gali signalizuoti apie rinkos riziką. Pramoniniai metalai pasižymi didesne atsakomybe ekstremaliuose sukrėtimuose nei taurieji, todėl yra patikimesni rodikliai prognozuojant rinkos nepastovumą. Taip pat obligacijų rinkos rizikos ir nepastovumo dinamiką bei jų priklausomybę nuo ekonominių ir finansinių kintamųjų nagrinėjo Viceira (2012), siekiant nustatyti obligacijų grąžos ir nepastovumo ryšį bei išskiriant komponentus, susijusius su obligacijų rizika, grąža ir ekonominiais kintamaisiais, tokiais kaip trumpalaikės palūkanų normos (angl. *short-term interest rate*) ir pajamingumo skirtumas (angl. *yield spread*). Tyrimas parodė, kad trumpalaikė palūkanų norma yra stiprus obligacijų grąžos nepastovumo prognozuotojas, nes ji atspindi infliacijos ir ekonomikos neapibrėžtumą, o pajamingumo skirtumas prognozuoja obligacijų grąžos riziką bei poveikį verslo ciklams. Be to, buvo pastebėta, kad vienos rinkos nepastovumas padeda prognozuoti kitų rinkų nepastovumą. Tai išanalizavo Awartani ir Maghyereh (2025) pasirinkdami tokius indikatorius, kaip rizikos prognozės aukso, dolerio ir naftos rinkose. Tyrimo rezultatai parodė, kad dolerio nepastovumas turi reikšmingą prognozinę galią aukso ir naftos rinkų rizikai.

Finansiniai rodikliai yra pirmaujantys indikatoriai, kurie naudojami vertinant nepastovumo ir rizikos lygį, investuotojų lūkesčius ir rinkos būklę. Vienas iš svarbiausių akcijų rinkos nepastovumo prognozavimo rodiklis yra VIX indeksas, dar dažnai vadinamas „baimės indeksas“. VIX indeksas yra „rizikai neutralus“ ir atspindi akcijų rinkos neapibrėžtumą (arba dar kitaip sąlyginį nepastovumą) ir dispersijos rizikos premiją (Bangsgaard ir Kokholm, 2025; Bekaert ir Hoerova, 2014; Cho, Lee ir Kim, 2025; Chun ir kt., 2020; Ma ir kt., 2022; Wang, 2019). Dispersijos rizikos premija (angl. *Variance Risk Premium, VRP*) naudoja objektyvią finansų rinkos informaciją ir natūraliai panaikina su pasirinkimo sandoriais siejamą nepastovumą nuo fizinio nepastovumo dinamikos ir neapibrėžtumo poveikio, todėl matas yra susijęs su rizikos vengimu bei išlieka patikimas akcijų grąžos prognozės rodiklis (Bekaert ir Hoerova, 2014). Kitas mokslinėje literatūroje minimas rodiklis yra TED spread, kuris matuoja likvidumo problemas ir kredito riziką rinkoje bei daro tiesioginį poveikį akcijų rinkos svyravimams (Kocaarslan, 2023; Mittnik ir kt., 2015). Kalsie ir Arora (2024) vertino tokius indikatorius, kaip paskolų palūkanų normos, naudojamos kaip finansinio stabilumo rodiklis ir rinkos kapitalizacija. Krizės metu šis rodiklis mažėja, rodydamas sumažėjusią investuotojų pasitikėjimą. Akcijų ir obligacijų rinkose tokie indikatoriai, kaip obligacijų grąžos rodikliai, akcijų indeksai, naftos kainos ir kriptovaliutų nepastovumas, atlieka svarbų vaidmenį prognozuojant rinkos dinamiką (Gok ir kt., 2025). Taip pat norint numatyti obligacijų rinkos rizikos pokyčius yra naudojami tokie finansiniai pirmaujantys rodikliai kaip trumpalaikės nominalios palūkanų normos ir pajamingumo skirtumas tarp ilgalaikių ir trumpalaikių obligacijų (angl. *Term Spread, TS*). Šie rodikliai padeda numatyti

obligacijų gražos nepastovumą, obligacijų ir akcijų gražos kovariaciją bei infliacijos ir ekonominio neapibrėžtumo poveikį obligacijų rinkos dinamikai (Kocaarslan, 2023; Tzeng ir Su, 2024; Viceira, 2012). Be to, analizuojant obligacijų rinkų nepastovumą ir jų ryšį su likvidumo bei kredito rizika yra naudojami tokie rodikliai, kaip kredito rizikos apsiskeitimo sandoris (angl. *credit default swap*, CDS), kredito rizikos skirtumas (angl. *Credit Risk Spread*, CS) ir Bid-ask skirtumai (angl. *bid-ask spread*), kurie padeda nustatyti finansinės krizės signalus ir reikšmingus rinkos pokyčius (Tzeng ir Su, 2024; Santis ir Stein, 2015).

Prognozuojant akcijų rinkos gražą ir nepastovumą dažnai yra naudojami techniniai rodikliai, tokie kaip slankieji vidurkiai (angl. *Moving Average*, MA), momentum rodikliai (angl. *MOM*), matuojantys gražos tendencijų tvarumą ir numanomi nepastovumo rodikliai (angl. *trading volume*, VOL), kurie vertina numatomą akcijų rinkos svyravimą (Ferrer Fernández ir kt. 2023). Taip pat analizuojant obligacijų riziką yra naudojami regresijos metodai tam, kad būtų įvertinti obligacijų nepastovumo veiksniai (Kocaarslan, 2023). Žaliavų rinkoje dažnai yra minimas realizuotas nepastovumas (angl. *Realized Volatility*, RV), kuris įtraukia aukšto dažnio duomenis, todėl yra naudojamas nepastovumo prognozavimui. Ši priemonė leidžia geriau užfiksuoti dienos nepastovumo dinamiką ir yra laikomas tikslesniu bei mažiau triukšmingu nepastovumo matu, palyginti su kitais neparametriniais metodais (Liu ir Lee, 2021).

Geopolitiniai indikatoriai analizuoja politinių, ekonominių ir socialinių įvykių, konfliktų ir kitų geopolitinių procesų poveikį rinkoms bei ekonomikai. Pagrindinis geopolitinis rodiklis yra geopolitinės rizikos indeksas (angl. *Geopolitical Risk index*, GPR), kuris atspindi rizikas, susijusias su tarptautiniais santykiais (Xu, Y. ir kt., 2024; Gong ir kt., 2024). Taip pat prie geopolitinių indikatorių galima būtų priskirti ESG indeksą (angl. *Environmental, Social and Governance index*) ir CPU indeksą (angl. *Climate Policy Uncertainty index*), kurie reikšmingai pagerina akcijų rinkos nepastovumo prognozes (Ghani, U., Zhu, Qin ir Ghani, M., 2024). Buvo nustatyta, kad abu rodikliai turi reikšmingą teigiamą poveikį JAV akcijų rinkos (S&P 500) ilgalaikiam nepastovumui, o ESG rodiklis prognozuoja nepastovumą efektyviau nei CPU.

Sentimentiniai indikatoriai gali prognozuoti ekonominę neapibrėžtumą, kurį sukelia visuomenės krizės (pvz. COVID-19 pandemija). Dažniausiai yra naudojamas naujienų sentimentas (angl. *Sentiment Index*, SI), kuris sudarytas remiantis naujienų antraščių analize, siekiant įvertinti visuomenės ir rinkos dalyvių emocijas bei požiūrį (Zhang ir Hamori, 2021). Taip pat neretai mokslininkai pasirenka finansinio streso indeksą (angl. *Financial Stress Index*, FSI), kuris vertina finansinę įtampą pasauliniu lygmeniu, atspindi investuotojų nuotaikas ir rinkos neapibrėžtumą. Finansinis stresas dažnai kyla dėl rinkos dalyvių nepasitikėjimo, rizikos vengimo ir baimės prarasti kapitalą (Liang, Luo, Li ir Huynh, 2023; Liu ir Lee, 2021). Panašų rodiklį

naudojo ir Li ir kt. (2025), kurie sukūrė naują pirmaujančią indikatorių, finansinės rizikos indeksą, siekiant nustatyti jo poveikį Kinijos rinkos nepastovumo prognozavimui. Šis indeksas remiasi žiniasklaidos tekstų analizės metodais. Naujienų srautų indeksais taip pat pasinaudojo ir Fernandes su Pereira (2025), norint išanalizuoti realizuoto nepastovumo prognozavimą. Kitas sentimentinis rodiklis yra Prezidento ekonominio pritarimo reitingas (angl. *Presidential Economic Approval Rating, PEAR*), kuris matuoja visuomenės pasitikėjimą prezidento ekonomine politika, remiantis nacionalinių apklausų duomenimis. PEAR yra efektyvus valiutų nepastovumo prognozavimo rodiklis, o jo reikšmė išlieka stipri ir prognozuojant nepastovumą ilgesniems laikotarpiais (Gong ir kt., 2024).

Apibendrinant, pirmaujantys indikatoriai gali būti suskirstyti į grupes, priklausomai nuo jų specifikos. Makroekonominiai rodikliai, tokie kaip BVP, infliacija ar vartotojų pasitikėjimo indeksas, padeda įvertinti situaciją ekonomikoje bei nustatyti riziką finansų rinkose. Finansiniai indikatoriai, tokie kaip VIX indeksas, leidžia analizuoti obligacijų ir akcijų rinkų nepastovumą bei likvidumo problemas. Techniniai rodikliai, tokie kaip slankieji vidurkiai ar realizuotas nepastovumas, taip pat yra dažnai naudojami akcijų rinkos svyravimams prognozuoti. Sentimentiniai ir geopolitiniai indikatoriai parodo visuomenės reakciją į politinius įvykius bei jų poveikį rinkos stabilumui. Skirtingų indikatorių derinimas padeda tiksliau prognozuoti nepastovumą ir kurti efektyvesnes finansų valdymo strategijas.

1.3. Nepastovumo prognozavimo ir pirmaujančių indikatorių naudojimo iššūkiai

Prognozuojant finansų rinkų nepastovumą dažnai yra susiduriama su sunkumais dėl nuolatinės rinkų dinamikos kaitos bei naudojamų indikatorių ribotumo. Nepastovumas dažnai pasižymi netikėtais šokais, kurie nėra lengvai numatomi net naudojant pažangius modelius. Ekonominės krizės ar politikos neapibrėžtumas, parodė, kad tradiciniai prognozavimo metodai ne visada sugeba greitai prisitaikyti prie sparčiai besikeičiančių sąlygų (Kalsie ir Arora, 2024; Ma ir kt., 2022; Silva ir kt., 2017). Prognozuojant nepastovumą mokslininkams vis dažniau sukelia sunkumus tinkamų modelių pasirinkimas, kurie suteiktų daugiausiai informacijos. Nepaisant gausios literatūros apie aukšto dažnio variacijų prognozavimo modelius, tokius kaip GARCH ir jo išvestinės versijos, dauguma šių modelių susiduria su iššūkiais, susijusiais su parametų stabilumu krizės metu. Sudėtingais laikotarpiais nepastovumo lygis smarkiai didėja, o tai lemia modelių, kurie tinkami stabiliu metu, efektyvumo sumažėjimą. Tam tikri indikatoriai gali būti labai svarbūs nepastovumo matavime, tačiau jų tikslumas priklauso nuo pasirinkto modelio. Tokiu būdu didžiausias iššūkis – užtikrinti, kad prognozavimo modeliai būtų atsparūs staigiems ekonominių sąlygų pokyčiams (Bekaert ir Hoerova, 2014). Daugelis nepastovumo prognozavimo modelių yra priklausomi nuo istorinių duomenų, todėl jie gali rodyti netikslią informaciją numatant ateities

rinkos elgesį, ypač ekstremalių rinkos sąlygų metu. Pavyzdžiui, naftos rinkoje dar nėra sukaupta pakankamai istorinių duomenų, kas riboja ilgalaikio nepastovumo analizės galimybes (Liu ir Lee, 2021). Tokiu būdu modeliai, tokie kaip GARCH, kurie turi ribotą duomenų bazę, nes remiasi tik dienos gražos duomenimis, kas gali apsunkinti prognozavimą (Sharma ir Vipul, 2016). Taip pat nepastovumo prognozavimui būtini tikslūs ir laiku pateikiami duomenys, tačiau dažnai šie duomenys neatspindi visos finansinės rizikos arba gali būti netinkamai interpretuojami (Bekaert ir Hoerova, 2014; Silva ir kt., 2017). Be to, nepastovumo prognozavimas yra sudėtingas dėl duomenų dažnumo (aukšto ar žemo). Naudojant kasdienius ir aukšto dažnio duomenis, kyla problemų dėl tikslumo ir skirtingo informacijos tankumo (Chadwick ir Ozturk, 2019; Liu ir Lee, 2021). Taip pat pabrėžiamas kitas ribotumas – naudojamų indikatorių interpretacija. Pavyzdžiui, dispersijos rizikos premija gali būti susijusi tiek su ekonominiu nepastovumu, tiek su rinkos dalyvių rizikos vengimo pokyčiais. Tai reiškia, kad vien tik šio rodiklio stebėjimas gali pateikti netikslias nepastovumo prognozes, todėl būtina derinti kelis rodiklius (Bekaert ir Hoerova, 2014). Naujausi tyrimai siekia ištirti novatoriškus metodus, kurie derina giluminio mokymosi algoritmus su klasikiniiais ekonometriniais modeliais, kad išspręstų nepastovumo prognozavimo problemą (Bekaert ir Hoerova, 2014; Tzeng ir Su, 2024; Xu, K. ir kt., 2024).

Dėl nepastovios politinės aplinkos ir neapibrėžtų ekonominių veiksnių tradiciniai makroekonominiai kintamieji nesugeba tinkamai užfiksuoti informacijos, susijusios su finansų rinkos nepastovumu. Shah ir kt. (2023) pabrėžia, kad makroekonominiai indikatoriai, tokie kaip valiutų kursas, palūkanų normos ir BVP, daro įvairią įtaką akcijų rinkos nepastovumui. Šie rodikliai veikia nepastovumą tiek trumpuoju, tiek ilguoju laikotarpiu, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje tam tikri veiksniai, kaip valiutų kursai, nėra statistiškai reikšmingi, todėl mokslininkai vis dažniau bando sukurti naujus rodiklius, kad galėtų suteikti tikslesnes nepastovumo prognozes. Liu ir Chen (2023) nagrinėjo, kaip pirmaujantys makroekonominiai indikatoriai veikia rinkos nepastovumą, ypač naudojant sudėtinį pagrindinį indikatorių (angl. *Composite Leading Indicator, CLI*) kaip pirmaujančią prognozavimo rodiklį. Šie indikatoriai padeda numatyti ekonomikos pokyčius, pavyzdžiui, perėjimą iš augimo fazės į recesiją bei daromą įtaką akcijų rinkos nepastovumui. Panašūs sudėtiniai pagrindiniai indikatoriai naudojami siekiant analizuoti infliacijos ciklus, kas gali būti siejama su nepastovumu finansų rinkose (Bondt, Hahn ir Zekaite, 2021). Ma ir kt. (2022) pabrėžia ir naujausių pirmaujančių indikatorių svarbą, tokių kaip ekonominės politikos neapibrėžtumo indeksai (angl. *Economic Policy Uncertainty, EPU*) arba pasaulinis ekonominės politikos neapibrėžtumo indeksai (angl. *Global Economic Policy Uncertainty, GEPU*), kurie leidžia dar tiksliau prognozuoti akcijų rinkų nepastovumą. Ekonominės politikos neapibrėžtumo indeksai yra suskirstyti į tokias kategorijas kaip: mokesčiai, prekybos politika, fiskalinė politika, sveikatos apsauga, nacionalinis saugumas, valiutų krizės.

EPU indeksai dažniausiai naudojami trumpalaikio nepastovumo prognozėms bei padeda suprasti politikos neapibrėžtumo poveikį rinkų dinamikai (Gong ir kt., 2024; Yu ir Song, 2018, D. Li, Zhang ir L. Li, 2023; Z. Liu, Ye, Ma, ir J. Liu, 2017; Ma ir kt., 2022; Zhang, Hu ir Xiao, 2025; Zhang ir Hamori, 2021; Xu, Y. ir kt., 2024).

Be to finansų rinkos nepastovumas, ypač akcijų rinkos, yra stipriai susijęs su rinkos nuotaikomis. Finansų rinka pasižymi nestacionarumu, todėl ilgalaikės prognozės yra sudėtingos, o naujienų poveikis gali greitai keistis. Tradiciniai metodai (pvz., GARCH modeliai) dažnai nepakankamai gerai fiksuoja naujienų ir rinkos nepastovumo santykį (Atkins, Niranjan ir Gerding, 2018). Be to, finansų rinkos yra jautrios finansinio streso rodikliams (FSI), ypač besivystančiose rinkose ar JAV, kadangi tai gali prognozuoti grąžos stabilumą (Liang, Luo, Li ir Huynh, 2023; Liu ir Lee, 2021). Finansinio streso indeksai dažnai remiasi skirtingais metodais, pavyzdžiui, pagrindinių komponentų analizė (angl. *principal component analysis*, PCA) ar GARCH modeliais (Chadwick ir Ozturk, 2019). Atsižvelgiant į rinkos dalyvių nuotaikų svarbą prognozuojant nepastovumą, Ma ir kt. (2022) akcentavo tokius rodiklius, kaip makroekonominiai dėmesio indeksai (angl. *Macroeconomic Attention Indices*, MAI). Šie indeksai sudaromi remiantis ekonominių naujienų duomenimis (pvz., nedarbo lygis, monetarinė politika, infliacija, būsto rinka, kredito reitingai, naftos kainos, USD kurso pokyčiai). MAI remiasi informacija iš laikraščių, tokių kaip „New York Times“ ir „Wall Street Journal“ ir yra naudojami prognozuojant ilgalaikį akcijų rinkos nepastovumą.

Apibendrinant, siekiant efektyviai prognozuoti nepastovumą, būtina integruoti įvairių grupių rodiklius, tokius kaip makroekonominiai, sentimentiniai ar techniniai indikatoriai, tačiau reikia kritiškai vertinti šių rodiklių ribotumus ir numatyti galimus jų rezultatų netikslumus. Nepastovumo prognozavimas finansų rinkose yra sudėtingas procesas, kadangi ribotumai, susiję su duomenų prieinamumu, modeliavimo trūkumais ir rinkos dinamikos sudėtingumu, apsunkina šią užduotį. Todėl norint gauti tikslesnius prognozavimo rezultatus, siekiama naudoti naujausius indikatorius.

1.4. Anksčiau nepastovumo prognozavimui finansų rinkose atliktų tyrimų apžvalga

Nepastovumo prognozavimas yra viena svarbiausių temų finansų ir ekonomikos srityje, kadangi rinkų stabilumo užtikrinimas ir rizikos valdymas priklauso nuo gebėjimo tiksliai numatyti būsimus svyravimus. Per pastaruosius dešimtmečius atlikta daugybė mokslinių tyrimų, siekiant išsiaiškinti, kurie indikatoriai ir modeliai geriausiai prognozuoja nepastovumą įvairiose finansų rinkose – akcijų, obligacijų, valiutų ir žaliavų (Cheng ir kt. 2024; Christensen ir kt. 2023; Yang ir

kt. 2020; Ma ir kt. 2022). Mokslinių tyrimų pavyzdžiai, kurie nagrinėja nepastovumo prognozavimą finansų rinkoje pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė

Nepastovumo prognozavimui atliktų mokslinių tyrimų rezultatų pavyzdžiai

Autoriai	Tyrimo metodas	Tyrimo objektas	Indikatoriai	Rezultatas
<i>Bekaert ir Hoerova (2014)</i>	Regresijos modeliai (GARCH ir HAR)	JAV akcijų rinka (S&P500 indeksas)	<i>Priklausomas:</i> Akcijų rinkos grąža, FSI; <i>Nepriklausomas:</i> VIX	Sąlyginis nepastovumas (VIX) tiksliau prognozuoja finansinį nestabilumą
<i>Tzeng ir Su (2024)</i>	Empirinė analizė (GARCH modelis, in-sample ir out-of-sample testai)	Kripto valiutų rinkos nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Kripto valiutų nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> 28 JAV makroekonominiai rodikliai	Vartotojų pasitikėjimo indeksas, eksportas, importas ir EPU yra reikšmingi kripto valiutų nepastovumo prognozavimo rodikliai
<i>Chun ir kt. (2020)</i>	Regresijos analizė (GARCH modelis, in-sample ir out-of-sample testai)	Pietų Korėjos akcijų rinkos nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Akcijų rinkos realizuotas nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> VKOSPI, VIX, valiutų kursai ir kt.	VKOSPI (arba VIX) indeksas ir akcijų rinkos rodikliai yra reikšmingi akcijų rinkos nepastovumo prognozavimo rodikliai
<i>Liu ir Chen (2023)</i>	GARCH - MIDAS modelis	SP&500 akcijų rinkos nepastovumo prognozavimas	<i>Priklausomas:</i> S&P500 rinkos nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> CLI	CLI pokyčiai yra stiprus rinkos nepastovumo prognozavimo įrankis.
<i>Agyei ir kt. (2014)</i>	GARCH modelis	Suverenių obligacijų rinkos (JAV, JK, EMU ir euro šalių) bei metalų rinkos.	<i>Priklausomi:</i> Suverenių obligacijų grąžos pokyčiai; <i>Nepriklausomi:</i> Pramoninių ir tauriųjų metalų grąžos	Metalai padeda investuotojams apsisaugoti nuo suverenių obligacijų kainų svyravimų.
<i>Yu, Fang ir Sun (2018)</i>	GARCH–MIDAS modelis	Kinijos akcijų rinkos nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Kinijos akcijų rinkos kintamumas (CLI); <i>Nepriklausomas:</i> GEPU	GEPU reikšmingai veikia Kinijos akcijų rinkos nepastovumą
<i>Lin (2018)</i>	GARCH, TARCH ir EGARCH	Kinijos akcijų rinkos nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> SSE indeksas; <i>Nepriklausomas:</i> Praėjusio laikotarpio grąžos duomenys	EGARCH modelis veiksmingiausiai prognozavo nepastovumą, pranokdamas TARCH ir GARCH
<i>Liu ir Lee (2021)</i>	MS-VAR, MIDAS ir HAR modeliai	Kinijos energetikos biržos žalios naftos nepastovumo prognozavimas	<i>Priklausomi:</i> Žalios naftos ateities sandorių grąža ir nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> Finansinių stresų indeksai	Nepastovumo prognozėse MIDAS modeliai pranoko HAR procesus. Finansinis stresas reikšmingai ir neigiamai veikia rinką
<i>Sharma ir Vipul (2016)</i>	Palyginamoji analizė (Realizuotas ir standartinis GARCH modeliai, EW modelis)	16 tarptautinių akcijų indeksai	<i>Priklausomas:</i> Prognoz.sąlyginė akcijų indeksų nepastovumo dispersija; <i>Nepriklausomas:</i> modelių realizuoti nepastovumai	EW modelis užtikrina geriausią prognozavimo tikslumą pagal abu nuostolių kriterijus
<i>Banerjee ir kt. (2024)</i>	Laiko eiliučių autoregresijos modelis, EGARCH	Geopolitinės rizikos poveikis finansų rinkoms, pandemijos ir karo tarp Rusijos ir Ukrainos metais.	<i>Priklausomi:</i> Akcijų rinkos grąža, obligacijų rinkos kintamumas ir energijos rinkos; <i>Nepriklausomas:</i> Geopolitinės rizikos indeksas.	Geopolitinė rizika sustiprina finansų rinkų tarpusavio poveikį, ypač karo laikotarpiais. Obligacijų ir anglies rinkos yra pagrindiniai nepastovumo šaltiniai.
<i>Kocaarslan (2023)</i>	EGARCH modelis, kvantilinės regresijos (QR) ir vektorinės autoregresijos (VAR) analizės	JAV savivaldybių žaliųjų obligacijų nepastovumas COVID-19 pandemijos metu	<i>Priklausomas:</i> Žaliųjų obligacijų nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> TED spread, obligacijų pajamingumas, EPU indeksas, valiutų ir akcijų rinkų nepastovumo pokyčiai ir kt.	Likvidumo rizika (TED) turi reikšmingą poveikį savivaldybių žaliųjų obligacijų nepastovumui. COVID-19 laikotarpiu obligacijų nepastovumas buvo žymiai jautresnis likvidumo apribojimams nei kitais laikotarpiais.

2 lentelės tęsinys.

<i>Mitnik ir kt.</i> (2015)	„Componentwise gradient boosting”, GARCH, EGARCH	S&P 500 akcijų indekso nepastovumo prognozavimas	<i>Priklausomas:</i> S&P 500; <i>Nepriklausomi:</i> VIX indeksas, TED spread ir kt.	VIX indeksas ir TED spread yra svarbiausi rodikliai nepastovumo prognozavimui
<i>Berge</i> (2015)	Bayes modelis (BMA) ir „boosting“, in ir out-of-sample testai	JAV recesijų prognozavimas	<i>Priklausomas:</i> JAV recesijų būsenos; <i>Nepriklausomi:</i> VIX, obligacijų skirtumai ir kt.	Pajamingumo kreivė ir obligacijų skirtumai veiksmingesni prognozuojant ilgesniam laikotarpiui.
<i>Gong ir kt.</i> (2024)	Autoregresinis paskirstytasis vėlavimo modelis (ARDL)	PEAR prognozavimas 15 valiutų rinkų nepastovumą.	<i>Priklausomas:</i> Užsienio valiutų rinkų nepastovumas; <i>Nepriklausomas:</i> PEAR indeksas	PEAR rodiklis reikšmingai prognozuoja nepastovumą 9 iš 15 valiutų rinkų. PEAR prognozavimo galimybės pranoksta makroekonominčius rodiklius
<i>Ma ir kt.</i> (2022)	Autoregresinis modelis (AR), Dimensiškumo mažinimo metodai	Akcijų rinkos nepastovumo prognozavimas, naudojant MAI ir EPU.	<i>Priklausomas:</i> Akcijų grąžos nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> MAI ir EPU indeksai	MAI ir EPU turi stipriausią prognozav. galią. Trumpalaikėms prognozėms efektyviausia naudoti indeksų kombinacijas, o ilgalaikėms – MAI.
<i>Ekananda</i> (2022)	Autoregresinis paskirstytasis vėlavimo modelis (ARDL)	Indonezijos gamtinių išteklių kainų nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Gamtinių išteklių kainų indeksas; <i>Nepriklausomi:</i> Eksportas, HCI, BVP ir FDI.	Eksportas, HCI, BVP augimas ir FDI turi teigiamą poveikį gamtinių išteklių kainų nepastovumui
<i>Kalsie ir Arora</i> (2024)	Stacionarumo testai, Grangerio testai, koreliacijos analizė ir komponentų analizė	JAV 2008 metų finansinės krizės poveikis BRICS ekonomikoms.	<i>Priklausomas:</i> Sudėtinis krizės indeksas; <i>Nepriklausomi:</i> makroekon. ir finansiniai rodikliai.	Finansiniai rodikliai turėjo reikšmingą teigiamą įtaką sudėtiniam krizės indeksui.
<i>Chadwick ir Ozturk</i> (2019)	Pagrindinių komponentų analizė (PCA), Bayes modelis ir kt.	Turkijos finansinės rinkos (obligacijų, valiutų, akcijų ir kt.)	<i>Priklausomas:</i> Pramonės gamybos augimo rodikliai; <i>Nepriklausomas:</i> Finansinių rinkų rodikliai (pvz. FSI).	Nėra vieno geriausio finansinės streso rodiklio (FSI) Turkijai, tačiau visi rodikliai veiksmingai nurodo praeities įtampos laikotarpius.
<i>Viceira</i> (2012)	Empirinė analizė (statistiniai modeliai: laiko eilučių regresija ir kt.)	Obligacijų rinkos rizikos ir grąžos nepastovumas	<i>Priklausomi:</i> Obligacijų grąžos nepastovumas; <i>Nepriklausomi:</i> palūkanų norma, pajaming. skirtumas	Trumpalaikė palūkanų norma atspindi infliacijos ir ekonominio nepastovumo poveikį, o pajaming. skirtumas siejamas su verslo ciklais
<i>Atkins ir kt.</i> (2018)	Mašininio mokymosi metodai	JAV akcijų indeksai bei dvi įmonės (Goldman Sachs ir J.P. Morgan)	<i>Priklausomas:</i> Akcijų nepastovumo prognozavimas <i>Nepriklausomas:</i> Finansinės naujienos	Naujienų informacija gali būti veiksmingai naudojama nepastovumo prognozavimui
<i>Tetteh ir Ntsiful</i> (2023)	Deskriptyvinė analizė	Ganos ekonomikos makroekonominiai rodikliai	<i>Priklausomi:</i> Prekių kainos, eksportas, importas, infliacija; <i>Nepriklausomi:</i> Globalūs šokai (COVID-19 pandemija, karas)	COVID-19 metu buvo didelės prekių kainų svyravimai, Rusijos-Ukrainos karo metu nepastovumas išliko aukštas dėl naftos ir maisto kainų kilimo.
<i>Xu, Guan, Lu ir Heravi</i> (2024)	Multiplicative Error modelis, impulsinės reakcijos analizė	Akcijų, obligacijų, aukso ir naftos rinkos.	<i>Priklausomi:</i> Nepastovumo perdavimai tarp rinkų; <i>Nepriklausomi:</i> makroekon. rodikliai (infliacijos lygis, EPU, geopolitinė rizika ir kt.	Akcijų rinka buvo pagrindinis nepastovumo perdavimų šaltinis. Makroekonominiai šokai turėjo didžiausią įtaką naftos rinkos nepastovumui.
<i>Li ir kt.</i> (2025)	Empirinis kiekybinis tyrimas, AR ir PCA modeliai	Kinijos akcijų rinkos nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Akcijų rinkos realizuotas nepastovumas <i>Nepriklausomas:</i> Finansinės rizikos indeksas	Finansinės rizikos indeksas turi reikšmingą neigiamą poveikį prognozuojant Kinijos akcijų rinkos nepastovumą.

2 lentelės tęsinys.

<i>Fernandes ir Pereira (2025)</i>	GARCH, HAR	Brazilijos akcijų rinkos realizuotas nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Realizuotas nepastovumas <i>Nepriklausomas:</i> Naujienų srautų rodikliai (EPU)	Naujienomis remiantis rodikliai reikšmingai pagerina nepastovumo prognozes
<i>Maung ir Swanson (2025)</i>	GARCH	Finansų rinkų prognozavimo modeliai	<i>Priklausomi:</i> Finansinių aktyvų grąža / nepastovumas <i>Nepriklausomi:</i> makroekon., finansiniai, techniniai rodikl.	GARCH modeliai yra naudingi prognozuojant riziką (nepastovumą). Prognozių kombinavimas dažnai pagerina tikslumą.
<i>D. Li, Zhang ir L. Li (2023)</i>	GARCH-MIDAS	JAV akcijų rinkos nepastovumo prognozavimas	<i>Priklausomas:</i> Akcijų rinkos nepastovumas <i>Nepriklausomas:</i> EPU indeksas	EPU indeksas turi reikšmingą poveikį JAV akcijų rinkos nepastovumo prognozavimui
<i>Raza ir kt. (2023)</i>	GARCH-MIDAS	Metallų kainų nepastov. Prognozė COVID-19 laikotarpi	<i>Priklausomas:</i> Brangiųjų metallų kainų nepastovumas <i>Nepriklausomas:</i> GEPU	Reikšmingas teigiamas sąryšis tarp GEPU indekso ir brangiųjų metallų kainų nepastovumo
<i>Zhang, Luo, Guo, Umar (2022)</i>	AR modelis	Europos Sąjungos anglies emisijų leidimų (EUA) kainų nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> EUA ateities sandorių kainų realizuotas nepastovumas <i>Nepriklausomi:</i> EPU	Šalių EPU rodikliai turi ilgalaikį prognozinį poveikį anglies leidimų kainų nepastovumui
<i>Liang, Luo, Li ir Huynh (2023)</i>	HAR modelis	21 tarptautinės akcijų rinkos realizuotas nepastovumas	<i>Priklausomas:</i> Akcijų rinkų ilgalaikis realizuotas nepastovumas <i>Nepriklausomas:</i> FSI	FSI daro stiprią įtaką ilgalaikio akcijų rinkos nepastovumo prognozavimui

Šaltinis: Sudaryta autorės, remiantis pateiktais autoriais, 2024-2025

Atlikus mokslinės literatūros analizę buvo pastebėta, kad dažniausiai naudojamas tyrimo metodai yra GARCH ir jo išvestinės formos ir AR modeliai. Pavyzdžiui, Bekaert ir Hoerova (2014) tyrė akcijų rinkos nepastovumo prognozavimo galimybes, naudodamos finansinius rodiklius, įskaitant VIX indeksą, kurį išskaidė į sąlyginį nepastovumą (angl. *Conditional Variance*, CV) ir dispersijos rizikos premiją. Tyrime buvo panaudotas HAR (angl. *Heterogeneous Autoregressive*) modelis, kuris leido apimti skirtingų laikotarpių nepastovumo duomenis ir GARCH (angl. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) modelis, kuris užtikrino tikslesnį sąlyginio nepastovumo įvertinimą, kas yra svarbu tiek stabilumo, tiek krizės laikotarpiais. Tyrimo rezultatai parodė, kad dispersijos rizikos premijos įtraukimas ženkliai pagerina akcijų rinkos grąžos prognozavimo tikslumą trumpuoju laikotarpiu, kadangi šis rodiklis yra jautrus rinkos rizikos vengimui ir nepastovumui. Tuo tarpu sąlyginis nepastovumas yra labiau susijęs su ilgalaikiu finansiniu stabilumu, kuris atspindi rinkos reakciją į fundamentalius ekonominius rodiklius bei yra labiau efektyvesnis stabilumo laikotarpiais. Tyrimo metu buvo pastebėta, kad modeliai, apimantys tiek dispersijos rizikos premiją, tiek sąlyginį nepastovumą, tiksliau prognozuoja rinkos elgseną krizės metu, palyginti su modeliais, kurie naudoja tik vieną iš

šių rodiklių. Krizės metu dispersijos rizikos premija išauga, o sąlyginis nepastovumas daro didesnę poveikį ilgalaikiam rinkos stabilumui. Panašią regresijos analizę su GARCH modeliu ir dar papildomai su in-sample ir out-of-sample testais atliko Chun ir kt. (2020). Jie siekė nustatyti kaip pirmaujantys finansiniai indikatoriai gali padėti prognozuoti akcijų rinkos nepastovumą Pietų Korėjoje. Autoriai vertino numanomo nepastovumo indeksus (angl. *implied volatility index*), tokius kaip VKOSPI (angl. *Volatility KOSPI* – Pietų Korėjos akcijų rinkos kintamumo indeksas) arba VIX, akcijų rinkos rodiklius, palūkanų normų skirtumus, valiutų kursus ir žaliavų kainas, siekiant nustatyti, kurie veiksniai lemia akcijų rinkos nepastovumą. Tyrimo rezultatai parodė, kad VKOSPI ir VIX turi stiprią prognozavimo galią trumpalaikiam akcijų rinkos nepastovumui. Taip pat atskleista, kad globalūs ekonominiai šokai daro įtaką Pietų Korėjos rinkos dinamikai dėl rinkų integracijos. Nepaisant to, vidutinio sunkumo ekonominiai šokai per dieną neturi reikšmingos įtakos nepastovumo pokyčiams, kadangi informacijos perdavimas trunka ilgiau. Tuo tarpu Tzeng ir Su (2024) nagrinėjo 28 JAV makroekonominių rodiklių (pvz., vartotojų pasitikėjimo indeksas, EPU, eksportas, importas ir kt.) gebėjimą prognozuoti šešių pagrindinių kriptovaliutų (Bitcoin, Cardano, Dogecoin, Ethereum, Litecoin ir XRP) nepastovumą. Autoriai taip pat naudojo GARCH modelius, in-sample ir out-of-sample testus bei kintamųjų kombinacijų metodus (angl. *combination methods*). Tyrimas atskleidė, kad dauguma JAV makroekonominių kintamųjų gali tiksliai prognozuoti kriptovaliutų nepastovumą tiek in-sample, tiek out-of-sample testuose. Kintamieji, tokie kaip vartotojų pasitikėjimo indeksas, eksportas, importas ir EPU yra reikšmingi kriptovaliutų nepastovumo prognozavimo rodikliai. Taip pat pastebėta, kad įtraukdami šiuos makroekonominius rodiklius į GARCH modelį, žymiai pagerinamas nepastovumo prognozavimo tikslumas. Be to, dažnai yra naudojamas EPU rodiklis, tačiau kita jo forma. Pavyzdžiui, Fernandes ir Pereira (2025) tyrė kaip naujienų srautai gali padėti prognozuoti akcijų rinkos realizuotą nepastovumą. Mokslininkai analizavo naujienų nukrypimus nuo įprasto naujienų srauto, naudodant GARCH modelius. Siekiant palyginti ar naujienų srautų indeksai suteikia didesnę prognozinę galią nei tradiciniai neapibrėžtumo rodikliai, tokie kaip EPU. Nors EPU buvo patobulintas ir naudojamas kaip palyginimo rodiklis, tačiau naujienų srautų rodikliai suteikė daugiau naudos prognozuojant realizuotą nepastovumą. Vis dėlto, įtraukus EPU kartu su įmonių naujienų duomenimis, buvo pasiekta dar tikslesnė realizuoto nepastovumo prognozė. Kiti tyrėjai analizavo įvairius finansų rinkų prognozavimo modelius. Pavyzdžiui, Maung ir Swanson (2025) nustatė, kad nėra vieno standartinio modelio, kuris labiausiai tiktų nepastovumo prognozavimui, kadangi modelių tikslumas priklauso nuo duomenų tipo (aukšto dažnio ar didelių matmenų). Tačiau jų tyrimas parodė, kad GARCH modeliai yra klasikiniai parametriniai nepastovumo prognozavimo įrankiai.

Svarbu pabrėžti, kad neretai tyrimuose yra naudojamos kitos GARCH modelio išvestinės versijos. Pavyzdžiui, Lin (2018) taikė ne tik simetrinius (GARCH), bet ir asimetrinius (EGARCH) modelius, siekiant įvertinti pagrindinio Kinijos akcijų indekso (angl. *Shanghai Stock Exchange (SSE) Composite index*) nepastovumo savybes ir prognozuoti ateities nepastovumą. Buvo nustatyta, kad EGARCH modelis geriau prognozuoja nepastovumą nei simetriškasis GARCH modelis, nes atsižvelgia į asimetrinį efektą, kai blogos naujienos turi didesnę poveikį nei geros naujienos. Nepastovumo prognozės rodo, kad Kinijos vertybinių popierių rinka yra labai jautri tiek vidaus, tiek išorės sukrėtimams, todėl būtina didinti rinkos stabilumą ir investuotojų pasitikėjimą. EGARCH modelį taip pat pritaikė ir Kocaarslan (2023), kuris analizavo, kaip finansavimo likvidumo rizika veikia savivaldybių žaliųjų obligacijų nepastovumą per COVID-19 pandemiją. EGARCH modelis įvertino nepastovumo dinamiką, o kvantilinė regresija parodo rizikos veiksnių asimetrinį poveikį. Rezultatai pabrėžė, kad finansavimo likvidumo rizika yra svarbus savivaldybių žaliųjų obligacijų nepastovumo prognozės rodiklis, ypač krizės laikotarpiais. Šios rinkos nepastovumas yra jautrus tiek finansavimo sąlygoms, tiek tarptautinių rinkų neigiamoms naujienoms, ypač COVID-19 pandemijos laikotarpiu. Tuo tarpu, Sharma ir Vipul (2016) tyrė realizuoto GARCH modelio efektyvumą prognozuojant nepastovumą, todėl atliko palyginimo analizę su standartiniais GARCH ir kitais modeliais. Tyrimas atskleidė, kad realizuotas GARCH modelis nepranoksta EW modelį (angl. *exponentially weighted moving average model*), kuris dažnai buvo pranašesnis dėl savo paprastumo ir mažesnio parametrų skaičiaus, kas sumažina prognozavimo klaidas. EGARCH modelis taip pat pasirodė geriau už GARCH modelį, tačiau buvo mažiau efektyvus už EW modelį.

Vieną įdomesnių „komponentinio gradientinio stiprinimo“ (angl. *„componentwise gradient boosting“*) techniką panaudojo Mittnik ir kt. (2015), leidžianti atrinkti svarbiausius kintamuosius ir modeliuoti jų poveikį finansų rinkų nepastovumui. Ši technika ženkliai pagerina nepastovumo prognozavimą, palyginti su tradiciniais GARCH modeliais. Tyrimo rezultatai parodė, kad tokie rodikliai kaip VIX indeksas ir TED spread yra svarbiausi nepastovumo prognozavimui. VIX indeksą taip pat analizavo Berge (2015) nagrinėjant, recesijos fazių ekonomikoje prognozavimą. Autorius pabrėžia, kad VIX indeksas yra įtrauktas kaip rodiklis, galintis iš anksto signalizuoti apie realios ekonominės veiklos nuosmukius. Tačiau pažymima, kad VIX ir kiti finansiniai rodikliai labiau pritaikomi prognozuojant ilgesnio laikotarpio tendencijas, o ne artimiausio laikotarpio pokyčius. Taip pat naudojant „boosting“ algoritmus, finansiniai rodikliai, tokie kaip obligacijų skirtumai, parodė stiprią prognozinę vertę ilgiam laikotarpiui.

Be to, tam tikruose tyrimuose buvo panaudotas dar vienas išplėstinis GARCH modelio variantas, t.y. GARCH-MIDAS, kuris leidžia integruoti skirtingo dažnio duomenis. Pavyzdžiui,

Liu ir Chen (2023) nagrinėjo, kaip sudėtiniai pirmaujantys indikatoriai (CLI) veikia akcijų rinkos nepastovumą, atsižvelgiant į skirtingų ekonominių šokų dydžių ir tipų (simetriškų ir asimetriškų bei teigiamų ir neigiamų) įtaką. Naudojant GARCH-MIDAS modelį, buvo nustatyta, kad reikšmingi CLI pokyčiai yra naudingi prognozuojant rinkos nepastovumą, kadangi jie gali užfiksuoti verslo ciklo pokyčių požymius ir finansų rinkų šokų poveikį, kas padeda efektyviau prognozuoti akcijų rinkos nepastovumą. Tą patį modelį panaudojo Yu ir kt. (2018) analizuojant pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumo (angl. *global economic policy uncertainty*, GEPU) poveikį Kinijos akcijų rinkos nepastovumui, t.y. Kinijos akcijų rinkos svyravimams, pagrįstiems Šanchajaus kompoziciniu indeksu (angl. *Shanghai Composite Index*). Pritaikant GARCH-MIDAS modelį, nustatyta, kad GEPU indeksas padidina nepastovumo prognozavimo tikslumą. GEPU indeksas turi reikšmingą teigiamą poveikį ilgalaikiam Kinijos akcijų rinkos nepastovumui, t.y. didesnis GEPU padidina rinkos nepastovumą. Tyrimas pabrėžia GEPU kaip svarbų veiksni, galintį paveikti akcijų rinkų stabilumą ir turintį reikšmę investuotojams bei politikos formuotojams. Liu ir Lee (2021) savo tyrimui taip pat panaudojo MIDAS modelį, norint išanalizuoti Kinijos žalios naftos ateities sandorių rinką, įskaitant jos ryšį su tarptautiniais naftos rinkos rodikliais ir atsaką į globalias finansines bei ekonomines krizes. Tyrimo MIDAS modelis įvertino aukšto dažnio duomenis, dėl ko šis modelis suteikė daugiau informacijos nei kiti modeliai nepastovumo prognozavimo tikslume. Rezultatai parodė, kad finansinis stresas turi reikšmingą poveikį Kinijos žalios naftos ateities sandorių rinką. Panašiai ir Raza, Masood, Benkraiem ir Urom (2023) naudojo GARCH-MIDAS modelį, leidžiantis atskirti trumpalaikius ir ilgalaikius nepastovumo komponentus. Jų tyrimas siekė įvertinti, kaip pasaulinis ekonominės politikos neapibrėžtumas (GEPU) veikia brangiųjų metalų kainų nepastovumą prieš ir per COVID-19 pandemiją. Rezultatai parodė, kad padidėjęs ekonominis neapibrėžtumas reikšmingai didina nepastovumą brangiųjų metalų rinkose. Taip pat D. Li, Zhang ir L. Li (2023) norint nustatyti EPU poveikį JAV akcijų rinkos nepastovumo prognozavimui naudojo GARCH-MIDAS modelį. Empiriniai rezultatai parodė, kad EPU indeksas yra reikšmingas nepastovumo prognozavimo rodiklis tiek trumpalaikiuose, tiek ilgalaikiuose laikotarpiuose, ypač kai finansų rinkos patiria šokus, krizes ar padidintą neapibrėžtumą.

Be to, analizuojant nepastovumo prognozavimą neretai naudojami autoregresiniai modeliai. Gong ir kt. (2024) nagrinėjo, kaip PEAR rodiklis, atspindintis viešą pasitikėjimą prezidento ekonomine politika, prognozuoja valiutų rinkų nepastovumą. Naudojant autoregresinis paskirstytasis vėlavimo (angl. *Autoregressive Distributed Lag*, ARDL) modelį buvo nustatyta, kad PEAR yra reikšmingas rodiklis ilgesniam laikotarpiui ir suteikia geresnius prognozavimo rezultatus nei kiti įprastai naudojami indikatoriai. Šis rodiklis reikšmingai prognozavo nepastovumą 9 iš 15 valiutų rinkų, įskaitant NZD/USD, EUR/USD ir USD/JPY. ARDL modelį

taip pat panaudojo Ekananda (2022) siekiant nustatyti makroekonominių veiksnių (eksporto, HCI, BVP augimo ir FDI) poveikį Indonezijos gamtinių išteklių kainų nepastovumui. Buvo nustatyta, kad visi nagrinėti makroekonominiai rodikliai reikšmingai prisideda prie gamtinių išteklių kainų svyravimų. Pavyzdžiui, eksportas ir FDI padidina ekonominį aktyvumą, o BVP augimas skatina paklausą gamtiniams ištekliams, dėl ko kyla jų kainų nepastovumas. Tyrimas rekomenduoja daugiau dėmesio skirti makroekonominių veiksnių poveikio analizei ir jų valdymui, siekiant sumažinti kainų nepastovumo neigiamus padarinius. Tuo tarpu, Ma ir kt. (2022) analizavo MAI ir EPU indeksų prognozavimo gebėjimą akcijų rinkos nepastovumo atžvilgiu. Naudojant autoregresinį (AR) modelį, pritaikytą kartu su dimensiško mažinimo metodais (angl. *dimensionality reduction method*), tokiais kaip pagrindinių komponentų analizė (PCA), skalės pagrindinių komponentų analizė (angl. *scaled PCA, sPCA*), dalinės mažiausių kvadratų metodas (angl. *partial least squares, PLS*). Rezultatai parodė, kad šių indeksų derinys, ypač naudojant sPCA metodą, suteikia papildomos informacijos, reikalingos tikslesniam akcijų rinkos nepastovumo prognozavimui. Be to, tyrimas nustatė, kad skirtingi metodai turi skirtingą efektyvumą esant aukšto ir žemo nepastovumo sąlygoms bei recesijos ir ekonominio augimo laikotarpiais. Aukšto nepastovumo laikotarpiais sPCA metodas pasižymi geriausia prognozavimo galia, o žemo nepastovumo laikotarpiais efektyvesnė PCA analizė. Taip pat tyrimas parodė, kad MAI indeksai yra efektyvesni ilgalaikėse prognozėse, o indeksų kombinacijos geriau veikia trumpalaikių prognozių kontekste. Pagrindinių komponentų analizę taip pat atliko Kalsie ir Arora (2024) norėdamos nustatyti, kaip 2008 metų JAV finansinė krizė paveikė BRICS (Brazilija, Rusija, Indija, Kinija ir Pietų Afrika) šalis, sukuriant sudėtinius makroekonominius ir finansinius indeksus, kurie leido įvertinti finansinės krizės mastą ir jos poveikį laikui bėgant tarp skirtingų šalių. Tyrimas nustatė, kad tokie rodikliai, kaip FDI, rinkos kapitalizacija ir palūkanų normos, buvo reikšmingi krizės metu. Šių indikatorių reikšmingi svyravimai buvo siejami su nepastovumo didėjimu, todėl jie leidžia prognozuoti nepastovumą. Panašų tyrimą atliko Chadwick ir Ozturk (2019), kurie sukūrė ir lygino 15 finansinio streso rodiklių (FSI) Turkijai. FSI rodikliai buvo naudingi prognozuojant ekonomikos pokyčius bei nustatant pagrindinius streso laikotarpius Turkijos ekonomikoje, tokius kaip 2008 m. finansinė krizė. Taip pat Li ir kt. (2025) analizavo finansinės rizikos indeksą, naudojant AR modelį. Tyrimo metu buvo sukurtas naujas investuotojų finansinės rizikos indeksas, remiantis žiniasklaidos naujienomis, analitikų ir investuotojų ataskaitomis bei akcijų forumų komentarais. Mokslininkai palygino šio indekso reikšmes su realizuotu Kinijos akcijų rinkos nepastovumu. Rezultatai parodė, kad finansinės rizikos indeksas yra stiprus pirmaujantis indikatorius, turintis trumpalaikį, tiek ilgalaikį prognozavimo poveikį nepastovumui, kas reikšmingai papildė tradicinius makroekonominius ir neapibrėžtumo rodiklius. Didžiausią prognozinę naudą turi analitikų ataskaitos ir investuotojų forumų komentarai. Panašų

tyrimą atliko Liang, Luo, Li ir Huynh (2023), kurie taikė HAR modelį, siekiant įvertinti FSI poveikį ilgalaikiai akcijų rinkų nepastovumo prognozavimui. Buvo nustatyta, kad FSI reikšmingai pagerina prognozavimo tikslumą, pranokdamas kitus rodiklius, tokius kaip VIX ir GEPV. Tyrimas pabrėžė FSI reikšmę rizikos valdymui bei investavimo sprendimams. Tuo tarpu, Zhang, Luo, Guo ir Umar (2022) atliko empirinį tyrimą, taikant autoregresinį (AR) modelį kaip pagrindą ir jo išplėstines versijas, įtraukiant ekonominės politikos neapibrėžtumo (EPU) indeksus. Rezultatai parodė, kad EPU indeksai yra reikšmingi siekiant pagerinti prognozių tikslumą, ypač ilguoju laikotarpiu.

Panašius tyrimus, tačiau naudodami kitus metodus, atliko kiti mokslinių straipsnių autoriai. Pavyzdžiui, Atkins ir kt. (2018) nagrinėjo finansinių naujienų galimybes prognozuoti rinkos nepastovumo ir kainų pokyčius. Skirtingai nei kiti paminėti autoriai, Atkins ir kt. (2018) naudojo mašininio mokymosi metodus. Tyrimas parodė, kad nepastovumo krypties pokyčiai geriau prognozuojami nei kainų pokyčiai, kai atsižvelgiama į finansines naujienas, suteikiančios reikšmingus signalus, kurie gali būti naudingi prekybos strategijoms. Tuo tarpu, Banerjee ir kt. (2024) naudojo laiko eilučių autoregresijos modelį, nagrinėjant geopolitinės rizikos poveikį finansų rinkoms. Išanalizavus nepastovumą COVID-19 pandemijos ir Rusijos-Ukrainos karo laikotarpiais, buvo nustatyta, kad pandemijos metu nepastovumas buvo mažiau susijęs su geopolitine rizika, tačiau karo metu geopolitinė rizika tapo dominuojančiu rizikos šaltiniu. Geopolitinės rizikos poveikį nepastovumo perdavimui finansų rinkose, taip pat nagrinėjo Xu, Y. ir kt. (2024). Buvo nustatyta, kad tokie makroekonominiai šokai kaip infliacijos lūkesčiai ir geopolitinė rizika stipriausiai veikia naftos rinką. Be to, infliacijos lūkesčiai yra esminiai rodikliai prognozuojant nepastovumą finansų rinkose. Impulsinės reakcijos analizė parodė, kad akcijų rinka perduoda reikšmingus nepastovumo šokus kitoms rinkoms, tačiau šių šokų poveikis labai priklauso nuo makroekonominių sąlygų. Taip pat tyrimas parodė, kad akcijų rinka buvo pagrindinis nepastovumo perdavimų šaltinis, o naftos rinka – pagrindinis gavėjas. Skirtingą nuo visų paminėtų metodų panaudojo Tetteh ir Ntsiful (2023), kurie atliko deskriptyvinę analizę, siekiant palyginti makroekonominių rodiklių dinamiką Ganoje per tris pagrindines pasaulines krizes: 2008 m. pasaulinę finansų krizę (angl. *global financial crisis, GFC*), COVID-19 pandemiją ir Rusijos-Ukrainos karą. Tyrimas atskleidė, kad kiekvienas šokas skirtingai paveikė šalies ekonomiką, priklausomai nuo prekių ir paslaugų eksporto-importo santykio. GFC turėjo teigiamą poveikį kakavos ir aukso kainoms, tačiau prekybos balansas buvo neigiamas. Tuo tarpu valiutų kursai stabiliai devalvavo, nors aukso kainų augimas kompensavo šį poveikį. COVID-19 metu buvo didelės prekių kainų svyravimai, tačiau infliacijos kontrolės priemonės stabilizavo ilgalaikį nepastovumą. Rusijos-Ukrainos karo metu prekių kainos, ypač naftos infliacija ir ekonominis nepastovumas pasiekė neregėtas aukštumas, bet prekybos balansas pagerėjo dėl eksporto augimo.

Apibendrinant, siekiant nustatyti pirmaujančių indikatorių vaidmenį nepastovumo finansų rinkose prognozavime, dažniausiai naudojamas modelis šiuose tyrimuose yra GARCH ir jo išvestinės versijos, t.y. EGARCH, GARCH-MIDAS, HAR (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020; Lin, 2018; Liu ir Chen, 2023; Tzeng ir Su, 2024; Yu ir kt., 2018) bei autoregresiniai modeliai (Gong ir kt., 2024; Ekananda, 2022; Ma ir kt., 2022). Dažniausiai tiriama finansų rinka yra akcijų, be to ši rinka yra pagrindinis nepastovumo perdavimų šaltinis, kuri perduoda reikšmingus nepastovumo šokus kitoms rinkoms (Xu, Y. ir kt., 2024). Tarp dažniausiai naudotų reikšmingų ir naujausių indikatorių yra: VIX, EPU arba GEPU, CLI ir FSI indeksai (Bekaert ir Hoerova, 2014; Gong ir kt., 2024; Yu ir kt., 2018; Liu ir Chen, 2023; Ma ir kt., 2022). Šių indikatorių ir GARCH modelių derinys leidžia tiksliau prognozuoti rinkų nepastovumą tiek trumpalaikiuose, tiek ilgalaikiuose perioduose.

Reziumuojant visą teorinės analizės dalį, svarbu pabrėžti, kad finansų rinkų nepastovumas yra svarbus rodiklis, kadangi atspindi kainų svyravimų dinamiką, ekonominius šokus bei riziką finansų rinkose. Todėl jo prognozavimas tampa labai svarbus, nes padeda kontroliuoti rinkos stabilumą bei turėti stabilizavimo strategijas (Cheng ir kt., 2024; Christensen ir kt. 2023; Liu ir Lee, 2021; Mittnik ir kt., 2015; Silva ir kt., 2017; Tetteh ir Ntsiful, 2023; Xu, K. ir kt., 2024). Tam, kad kuo tiksliau prognozuoti nepastovumą, naudojami pirmaujantys indikatoriai, kurie gali būti suskirstyti į grupes, priklausomai nuo jų specifikos bei tiriamos rinkos (Chadwick ir Ozturk, 2019). Vis dažniau mokslininkai pasirenka naujausius indikatorius, kurie parodo tikslesnę informaciją dėl nepastovumo prognozavimo. Tarp tokių išskiriami VIX, EPU arba GEPU, CLI ir FSI indeksai, kurie atspindi finansinę įtampą pasaulyje, politinį neapibrėžtumą bei padeda suprasti jo poveikį rinkų dinamikai (Bekaert ir Hoerova, 2014; Gong ir kt., 2024; Yu ir kt., 2018; Liu ir Chen, 2023; Ma ir kt., 2022). Tuo tarpu dažniausiai naudojami modeliai yra GARCH ir jo kitos versijos, nes leidžia tiksliau prognozuoti nepastovumą finansų rinkose bei autoregresiniai modeliai, kurie suteikia galimybę matyti, kokį vaidmenį pirmaujantys indikatoriai atlieka prognozuojant nepastovumą (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020; Lin, 2018; Liu ir Chen, 2023; Ma ir kt., 2022).

2. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMENS NEPASTOVUMO FINANSŲ RINKOSE PROGNOZAVIME TYRIMO METODIKA

Atsižvelgiant į pirmame skyriuje atliktą mokslinės literatūros analizę, šiame skyriuje nustatomas tyrimo tikslas, modelis ir hipotezės. Įvardijami tyrimo kintamieji, jų tinkamumas bei pasirinktas imties dydis. Taip pat pateikiami duomenų rinkimo būdai, naudoti instrumentai bei jų panaudojimo specifika ir tinkamumas darbo tikslui pasiekti.

2.1. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo modelis ir hipotezės

Tyrimo problema ir tikslas. Remiantis mokslinės literatūros analize, nustatyta, kad akcijų rinka dažnai analizuojama nepastovumo prognozavimo kontekste. Ankstesni tyrimai akcentuoja pirmaujančių makroekonominių ir finansinių indikatorių, tokių kaip pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumas (GEPU), sudėtinis pirmaujantis indikatorius (CLI), finansinio streso indeksas (FSI) bei numanomas nepastovumas (VIX), vaidmenį nepastovumo prognozavime (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020; Yu ir kt., 2018; Liu ir Chen, 2023; Ma ir kt., 2022). Be to, akcijų rinka dažnai laikoma pagrindiniu nepastovumo perdavimo kanalu tarp skirtingų finansų rinkų (Xu, Y. ir kt., 2024). Tačiau dauguma tyrimų yra orientuoti į didžiąsias rinkas, tokias kaip JAV (pvz., S&P 500 ir VIX indeksai) ar Kinija, todėl mažesnių ir sparčiai besivystančių regionų, tokių kaip Baltijos šalys, nepastovumo dinamika yra menkai ištirta. Be to, mokslinėje literatūroje yra ribotas kiekis tyrimų, kurie integruotų pirmaujančius indikatorius į vieną modelį bei įvertintų jų tarpusavio sąveiką prognozuojant nepastovumą. Tai lemia poreikį išsamiau analizuoti šių rodiklių integruotą poveikį. Atsižvelgiant į tai, tyrimo tikslas įvertinti pagrindinių pirmaujančių indikatorių (pvz., EPU, CLI, FSI, VIX) poveikį akcijų rinkos nepastovumui Baltijos šalyse, pasitelkiant OMX Baltic Benchmark GI indeksu. Siekiama išanalizuoti, kaip šie rodikliai prognozuoja nepastovumo dinamiką mažiau ištirtose rinkose bei pateikti naujas įžvalgas apie mažų rinkų sąveiką su pirmaujančiais indikatoriais prognozuojant finansų rinkų nepastovumą.

Tyrimo objektas. OMX Baltic Benchmark GI indeksas (Nasdaq Baltic, 2025), kuris atspindi viso Baltijos regiono akcijų rinkos grąžą ir svyravimus. Pasirenkama nagrinėti Baltijos šalių (Lietuvos, Latvijos ir Estijos) rinka, nes tai yra mažiau ištirta rinka mokslinėje literatūroje, palyginti su JAV ar Kinija. Tokiu būdu siekiama prisidėti prie naujų žinių kūrimo, atskleidžiant specifinius šio regiono aspektus. Nors Baltijos šalys yra mažos, tačiau sparčiai besivystančios ekonomikos, kurios pasižymi tarpusavio ekonominiu ryšiu. Taip pat, geopolitinė padėtis šių šalių turi reikšmingą poveikį finansų rinkų stabilumo dinamikai. Tokie įvykiai, kaip Rusijos karas Ukrainoje, sankcijos Rusijai ir Baltarusijai, daro tiesioginę įtaką Baltijos šalių rinkų nepastovumui. Kadangi šios rinkos yra pakankamai jautrios bet kokiems pokyčiams globalioje

ekonomikoje, tai skatina ištirti šio regiono specifiką, naudojant OMX Baltic Benchmark GI indeksą, kuris geriausiai atspindi šių šalių ekonominę situaciją.

Tyrimo metodas. GARCH modelis ir jo variacijos (pvz. EGARCH, GARCH-MIDAS) bei autoregresinis modelis. Metodų pasirinkimo tinkamumas yra grindžiamas remiantis mokslinėje literatūroje aptartais tyrimais (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020; Ekananda, 2022; Lin, 2018; Liu ir Chen, 2023; Yu ir kt., 2018; Gong ir kt., 2024; Ma ir kt., 2022; Tzeng ir Su, 2024), siekiant įvertinti pirmaujančių indikatorių veiksmingumą prognozuojant akcijų rinkos nepastovumą. Teorinėje dalyje buvo pabrėžiama, kad būtent GARCH modelis žymiai pagerina nepastovumo prognozavimo tikslumą (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020). Taip pat kitų GARCH išplėstinio modelio panaudojimas, pavyzdžiui, EGARCH, kuris padidina prognozavimo tikslumą, kadangi apibendrina asimetrinę informaciją (pavyzdžiui kai neigiamos naujienos turi didesnę įtaką finansų rinkose nei teigiamos) (Lin, 2018). Tuo tarpu, toks modelis kaip GARCH-MIDAS dar labiau prisideda prie prognozavimo efektyvumo, kadangi leidžia analizuoti skirtingo dažnio duomenis ir nustatyti reikšmingus ekonomikos pokyčius (Liu ir Chen, 2023). Be to, pakankamai svarbu ištirti pirmaujančių indikatorių poveikį nepastovumo prognozavimui, todėl tam naudojami AR modeliai (Ekananda, 2022; Ma ir kt., 2022).

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti Baltijos šalių akcijų rinkos statistinę apžvalgą, įvertinant nepastovumo tendencijas ir pagrindinių rodiklių dinamiką per pasirinktą laikotarpį;
2. Sudaryti AR ir GARCH modelius, kurie apjungia skirtingo dažnio nepriklausomus kintamuosius;
3. Nustatyti analizuojamą laikotarpį, surinkti patikimus duomenų rinkinius bei juos apdoroti;
4. Patikrinti pasirinktų kintamųjų stacionarumą, koreliaciją ir kitas statistines charakteristikas, užtikrinant modelio tinkamumą;
5. Palyginti Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumo prognozavimo rezultatus su esamais literatūros duomenimis, padaryti išvadas apie pirmaujančių indikatorių įtaką nepastovumui bei pateikti pasiūlymus tolimesniam tyrimų tobulinimui.

Tyrimo kintamieji:

Nepriklausomi kintamieji:

Dažniausiai mokslo literatūroje naudojami pirmaujantys indikatoriai, tokie kaip VIX, GEPU, CLI, FSI indeksai (Bekaert ir Hoerova, 2014; Yu ir kt., 2018; Liu ir Chen, 2023; Ma ir kt., 2022). Taip pat paminėti rodikliai buvo pasirinkti, kadangi šiame tyrime siekiama išanalizuoti naujausius pirmaujančius indikatorius, kurie suteiktų tiksliausią nepastovumo prognozavimo rezultatą. Remiantis teorine dalimi, VIX indeksas yra dažniausiai naudojamas indektorius, kuris tiksliausiai atspindi akcijų rinkos neapibrėžtumą (Bekaert ir Hoerova, 2014; Chun ir kt., 2020; Ma ir kt., 2022). GEPU rodiklis yra vienas iš naujausių pirmaujančių indikatorių, kurie suteikia galimybę dar tiksliau prognozuoti finansų rinkų nepastovumą (Yu ir kt., 2018; Ma ir kt., 2022; Xu, Y. ir kt., 2024). Taip pat siekiant užtikrinti tyrimo naujumą ir aktualumą pasirenkamas CLI rodiklis. CLI indikatoriai, leidžia prognozuoti ekonomikos pokyčius ir verslo ciklo fazę, kas suteikia tikslesnius prognozavimo rezultatus (Liu ir Chen; 2023). Galiausiai svarbu pabrėžti FSI rodiklio naudą ir aktualumą, kadangi šis indeksas vertina finansinę įtampą globalioje rinkoje (Liu ir Lee, 2021).

Priklausomas kintamasis:

OMX Baltic Benchmark GI indeksas, siekiant prisidėti prie mokslinės literatūros, pateikiant naujas įžvalgas apie mažų rinkų nepastovumą bei pirmaujančių indikatorių sąveiką. Kadangi šio tyrimo pasirinkta rinka yra Baltijos šalių rinka, šis indeksas geriausiai atspindi šio regiono ekonominę situaciją, kadangi apima pagrindines Baltijos šalių biržų įmones (Nasdaq, 2025).

Tyrimo hipotezės:

Remiantis šio darbo teorinėje dalyje analizuotų pirmaujančių indikatorių vaidmenį nepastovumo prognozavime tyrimų rezultatais, formuluojamos tyrimo hipotezės:

1. Pirmoji tyrimo hipotezė:

H0: Numanomas nepastovumas (VIX) neturi statistiškai reikšmingo poveikio Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui;

H1: Numanomas nepastovumas (VIX) turi statistiškai reikšmingą poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui;

Pirmoji hipotezė iškelta atsižvelgiant į Bangsgaard ir Kokholm (2025), Bekaert ir Hoerova (2014), Berge (2015) bei Cho, Lee ir Kim (2025) išvadas, kurie teigė, kad VIX indeksas atspindi globalios rinkos riziką ir ekonominio neapibrėžtumo lygį. Mokslininkai nustatė, kad VIX apima dvi esmines dalis: sąlyginę rinkos gražos variaciją ir kintamumo rizikos premiją, kurios turi reikšmingą poveikį finansų rinkų nepastovumui. Šio rodiklio prognozės yra naudingi investuotojams, siekiant įvertinti

rizikos lygį rinkoje. Šiame tyrime siekiama patikrinti, ar globalios rinkos nepastovumo rodiklis, toks kaip VIX, daro poveikį mažesnėms, atviroms ekonomikoms, tokioms kaip Baltijos šalys.

2. Antroji tyrimo hipotezė:

H0: Pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumas (GEPU) neturi statistiškai reikšmingo poveikio Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui;

H1: Pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumas (GEPU) turi statistiškai reikšmingą poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui;

Antroji hipotezė remiasi tyrimais, kurie nagrinėjo ekonominės politikos neapibrėžtumo (GEPU) poveikį finansų rinkų nepastovumui. Yu ir kt. (2018) tyrimas parodė, kad šis rodiklis turi statistiškai reikšmingą teigiamą poveikį Kinijos akcijų rinkos ilgalaikiam nepastovumui, rodydamas rinkų jautrumą globaliam ekonominiam neapibrėžtumui. Panašiai Ma ir kt. (2022) tyrimas parodė GEPU, turėjo reikšmingą prognozavimo poveikį kriptovaliutų ir akcijų rinkų nepastovumui. Taip pat D. Li, Zhang ir L. Li (2023) nustatė, kad EPU indeksas yra naudingas nepastovumo prognozavime stabilumo ar krizės laikotarpiuose. Atsižvelgiant į tai, Baltijos šalių kontekste šios hipotezės pagalba bus patikrinta, ar GEPU, kaip svarbus rinkos neapibrėžtumo rodiklis, daro poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui.

3. Trečioji hipotezė:

H0: Sudėtinis pirmaujantis indikatorius (CLI) neturi statistiškai reikšmingo poveikio Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui;

H1: Sudėtinis pirmaujantis indikatorius (CLI) turi statistiškai reikšmingą poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui;

Ši hipotezė grindžiama Liu ir Chen (2023) tyrimu, kuris atskleidė, kad CLI yra efektyvus ilgalaikio akcijų rinkos nepastovumo prognozavimo rodiklis. Tyrimas parodė, kad CLI atspindi ekonominės veiklos ciklų pokyčius, o dideli ir asimetriški šokai turi didžiausią įtaką nepastovumo dinamikoje. Taip pat panašius sudėtinius pirmaujančius indikatorius naudojo Bondt, Hahn ir Zekaite (2021) siekiant prognozuoti ekonominius ciklus. Baltijos šalių kontekste ši hipotezė patikrins, ar CLI pokyčiai gali reikšmingai paveikti šių šalių akcijų rinkos nepastovumą ir suteikti reikšmingą informaciją apie būsimą ekonominę aplinką.

4. Ketvirtoji hipotezė:

H0: Finansinio streso indeksas (FSI) neturi statistiškai reikšmingo poveikio Baltijos šalių akcijų rinkos nestovumui;

H1: Finansinio streso indeksas (FSI) turi statistiškai reikšmingą poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nestovumui;

Ketvirtoji hipotezė remiasi tyrimais, kurie analizuoja finansinio streso indekso (FSI) poveikį rinkų nestovumui. Chadwick ir Ozturk (2019) tyrimas nustatė, kad FSI gali efektyviai identifikuoti ekonominių įtampų laikotarpius, tokius kaip 2008 m. finansų krizė. Taip pat Liu ir Lee (2021) tyrime buvo atskleista, kad finansinis stresas gali daryti reikšmingą poveikį rinkos nestovumui. Be to, Li ir kt. (2025) nustatė, kad finansinės rizikos indeksas, kuris remiasi naujienomis, gali turėti įtakos prognozuojant akcijų rinkos nestovumą. Ši hipotezė patikrins, ar FSI gali turėti statistiškai reikšmingą poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nestovumui.

2.2. Nestovumo prognozavimo modelių pasirinkimas ir taikymas

Atsižvelgiant į visas prieš tai 2.1 poskyryje paminėtas hipotezes ir remiantis Bekaert ir Hoerova (2014), Yu ir kt. (2018); Liu ir Chen (2023) ir Ma ir kt. (2022) atliktais tyrimais, galima suformuluoti tyrimo lygtis, kurios apimtų pagrindinius veiksnius: numanomas nestovumas (VIX), ekonominės politikos neapibrėžtumas (GEPV), sudėtinis pirmaujantis indikatorius (CLI) ir finansinio streso indeksas (FSI). Siekiant įvertinti šių veiksnių poveikį akcijų rinkų nestovumui, taikomi AR, GARCH, EGARCH ir GARCH-MIDAS modeliai, kurie leidžia prognozuoti tiek trumpalaikę, tiek ilgalaikę riziką.

I. Autoregresinis (AR) modelis (1):

$$RV_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p (\rho_i RV_{t-i} + \varepsilon_t) \quad (1)$$

RV_t – prognozuojamas realizuotas nestovumas OMX Baltic Benchmark GI indeksui laikotarpiu t ;

α – konstanta (vidutinė nestovumo reikšmė);

ρ_i – autoregresiniai koeficientai, parodantys kiekvieno atidėto RV poveikį;

RV_{t-i} – prognozuojamas realizuotas nestovumas OMX Baltic Benchmark GI indeksui laikotarpiu $t-i$;

ε_t – atsitiktinė paklaida.

Modelis naudojamas kaip bazinis modelis, leidžiantis prognozuoti ateities nepastovumą remiantis praeitimi.

II. GARCH modelis (2):

$$RV_t = \mu + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t) \quad h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad (2)$$

kur:

μ – pastovi gražos reikšmė (vidurkis);

ε_t – likutinė graža, atsitiktinis šokas;

h_t – sąlyginė dispersija (nepastovumas);

ω – bazinis nepastovumo lygis;

α – ankstesnės paklaidos kvadrato (šoko) poveikis nepastovumui;

β – ankstesnės dispersijos poveikis dabartinei.

Šis modelis leidžia modeliuoti nepastovumą, t.y. numatyti, kaip keičiasi rizika priklausomai nuo praeities šokų.

III. EGARCH modelis (3):

$$\log h_t = \omega + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \beta \log h_{t-1} \quad (3)$$

kur:

h_t – sąlyginė dispersija;

ω – bazinis lygis;

α – šoko (absoliutinės paklaidos) dydžio įtaka nepastovumui;

γ – šoko ženklų (teigiamo ar neigiamo) įtaka nepastovumui;

β – ankstesnės dispersijos logaritmo poveikis dabartinei.

EGARCH leidžia įvertinti asimetriją, pavyzdžiui, tai kad neigiamos naujienos turi didesnę įtaką nei teigiamos.

IV. GARCH-MIDAS modelis (4):

$$RV_t = \alpha + \beta \times MIDAS_t^{(X)} + \varepsilon_t \quad (4)$$

kur:

$$MIDAS_t^{(X)} = \sum_{j=1}^k \omega_j X_{t-j}$$

RV_t – aukšto dažnio realizuotas nepastovumas;

X_{t-j} – žemo dažnio pirmaujantis indikatorius (pvz., VIX, GEPU ir pan.) atsilikęs j periodų;

ω_j – MIDAS svertiniai koeficientai, skirti optimaliam informacijos svėrimui;

k – lagų skaičius (pvz., 12 mėnesių);

ε_t – paklaida.

GARCH-MIDAS leidžia į modelį įtraukti žemo dažnio ekonominius rodiklius tam, kad būtų galima įvertinti jų ilgalaikį poveikį nepastovumui.

Šios lygtys leidžia įvertinti OMX Baltic Benchmark GI realizuoto nepastovumo sąryšį su pirmaujančiais (VIX, CLI, EPU, FSI) indikatoriais, tiek trumpalaikio, tiek ilgalaikio prognozavimo kontekste. Tokiu būdu galima nustatyti, kurie indikatoriai turi reikšmingą įtaką nepastovumo prognozavimui Baltijos šalių akcijų rinkose.

2.3. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo duomenų rinkimas ir analizės etapai

Tyrimas remiasi įvairių pirmaujančių indikatorių duomenimis, kurie renkami iš patikimų ekonominių ir finansinių šaltinių pateiktų 3 lentelėje.

3 lentelė.

Tyrimo kintamieji ir duomenų šaltiniai

Kintamasis	Duomenų šaltinis
OMX Baltic Benchmark GI	Nasdaq Baltic
VIX	FRED
GEPU	FRED
FSI	Economic Policy Uncertainty Index
CLI	OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)

Šaltinis: Sudaryta autorės, remiantis pateiktomis duomenimis, 2025

Šiame tyrime analizuojama pirmaujančių indikatorių (VIX, GEPU, FSI ir CLI) reikšmės finansų rinkų nepastovumo prognozavime. Tyrimo tikslui pasiekti buvo atlikta empirinė analizė, naudojant RStudio programinę įrangą. Duomenų rinkimas ir analizė apima kelis pagrindinius etapus.

I. Duomenų įkėlimas ir struktūros analizė: Pirmiausia į R aplinką buvo įkeliami tyrimui reikalingi duomenys: OMX Baltic Benchmark GI indeksas (priklausomas kintamasis) bei pirmaujantys indikatoriai VIX, GEPU, CLI, FSI (nepriklausomi kintamieji). Buvo patikrinta, ar duomenys yra tinkamo formato ir pašalinti trūkstami duomenys.

II. Gražos ir realizuoto nepastovumo skaičiavimas: Remiantis OMX Baltic Benchmark GI indekso duomenimis, buvo nustatyta dienos graža pagal logaritminių kainų pokytį. Tuomet, siekiant gauti realizuoto nepastovumo (RV) reikšmes, taikytas 21 dienos slankiojo lango standartinis nuokrypis.

III. Aprašomoji statistika ir koreliacija: Šiame etape buvo apskaičiuoti kiekvieno kintamojo pagrindiniai statistiniai rodikliai: vidurkis, mediana, standartinis nuokrypis, min ir max reikšmės. Taip pat buvo atlikta koreliacijos analizė, siekiant nustatyti pradinius ryšius tarp nepriklausomų ir priklausomo kintamojo.

IV. Stacionarumo vertinimas (ADF testas): Norint pritaikyti laikų eilučių modelius, buvo įvertintas kiekvieno kintamojo stacionarumas naudojant Augmented Dickey-Fuller (ADF) testą. Nestacionarūs kintamieji buvo diferencijuoti.

V. Modelių taikymas: Buvo naudojami keli modeliai (AR, GARCH, EGARCH, GARCH-MIDAS) siekiant prognozuoti nepastovumą ir įvertinti pirmaujančių rodiklių poveikį.

VI. Modelių palyginimas ir vertinimas: Šiame etape buvo patikrinami modelių tinkamumo kriterijai: AIC, BIC, standartinės paklaidos, bei prognozavimo tikslumo rodikliai (RMSE, MAE, MAPE). Nustatyta, kurie indikatoriai turi statistiškai reikšmingą poveikį RV dinamikoje.

Taigi sudaryti modeliai bei iškeltos hipotezės leis atsakyti į klausimus kokie ir kaip pirmaujantys indikatoriai gali būti efektyviai naudojami prognozuojant finansų rinkų nepastovumą Baltijos šalyse. Be to, tyrimas suteiks galimybę palyginti skirtingų pirmaujančių indikatorių prognozavimo tikslumą, nustatyti, kurie iš jų labiausiai prisideda prie nepastovumo paaiškinimo bei suprasti jų praktinę naudą investuotojams siekiant įvertinti rinkos rizikas.

3. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMENS NEPASTOVUMO FINANSŲ RINKOSE PROGNOZAVIME REZULTATŲ ANALIZĖ

Atsižvelgiant į mokslinės literatūros analizę ir pasirinktą tyrimo metodiką šiame skyriuje bus pristatyta pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo prognozavime rezultatų analizė. Pirmiausia pateikiama aprašomoji statistika, leidžianti suprasti analizuojamų pirmaujančių indikatorių savybes ir reikšmingumą. Vėliau atliekama koreliacijos analizė bei tikrinamas kintamųjų stacionarumas, kuris būtinas laiko eilučių modeliavimui. Galiausiai išanalizuojami tyrimo modelių rezultatai (AR, GARCH, EGARCH ir GARCH-MIDAS), įvertinama pirmaujančių indikatorių įtaka akcijų rinkos nepastovumo prognozavimui bei patikrinamos metodologijos dalyje suformuluotos hipotezės.

3.1. Tyrimo pirmaujančių indikatorių aprašomoji statistika

Atliekant tyrimą, pirmiausia buvo apskaičiuoti pagrindiniai statistiniai rodikliai visiems tiriamiems kintamiesiems: OMX Baltic Benchmark GI indeksui (OMXBBGI), numanomam nepastovumui (VIX), pasaulinio ekonominio neapibrėžtumo indeksui (GEPU), sudėtiniam pirmaujančiam indikatoriumi (CLI) ir finansinio streso indeksui (FSI). Pasirinktas laikotarpis yra nuo 2006 m. iki 2024 m., siekiant pamatyti visų krizių, tokių kaip finansinė krizė 2008 m., pandemija 2020 m. ir karas Ukrainoje 2022 m., įtaką nepastovumo prognozavimui finansų rinkose.

4 lentelė.

Kintamųjų aprašomoji statistika

Kintamasis	Min	1 kv.	Mediana	Vidurkis	3 kv.	Max
OMXBBGI	185,1	559,3	713,8	821,2	980,1	1730,7
VIX	9,14	13,48	17,02	19,41	22,54	82,69
GEPU	49,22	110,93	155,75	171,06	226,33	431,57
CLI	93,61	99,46	100,07	99,89	100,61	101,78
FSI	-1,95	-0,83	-0,5	-0,26	0,16	5,52

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

Remiantis 4 lentelės aprašomosios statistikos rezultatais galima matyti, kad OMXBBGI kintamasis laikotarpiu nuo 2006 m. iki 2024 m. svyravo nuo 185,1 iki 1730,7 punktų, o vidutinė reikšmė siekė 821,2 punktų. Tai parodo didelį akcijų kainų augimą Baltijos šalių rinkoje per analizuojamą laikotarpį.

Kito kintamojo VIX reikšmės svyravo nuo 9,14 iki 82,69, o vidurkis siekė 19,41, kas reiškia, kad analizuojamu laikotarpiu buvo padidėjusio rinkos streso laikotarpiai (pvz., per finansų krizes ar geopolitinius įvykius), o tai turėjo įtakos tokiems reikšmingiems VIX indekso svyravimams.

GEPU indeksas turėjo platų reikšmių diapazoną, t.y. 49,22 iki 431,57, kas rodo, kad per laikotarpį buvo nemažai ekonominio neapibrėžtumo pokyčių. Vidurkis siekė – 171,06. CLI buvo gana stabilus, kadangi svyravo tik nuo 93,61 iki 101,78, o vidurkis – 99,89. Tai leidžia manyti, kad ekonominiai ciklai keitėsi gana lėtai. FSI vidurkis buvo neigiamas (-0,26), kas reiškia, kad dažniausiai rinka buvo stabili, nors tam tikru laikotarpiu maksimali reikšmė siekė 5,52 – tai žymi reikšmingus streso šuolius, susijusius su krizėmis.

Kadangi finansų rinkų nepastovumas yra rizikos matas, reikėtų šią riziką kiekybiškai įvertinti remiantis rinkos kainų pokyčiais. Todėl tyrime buvo suformuoti du papildomi kintamieji:

Dienos grąža (Return) – skaičiuojamas logaritminis pokytis nuo OMXBBGI indekso uždarymo kainos, kas leidžia įvertinti, kaip keitėsi rinkos grąža kiekvieną dieną. Buvo naudojama ši formulė (5):

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (5)$$

kur:

P_t – OMXBBGI uždarymo kaina tą dieną, o P_{t-1} – uždarymo kaina dieną prieš.

Realizuotas nepastovumas (RV) – tai priklausomas kintamasis, kurio dinamika analizuojama viso tyrimo metu. Jis apskaičiuojamas kaip dienos grąžos (Return) 21 dienos slankiojo lango standartinis nuokrypis. Toks metodas leidžia įvertinti, kaip kito rinkos rizika per trumpą laikotarpį.

Šie kintamieji leidžia kiekybiškai įvertinti akcijų rinkos nepastovumą bei yra pagrindas kuriant AR, GARCH, EGARCH ar GARCH-MIDAS modelius. 5 lentelėje pavaizduota priklausomų kintamųjų aprašomoji statistika:

5 lentelė.

Grąžos ir realizuoto nepastovumo kintamųjų aprašomoji statistika

Kintamasis	Min	1 kv.	Mediana	Vidurkis	3 kv.	Max
Return	-0,1076	-0,0012	-	0,0012	0,0021	0,0897
RV	0,0010	0,0031	0,0043	0,0057	0,0064	0,0425

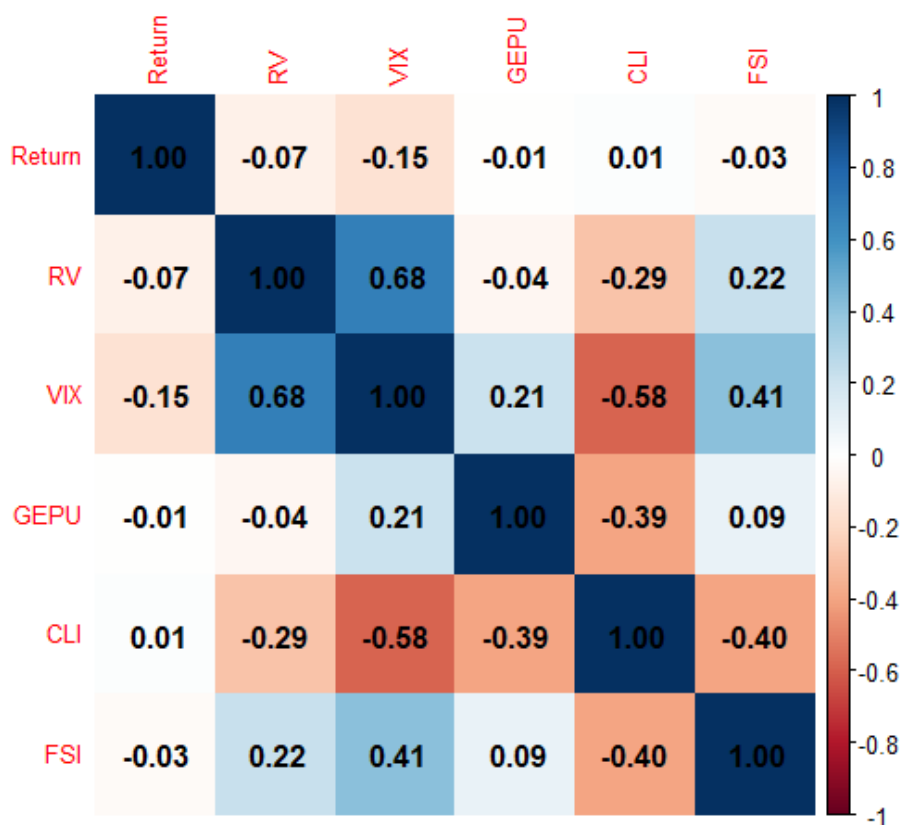
Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

Grąžos kintamasis (Return) rodo, kad vidutinė dienos grąža yra artima nuliui, svyruoja tarp -0,1076 iki 0,0897. RV – svyruoja tarp 0,0010 iki 0,0425. Didesnės reikšmės rodo padidėjusią riziką, o mažesnės – pakankamai ramius laikotarpius rinkoje.

Siekiant įvertinti ryšius tarp priklausomojo ir nepriklausomų kintamųjų, buvo sudaryta koreliacijos matrica (3 paveikslas).

2 paveikslas.

Koreliacijų tarp kintamųjų matrica



Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

Pastebima, kad stipriausiai su realizuotu nepastovumu (RV) koreliuoja VIX (0,68), kas reiškia, kad šis rodiklis pakankamai stipriai atspindi Baltijos rinkos realizuotą nepastovumą. Šis ryšys patvirtina ankstesnius tyrimus, kurie pažymėjo VIX indeksą kaip vieną svarbiausių pirmaujančių indikatorių prognozuojant nepastovumą finansų rinkose (Bekaert ir Hoerova, 2014; Bangsgaard ir Kokholm, 2025; Cho, Lee ir Kim, 2025).

Kitas teigiamas ryšys pastebimas tarp RV ir FSI (0,22). Nors rodiklis rodo vidutinio stiprumo ryšį, tačiau galima daryti prielaidą, kad finansinio streso indeksas taip pat daro poveikį Baltijos akcijų rinkos nepastovumui.

Tuo tarpu CLI (-0,29) ir GEPU (-0,04) rodo neigiamą ryšį, kas gali reikšti, kad šie rodikliai ribotą įtaką nepastovumo prognozavimui, t.y. labiau atspindi ilgalaikes tendencijas ir lėčiau reaguoja į rinkos nepastovumo pokyčius.

Galiausiai, grąžos rodiklis (Return) labai silpnai koreliuoja su visais kintamaisiais. Tarp grąžos ir RV nustatyta vos -0,07 koreliacija, kas reiškia, kad šis kintamasis beveik nedaro jokios įtakos nepastovumo prognozavimui.

Analizuojant kitų rodiklių sąryšius svarbu pabrėžti stiprią teigiamą koreliaciją VIX indekso su FSI (0,41), kas parodo, kad didėjant rinkos nepastovumui, taip pat didėja ir finansinis stresas rinkoje. Be to, VIX taip pat reikšmingai neigiamai koreliuoja su CLI (-0,58), kas reiškia, kad augant neapibrėžtumui finansų rinkose, sumažėja ekonominiai lūkesčiai.

Taip pat svarbu atkreipti dėmesį į CLI ir GEPU vidutinio stiprumo neigiamą koreliaciją (-0,39), kas parodo, kad augant pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumui, mažėja ekonominiais lūkesčiais. Kitas stipresnis neigiamas ryšys (-0,40) pastebėtas tarp FSI ir CLI, kas patvirtinta, kad mažėjant ekonominiams lūkesčiams, auga finansinis stresas.

Kalbant apie koreliacijos reikšmingumą (3 priedas), galima matyti, kad beveik visos koreliacijos yra statistiškai reikšmingos (t.y. p – reikšmė $< 0,05$), tačiau grąžos rodiklis nekoreliuoja su CLI ir GEPU (p – reikšmė $> 0,05$).

Apibendrinant, koreliacijų analizė parodė, kad VIX yra labiausiai susijęs su Baltijos rinkos nepastovumu. Taip pat atskleidė svarbius tarpusavio ryšius tarp kitų rodiklių, kas leidžia daryti prielaidą, kad dalis pirmaujančių indikatorių perteikia susijusią informaciją, kas bus toliau analizuojama taikant pasirinktus modelius.

Prieš taikant modelius, buvo įvertintas visų analizuojamų laiko eilučių stacionarumas taikant ADF (Augmented Dickey-Fuller) testą. Tyrime tikrinami tiek priklausomas (RV), tiek nepriklausomi (VIX, GEPU, CLI, FSI) kintamieji (6 lentelė).

6 lentelė.

ADF stacionarumo testo rezultatai

Kintamasis	ADF statistika
RV	-9,5302
Return	-13,739
VIX	-5,4964
GEPV	-5,4912
CLI	-2,4281
CLI_diff	-18,551
FSI	-8,104

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

Remiantis ADF testo rezultatais dauguma kintamųjų yra stacionarūs (p reikšmės žemesnės nei 0,05), tačiau CLI kintamojo p reikšmė buvo didesnė nei 0,05, kas neatitiko stacionarumo reikalavimo. Siekiant išspręsti šią problemą, CLI buvo diferencijuotas, kas leido pasiekti stacionarumą ir taikyti pasirinktus AR, GARCH ir GARCH-MIDAS modelius.

3.2. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo rezultatų analizė

Tyrimo metu pirmiausia buvo sudarytas AR modelis, tam kad galima būtų nustatyti kaip efektyviai praeities RV (realizuoto nepastovumo) reikšmės gali prognozuoti ateities nepastovumą be papildomų pirmaujančių indikatorių. Taip pat šis modelis naudojamas kaip bazinis, siekiant palyginti su kitais modeliais.

7 lentelė.

AR modelio rezultatai

Koeficientas	p-reikšmė	AIC	ME	Interpretacija
0,9915	< 0,01	-82644,43	5,88e-08	Praeities nepastovumo reikšmės stipriai veikia dabartinį nepastovumą

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

Vertinant AR modelio rezultatus (7 lentelė), galima matyti, kad žemiausia vidinė paklaida (ME = 5,88e-08) rodo, kad prognozės yra artimos tikrosioms reikšmėms. RV kintamojo

koeficientas yra labai aukštas ir siekė 0,9915, o p reikšmė statistiškai reikšminga, kas reiškia, kad praeities nepastovumas turi stiprų ryšį su ateities. Pats modelis rodo, kad realizuotas nepastovumas pasižymi dideliu svyravimu, bet išlieka stabilus tarp laikotarpių.

Norint įvertinti akcijų grąžos nepastovumo dinamiką, buvo sudarytas GARCH modelis, kuris suteikia galimybę modeliuoti sąlyginę dispersiją (nepastovumą), priklausomai nuo ankstesnių šokų. Modelio rezultatai parodė, kad visi parametrai – α_1 ir β_1 – yra statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$), o jų reikšmės suteikia supratimą, kad nauji ekonominiai šokai turi reikšmingą įtaką nepastovumui ($\alpha_1=0,1164$) bei rodo didelį nepastovumo inertiškumą ($\beta_1=0,8776$), t.y., nepastovumas stipriai priklauso nuo ankstesnių laikotarpių dispersijos (8 lentelė).

8 lentelė.

GARCH modelio rezultatai

Rodiklis	Reikšmė	Reikšmingumas	Interpretacija
α_1 (šokas)	0,116365	$p < 0,01$	<i>Ekonominiai šokai turi reikšmingą įtaką nepastovumui</i>
β_1 (inertiškumas)	0,877616	$p < 0,01$	<i>Nepastovumas stipriai priklauso nuo praeities reikšmių</i>

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

ARCH LM testų rezultatai nebuvo statistiškai reikšmingi ($p > 0,05$), o tai leidžia teigti, kad modelyje nėra heteroskedastiškumo požymių. Tuo tarpu, Sign Bias testas atskleidė, kad yra reikšmingas neigiamų šokų (angl. Negative Sign Bias) ir bendras efektas (angl. Joint Effect), kas nurodo į tai, kad reikalingas modelis, kuris gali modeliuoti nepastovumo asimetriją, t.y. EGARCH modelis (1 priedas).

EGARCH modelis, priešingai nei klasikinis GARCH, leidžia įvertinti skirtingą teigiamų ir neigiamų šokų poveikį rinkos nepastovumui. Modelio rezultatai rodo, kad šoko parametras yra statistiškai reikšmingas ($\gamma = 0,211$, $p < 0,01$), kas patvirtina asimetrijos egzistavimą, t. y. neigiami ekonominiai šokai turi didesnę poveikį nepastovumui nei teigiami. Taip pat α_1 ($-0,024$) ir β_1 ($0,984$) reikšmės rodo, kad nepastovumas priklauso nuo ankstesnių periodų informacijos, o neigiama α reikšmė gali signalizuoti, kad po teigiamų šokų nepastovumas mažėja (9 lentelė).

9 lentelė.

EGARCH modelio rezultatai

Rodiklis	Reikšmė	Reikšmingumas	Interpretacija
γ (šoko asimetrija)	0,211	$p < 0,01$	Neigiami šokai turi didesnę poveikį
α (šoko stiprumas)	-0,024	$p < 0,05$	Teigiami šokai mažina nepastovumą
β (inertiškumas)	0,984	$p < 0,01$	Nepastovumas stipriai priklauso nuo ankstesnių laikotarpių

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

ARCH LM testai neparodė heteroskedastiškumo ($p > 0,05$). Tuo tarpu Sign Bias testas parodė reikšmingą neigiamų šokų poveikį ($p < 0,01$) bei reikšmingą bendrą efektą (Joint Effect), kas patvirtina, kad rinkos nepastovumui būdinga asimetrija (2 priedas). Atsižvelgiant į tai, galima teigti, kad EGARCH modelis yra tinkamas, siekiant įvertinti finansų rinkos šokų asimetriją ir jų įtaką akcijų nepastovumui.

3.3. Pirmaujančių indikatorių vaidmens nepastovumo finansų rinkose prognozavime tyrimo rezultatų interpretacija ir hipotezių patvirtinimas

Norint įvertinti pirmaujančių indikatorių poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui, buvo taikomas GARCH-MIDAS modelis, kuris leidžia įvertinti aukšto dažnio duomenis (realizuotą nepastovumą) su žemo dažnio pirmaujančiais kintamaisiais (VIX, GEPU, CLI, FSI).

GARCH-MIDAS modelių rezultatai rodo, kad visų analizuotų pirmaujančių indikatorių poveikis yra statistiškai reikšmingas ($p < 0.05$), tokiu būdu visos hipotezės pasitvirtino (10 lentelė).

10 lentelė.

GARCH-MIDAS modelio rezultatai

Indikatorius	β koeficientas	p-reikšmė	R^2	Interpretacija
VIX	0,0003761	$< 2e-16$	0,4692	Labai reikšmingas poveikis, t.y. stipriai paaiškina nepastovumo pokyčius
GEPU	-3e-06	5.06e-05	0,002376	Statistiškai reikšmingas, bet poveikis pakankamai silpnas – ribotai paaiškina nepastovumą
CLI	-0,03996	$< 2e-16$	0,0278	Reikšmingas neigiamas poveikis, tačiau silpnai paaiškina nepastovumą, galimas netiesioginis ryšys.
FSI	0,001441	$< 2e-16$	0,06224	Reikšmingas teigiamas poveikis; paaiškina nedidelę nepastovumo dalį.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

VIX indikatorius, atspindintis numanomą nepastovumą, parodė stipriausią ir teigiamą poveikį realizuotam nepastovumui ($\beta = 0,000376$, $p < 2e-16$). R^2 vertė (0,4692) leidžia daryti išvadą, kad VIX paaiškina net 47% nepastovumo dispersijos. Tai rodo labai glaudų ryšį tarp JAV rinkos lūkesčių ir Baltijos šalių akcijų rinkos svyravimų, tokiu būdu pirmoji hipotezė yra patvirtinama (2.1 poskyris).

GEPU rodiklio koeficientas yra neigiamas ir statistiškai reikšmingas ($\beta = -0,000003$, $p = 0,0000506$). Tuo tarpu R^2 reikšmė yra labai žema (0,0024), rodanti, kad nors pasaulinio ekonominio neapibrėžtumo įtaka egzistuoja, tačiau gali paaiškinti labai mažą rinkos nepastovumo dalį. Vis dėlto atsižvelgiant į tai, kad indikatorius yra statistiškai reikšmingas antroji hipotezė taip pat patvirtinta (2.1 poskyris).

CLI, galintis parodyti ekonominio aktyvumo pokyčius, taip pat turėjo reikšmingą, tačiau neigiamą poveikį nepastovumo prognozavimui ($\beta = -0,03996$, $p < 2e-16$). Kadangi β koeficientas yra neigiamas, tai reiškia, kad ekonominio aktyvumo mažėjimas yra susijęs su padidėjusiu rinkos nepastovumu. Atsižvelgiant į šiuos rezultatus, galima teigti, kad trečioji hipotezė taip pat yra patvirtinama (2.1 poskyris).

FSI rodiklis yra statistiškai reikšmingas su teigiamu koeficientu ($\beta = 0,001441$, $p < 2e-16$), o R^2 reikšmė (0,0622) rodo, kad jis geriau nei kiti rodikliai, tokie kaip GEPU ar CLI paaiškina

nepastovumo pokyčius. Šis rodiklis atspindi įtampą finansų rinkose, todėl ryšys yra teigiamas, t.y. didėjant finansiniam stresui rinkoje, didėja nepastovumas ir rizika. Šie rezultatai patvirtino ketvirtąją hipotezę (2.1 poskyris).

Papildomai buvo atlikta jautrumo analizė su skirtingais MIDAS komponento lagų skaičiais ($k = 6, 12, 18$), pasirenkant VIX rodiklį, kuris turi didžiausią įtaką nepastovumo prognozavimui finansų rinkose.

Analizės rezultatai parodė, kad keičiant MIDAS komponento lagų skaičių, modelio R^2 kinta nežymiai: nuo 0,4480 (kai lagų skaičius 18) iki 0,4785 (kai lagų skaičius 6). Tai reiškia, kad modelio prognozavimo gebėjimai nežymiai skiriasi keičiant lagų skaičių. Visais atvejais β koeficientas išlieka statistiškai reikšmingas ($p < 0,01$) bei keičiasi labai neryškiai, kas rodo, kad rezultatai yra patikimi ir neskleidžia iškraipymų keičiant MIDAS lagų parametą (11 lentelė).

11 lentelė.

Jautrumo analizė

Lagų skaičius	β koeficientas	p-reikšmė	R^2
6	0,0003756	$< 2e-16$	0,4785
12	0,0003761	$< 2e-16$	0,4692
18	0,0003711	$< 2e-16$	0,4480

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis atliktu tyrimu, 2025

Taigi, atsižvelgiant į GARCH-MIDAS modelio rezultatus galima teigti, kad didžiausią įtaką nepastovumo prognozavimui turi VIX rodiklis, kuris paaiškina 47 % Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumo pokyčių ($R^2 = 0,4692$). Taip pat aukštas VIX rodiklis gali reikšti, kad Baltijos regiono rinka yra jautri pasauliniam finansiniam neapibrėžtumui ir investuotojų rizikos nuotaikoms. Norint numatyti galimą nepastovumą finansų rinkoje, reikėtų atsižvelgti į VIX indeksą, kuris gali būti efektyvus ankstyvasis signalas. Tokiu būdu patvirtino ir kitų autorių išvados, kad VIX rodiklis suteikia daugiausiai informacijos dėl akcijų rinkos neapibrėžtumą, taip pat atspindi ne tik JAV akcijų rinkos kintamumą, bet ir bendrą globalios rinkos riziką (Bekaert ir Hoerova, 2014; Cho ir kt. 2025; Chun ir kt., 2020; Ma ir kt., 2022). Tai reiškia, kad net ir mažesnėms rinkoms, tokioms kaip Baltijos šalių, svarbūs globalūs įvykiai, investuotojų lūkesčiai ir nerimas dėl JAV akcijų rinkos. Didėjantis VIX indeksas gali signalizuoti investuotojams apie galimą nepastovumo šuolį Baltijos šalyse, tad tai gali būti efektyviai naudojama portfelio rizikai mažinti. Tuo tarpu jautrumo analizės stabilumas rodo, kad šis indikatorius išlieka patikimas prognozuojant trumpu ir ilgesniu laikotarpiu. Apibendrinant, galima teigti, kad Baltijos šalių

akcijų rinkos, nepaisant savo mažo masto, yra pakankamai integruotos į globalią finansų rinką ir pakankamai jautriai reaguoja į rinkos šokus.

Nors GEPU rodiklis yra statistiškai reikšmingas, tačiau turi labai ribotą įtaką nepastovumo prognozavimui. Tai parodo, kad globalūs makroekonominiai neapibrėžtumai, susiję su ekonomine politika (pvz., prekybos karais) turi menką įtaką Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui (Yu ir kt., 2018; Ma ir kt., 2022; D. Li, Zhang ir L. Li, 2023). Atsižvelgiant į tai, galima daryti išvadą, kad nors GEPU indeksas ir apima globalų politikos neapibrėžtumą, tačiau nėra pakankamai jautrus mažoms rinkoms, todėl investuotojams šis rodiklis neturėtų būti kaip pirmaujantis, norint prognozuoti rinkos nepastovumą.

Panašiai ir su CLI rodikliu. Nors indikatorius yra statistiškai reikšmingas, tačiau pakankamai ribotai paaiškina nepastovumą rinkoje. Neigiamas koeficientas rodo, kad mažėjant CLI (lėtėja ekonominis aktyvumas), auga rinkos nepastovumas. Kadangi CLI pokyčiai dažniausiai vyksta pakankamai lėtai, šis indikatorius labiau naudingas ilgalaikėje perspektyvoje. Šie rezultatai atitinka Liu ir Chen (2023) įžvalgas, kad CLI gali būti efektyvus ilgalaikio nepastovumo prognozavime. Taip pat šis rodiklis gali būti naudingas investuotojams prognozuojant stabilumo laikotarpius rinkose – augimo požymiai signalizuoja apie mažesnę būsimo nepastovumo lygį.

Galiausiai FSI suteikia santykinai didesnę paaiškinimą nepastovumo prognozavimui nei GEPU ir CLI. Tai rodo, kad finansinio streso lygio augimas pasaulinėse rinkose turi tam tikrą prognozuojamą ryšį su Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumu. FSI indikatorius parodė reikšmingą teigiamą poveikį nepastovumui, ypač krizės metu, t.y. šio indekso kilimas yra susijęs su didėjančiu rinkos nepastovumu. Tai patvirtina Chadwick ir Ozturk (2019), Li ir kt. (2025) bei Liu ir Lee (2021) išvados, kad FSI arba finansinės rizikos ar streso rodiklis gali būti efektyvus nepastovumo prognozavimo rodiklis ir padeda identifikuoti krizių laikotarpius. Taigi, investuotojai galėtų atsižvelgti į šio rodiklio pokyčius, nes jo padidėjimas gali įspėti apie artėjantį finansų rinkos nestabilumą, kas yra naudinga priimant sprendimus dėl portfelio.

Taigi atliktas tyrimas patvirtino, kad tokie pirmaujantys indikatoriai, kaip VIX, GEPU, CLI ir FSI, turi statistiškai reikšmingą poveikį Baltijos šalių akcijų rinkos nepastovumui. Tai rodo, kad šie globalūs rodikliai yra tinkami naudoti net ir mažesnėse, bet atvirose finansų rinkose, tokiose kaip Baltijų šalių akcijų rinkos (12 lentelė).

12 lentelė.

Pirmaujančių indikatorių vaidmuo prognozuojant nepastovumą finansų rinkose

Rodiklis	Reikšmingumas	Poveikis	Kitų autorių išvadų patvirtinimas	Praktinė nauda
VIX	<i>Statistiškai reikšmingas</i>	<i>Teigiamas</i>	<i>Bekaert ir Hoerova (2014); Cho ir kt. (2025)</i>	<i>Stiprus nepastovumo prognozuotojas</i>
GEPU	<i>Statistiškai reikšmingas</i>	<i>Neigiamas</i>	<i>Yu ir kt. (2018), Ma ir kt. (2022)</i>	<i>Ribota nauda Baltijos rinkoms</i>
CLI	<i>Statistiškai reikšmingas</i>	<i>Neigiamas</i>	<i>Liu ir Chen (2023)</i>	<i>Naudingas nepastovumo prognozavimui</i>
FSI	<i>Statistiškai reikšmingas</i>	<i>Teigiamas</i>	<i>Chadwick ir Ozturk (2019), Liu ir Lee (2021)</i>	<i>Veiksmingas krizės rinkos signalas</i>

Tyrimo rezultatai gali būti aktualūs investuotojams bei rizikos valdytojams Baltijos šalyse. Jie rodo, kad integravus VIX, GEPU, CLI ir FSI rodiklius, galima efektyviau prognozuoti vietinių rinkų dinamiką. Taip pat tai patvirtino, kad regioninės rinkos nepastovumas pakankamai stipriai priklauso nuo globalių finansinių nuotaikų, ypač JAV rinkos pokyčių.

Apibendrinant GARCH-MIDAS modelio rezultatus, galima teigti, kad VIX indeksas pasižymi didžiausia prognozine galia ir yra efektyviausias pirmaujantis indikatorius prognozuojant rinkos nepastovumą Baltijos šalyse. Tai reiškia, kad pasaulinės investuotojų nuotaikos ir lūkesčiai daro reikšmingą poveikį net tokioms mažoms rinkoms kaip Baltijos šalių finansų rinkos. Finansinio streso indeksas (FSI) ir sudėtinis pirmaujantis indikatorius (CLI) taip pat pasižymi statistiškai reikšmingu poveikiu prognozuojant finansų rinkų nepastovumą, tačiau jų gebėjimas yra žymiai mažesnis nei VIX indekso. Tokiu būdu galima manyti, kad šie rodikliai yra mažiau jautrūs staigiems rinkos svyravimams, tačiau gali prognozuoti finansų rinkų nepastovumą. Tuo tarpu pasaulinis ekonominės politikos neapibrėžtumo indekso (GEPU), nors ir statistiškai reikšmingas, turi mažiausią įtaką nepastovumo prognozavimui. Kas reiškia, kad ekonominės politikos neapibrėžtumas Baltijos šalių rinkose veikia labiau netiesiogiai ir pasireiškia silpniau nei kiti finansų rinkų rizikos rodikliai.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Apibendrinant teorinę, metodologinę dalis ir atliktą tyrimą, galima daryti tokias išvadas:

1. Finansų rinkų nepastovumas yra vienas iš esminių rodiklių, leidžiančių įvertinti rinkos rizikos lygį, kainų svyravimų dinamiką ir investuotojų elgsenos pokyčius. Jo analizavimas suteikia galimybę nustatyti, kaip rinkos reaguoja į makroekonominis ar geopolitinius veiksnius, o tikslus nepastovumo prognozavimas tampa svarbus, siekiant užtikrinti rinkų stabilumą ir tvarų ekonomikos augimą.
2. Pirmaujantys indikatoriai yra svarbi priemonė vertinant finansų rinkų tendencijas, kadangi leidžia iš anksto identifikuoti galimus ekonominius svyravimus ir investuotojų lūkesčius. Atsižvelgiant į jų specifiką bei tiriamą rinką, šie indikatoriai gali būti grupuojami į makroekonominis, finansinius, sentimentinius, techninius ir geopolitinius rodiklius. Jų tarpusavio kombinavimas padeda sukurti patikimesnius modelius, didinančius prognozavimo tikslumą ir prisidedančius prie efektyvesnio rizikos valdymo.
3. Prognozuojant finansų rinkų nepastovumą dažnai atsiranda iššūkiai dėl nuolatinių pokyčių rinkose bei pirmaujančių indikatorių ribotumo. Netikėti ekonominiai šokai dažnai apsunkina nepastovumo prognozavimą ir nesuteikia tiksliausios informacijos, todėl vis dažniau naudojami naujausi indikatoriai, kurie prisitaiko prie nuolatinių ekonomikos pokyčių bei suteikia didesnes galimybes integruoti naujus duomenis.
4. Nustatant pirmaujančių indikatorių vaidmenį nepastovumo finansų rinkose prognozavime naudojami AR, GARCH ir jo kiti išplėstiniai modeliai. AR modelis leido įvertinti šių indikatorių poveikį nepastovumui, tuo tarpu GARCH modeliai suteikė galimybę tiksliau prognozuoti finansų rinkų nepastovumą.
5. GARCH-MIDAS modelio rezultatai parodė, kad tarp analizuotų pirmaujančių indikatorių didžiausią įtaką nepastovumo prognozavimui turi VIX indeksas. Šis rodiklis gali paaiškinti net 47 % nepastovumo, todėl gali būti labai naudingas prognozuojant Baltijos šalių akcijų rinkos nestabilumą.
6. GEPU rodiklis yra statistiškai reikšmingas, tačiau jo paaiškinamoji galia labai ribota, kas reiškia, kad pasaulinės ekonominės politikos neapibrėžtumas daro menką įtaką Baltijos šalių rinkoms. Tai gali būti siejama su mažesnių rinkų jautrumu globalioms politinėms naujienoms.

7. Nors CLI rodiklis yra statistiškai reikšmingas, tačiau turi neigiamą ir silpną poveikį nepastovumui. Tai rodo, kad cikliniai ekonominiai signalai gali turėti įtakos nepastovumui, tačiau labai nežymios.
8. FSI rodiklis turi teigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį finansų rinkų nepastovumui, o tai rodo, kad didėjantis finansinis stresas yra susijęs su rinkos neapibrėžtumu ir svyravimais. Tokiu būdu finansinio streso indeksas gali būti laikomas vienu iš svarbiausių pirmaujančių indikatorių prognozuojant nepastovumo pokyčius ir vertinant rinkos stabilumo lygį.

Remiantis išvadomis, pateikiami šie pasiūlymai:

1. Norint išlaikyti šio tyrimo aktualumą ir naujumą, siūloma naudoti naujausius pirmaujančius indikatorius, kurie atsižvelgia į ekonomines naujienas ir šokus bei atspindi esminius pokyčius finansų rinkose. Kitos rinkos pasirinkimas galėtų suteikti daugiau prieinamumo prie duomenų, todėl ateityje būtų tikslinga patikrinti ir kitus naujausius rodiklius, pavyzdžiui, makroekonominio dėmesio indeksą, kuris remiasi informacija pateikta žiniasklaidoje ir leidžia vertinti visuomenės ir investuotojų reakcijas į ekonomines naujienas.
2. Atsižvelgiant į tai, kad finansų rinkos nuolat susiduria su netikėtais šokais, tradiciniai modeliai nesuteikia pakankamai naudingos informacijos, todėl siūloma naudoti GARCH modelio išvestines versijas, kurios atsižvelgia į asimetrinę informaciją bei leidžia analizuoti skirtingo dažnio duomenis. Taip pat rekomenduojama šiuos modelius derinti su AR modeliu, kuris parodo pirmaujančių indikatorių poveikį nepastovumui, kas dar labiau padidins prognozavimo tikslumą.
3. Siekiant prisidėti prie naujausių žinių kūrimo, siūloma pasirinkti mažiau nagrinėtą rinką – Baltijos šalių rinką bei geriausiai atspindintį šį regioną rodiklį – OMX Baltic Benchmark GI indeksą. Tokiu būdu bus išlaikytas tyrimo aktualumas.
4. Atsižvelgiant į tai, kad visi analizuojami pirmaujantys rodikliai yra statistiškai reikšmingi, galima būtų pasirinkti kitą rinką ir išanalizuoti, ar turi didesnę ar mažesnę įtaką nei Baltijos šalių rinkai.

LITERATŪROS SARAŠAS

- Aggei-Ampomah, S., Gounopoulos, D., Mazouz, K. (2014). Does gold offer a better protection against losses in sovereign debt bonds than other metals? *Journal of Banking & Finance*, Volume 40, 507-521. [Žiūrėta 2024-12-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.11.014>
- Agu, S.C., Onu, F.U., Ezemagu, U.K., Oden, D. (2022). Predicting gross domestic product to macroeconomic indicators. *Intelligent Systems with Applications*. [Žiūrėta 2024-11-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2022.200082>
- Ashimov, A., Borovskiy, Y., Onalbekov, M. (2015). Parametric Control of Macroeconomic Indicators Volatility, *Procedia Computer Science*, 55, 1087-1096. [Žiūrėta 2024-11-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.073>
- Atkins, A., Niranjan, M., Gerding, E. (2018). Financial news predicts stock market volatility better than close price. *The Journal of Finance and Data Science*, Volume 4. [Žiūrėta 2024-12-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2018.02.002>
- Awartani, B., Maghyreh, A. (2025). The value of cross market volatility in improving the forecast accuracy of risk in the gold, the dollar and the oil futures markets. *Finance Research Letters*, 83. [Žiūrėta 2025-10-26]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107668>
- Bangsgaard, C., Kokholm, T. (2025). The stock market impact of volatility hedging: Evidence from end-of-day trading by VIX ETPs. *Journal of Banking & Finance*, 180. [Žiūrėta 2025-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2025.107556>
- Banerjee, A. K., Sensoy, A., & Goodell, J. W. (2024). Volatility connectedness between geopolitical risk and financial markets: Insights from pandemic and military crisis periods. *International Review of Economics & Finance*, 96. [Žiūrėta 2024-12-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103740>
- Bekaert, G. ir Hoerova, M. (2014). The VIX, the variance premium and stock market volatility, *Journal of Econometrics*, 183, pp. 181-192. [Žiūrėta 2024-11-15]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.05.008>
- Berge, T. J. (2015). Predicting Recessions with Leading Indicators: Model Averaging and Selection over the Business Cycle. *Journal of forecasting*, 34: 455–471. [Žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga internetu: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/for.2345>

- Bondt, G., J., Hahn, E. ir Zekaite, Z. (2021). ALICE: Composite leading indicators for euro area inflation cycles. *International Journal of Forecasting*, Volume 37, Issue 2. [Žiūrėta 2025-10-26]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.09.001>
- Chadwick, M., G., Ozturk, H. (2019). Measuring financial systemic stress for Turkey: A search for the best composite indicator. *Economic Systems*. Volume 43, Issue 1, 151-172. [Žiūrėta 2024-12-20]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2018.09.004>
- Cheng, Z., Li, M., Cui, R., Wei, Y., Wang, S., Hong, Y. (2024). The impact of COVID-19 on global financial markets: A multiscale volatility spillover analysis. *International Review of Financial Analysis*, Volume 95, Part B. [Žiūrėta 2024-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103454>
- Cho, S.-Y., Lee, S., Kim, H.-G. (2025). Forecasting VIX using interpretable Kolmogorov-Arnold networks. *Expert Systems with Applications*, 294. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.128781>
- Christensen, K., Siggaard, M., Veliyev, B. (2023). A Machine Learning Approach to Volatility Forecasting, *Journal of Financial Econometrics*, Volume 21, 1680–1727. [Žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbac020>
- Chun, D., Cho, H., Ryu, D. (2020). Economic indicators and stock market volatility in an emerging economy. *Economic Systems*, 44. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2020.100788>
- Ekananda, M. (2022). Role of macroeconomic determinants on the natural resource commodity prices: Indonesia futures volatility. *Resources Policy*, 78. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102815>
- Fernandes, M., Pereira, M. (2025). Forecasting realized volatility using news flow. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 104. [Žiūrėta 2025-10-25]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.qref.2025.102040>
- Ferrer Fernández, M., Henry, Ó., Pybis, S., Stamatogiannis, M., P. (2023). Can we forecast better in periods of low uncertainty? The role of technical indicators. *Journal of Empirical Finance*, 71, 1-12. [Žiūrėta 2024-11-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2022.12.014>
- Ghani, U., Zhu, B., Qin, Q. ir Ghani, M. (2024). Forecasting US Stock Market Volatility: Evidence from ESG and CPU indices. *Finance Research Letters*. Volume 59. [Žiūrėta 2025-10-26]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104811>

- Gok, R., Şenol, Z., Durgun, B., Bouri, E. (2025). Green bonds and financial markets: Interdependence across different market situations. *Journal of Environmental Management*, 373. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123408>
- Gong, X., Xu, W., Li, X. (2024). Presidential economic approval rating and global foreign exchange market volatility. *International Review of Financial Analysis*, 96. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103584>
- Yang, R., Yu, L., Zhao, Y., Yu, H., Xu, G., Wu, Y., Liu, Z. (2020). Big data analytics for financial Market volatility forecast based on support vector machine. *International Journal of Information Management*, Volume 50, 452-462. [Žiūrėta 2024-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.027>
- Yu, H., Fang, L., Sun, W. (2018). Forecasting performance of global economic policy uncertainty for volatility of Chinese stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. Volume 505, 931-940. [Žiūrėta 2024-12-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.03.083>
- Yu, M. ir Song, J. (2018). Volatility forecasting: Global economic policy uncertainty and regime switching. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 511. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.056>
- Kalsie, A., Arora, A. (2024). Impact of U.S. financial crisis on BRICS: an empirical investigation of macroeconomic and financial indicators, *Transnational Corporations Review*, 16, 89-102. [Žiūrėta 2024-11-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1080/19186444.2022.2106743>
- Kocaarslan, B. (2023). Funding liquidity risk and the volatility of U.S. municipal green bonds during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 58. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104560>
- Liang, C., Luo, Q., Li, Y., Huynh, L., D., T. (2023). Global financial stress index and long-term volatility forecast for international stock markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 88. [Žiūrėta 2025-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101825>
- Li, Z., Ma, F., Zhang, J., Zhou, X. (2025). The financial risk concern in China: A powerful predictor of stock market volatility. *Research in International Business and Finance*, 80. [Žiūrėta 2025-10-25]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2025.103128>

- Li, D., Zhang, L. ir Li, L. (2023). Forecasting stock volatility with economic policy uncertainty: A smooth transition GARCH-MIDAS model. *International Review of Financial Analysis*, 88. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102708>
- Lin, Z. (2018). Modelling and forecasting the stock market volatility of SSE Composite Index using GARCH models, *Future Generation Computer Systems*, Volume 79. [Žiūrėta 2024-12-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.08.033>
- Liu, J. ir Chen, Z. (2023). How do stock prices respond to the leading economic indicators? Analysis of large and small shocks, *Finance Research Letters*, 51. [Žiūrėta 2024-11-15]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103430>
- Liu, Z., Ye, Y., Ma, F. ir Liu, J. (2017). Can economic policy uncertainty help to forecast the volatility: A multifractal perspective. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 482. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.04.076>
- Liu, M. ir Lee, C.-C. (2021). Capturing the dynamics of the China crude oil futures: Markov switching, co-movement, and volatility forecasting. *Energy Economics*, 105, 105622. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105622>
- Ma, F., Guo, Y., Chevallier, J. ir Huang, D. (2022). Macroeconomic attention, economic policy uncertainty, and stock volatility predictability, *International Review of Financial Analysis*, 84. [Žiūrėta 2024-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102339>
- Maung, K., Swanson, N., R. (2025). A survey of models and methods used for forecasting when investing in financial markets. *International Journal of Forecasting*. Volume 41, Issue 4. [Žiūrėta 2025-10-26]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2025.03.002>
- Mitnik, S., Robinsonov, N., Spindler, M. (2015). Stock market volatility: Identifying major drivers and the nature of their impact. *Journal of Banking & Finance*, Volume 58, 1-14. [Žiūrėta 2024-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.04.003>
- Nasdaq Baltic. (2025). Baltic market indexes. [Žiūrėta 2025-01-14]. Prieiga internetu: <https://nasdaqbaltic.com/statistics/en/charts?filter=1&indexes%5B%5D=OMXBBGI>
- Santis, R., Stein, M. (2015). Financial indicators signaling correlation changes in sovereign bond markets. *Journal of Banking & Finance*, 56. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.02.018>

- Raza, S. A., Masood, A., Benkraiem, R., Urom, C. (2023). Forecasting the volatility of precious metals prices with global economic policy uncertainty in pre and during the COVID-19 period: Novel evidence from the GARCH-MIDAS approach. *Energy Economics*, 120. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106591>
- Shah, S. S. H., Yaqub, M., Khan, M. A., Haddad, H., Al-Ramahi, N. M., Zaheer, A., Khan, M. A., & Mata, M. N. (2023). Dynamic association of stock market volatility, foreign portfolio investment and macroeconomic indicators by taking the impact of structural breaks. *Heliyon*. [Žiūrėta 2024-12-20]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19115>
- Sharma, P., Vipul (2016). Forecasting stock market volatility using Realized GARCH model: International evidence. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. Volume 59, 222-230. [Žiūrėta 2024-11-12]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.qref.2015.07.005>
- Segal, G., Shaliastovich, I., Yaron, A. (2015). Good and bad uncertainty: Macroeconomic and financial market implications. *Journal of Financial Economics*, Volume 117, 369-397. [Žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.05.004>
- Silva, W., Kimura, H., Sobreiro, V. A. (2017). An analysis of the literature on systemic financial risk: A survey. *Journal of Financial Stability*, Volume 28, 91-114. [Žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2016.12.004>
- Tetteh, B., Ntsiful, E. (2023). A comparative analysis of the performances of macroeconomic indicators during the Global Financial Crisis, COVID-19 Pandemic, and the Russia-Ukraine War: The Ghanaian case. *Research in Globalization*, 7. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100174>
- Tzeng, K. Y., Su, Y. K. (2024). Can U.S. macroeconomic indicators forecast cryptocurrency volatility? *The North American Journal of Economics and Finance*, 74. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102224>
- Viceira, L. M. (2012). Bond risk, bond return volatility, and the term structure of interest rates. *International Journal of Forecasting*, 28, 97-117. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.018>
- Wang, H. (2019). VIX and volatility forecasting: A new insight. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 533. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121951>

- Zhang, Y., Hamori, S. (2021). Do news sentiment and the economic uncertainty caused by public health events impact macroeconomic indicators? Evidence from a TVP-VAR decomposition approach. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 82, 145-162. [Žiūrėta 2024-11-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.08.003>
- Zhang, Y., Hu, T., Xiao, S. (2025). Forecasting crude oil price volatility with uncertainty: New modeling with multivariate selection. *Finance Research Letters*, 80. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107442>
- Zhang, L., Luo, Q., Guo, X., Umar, M. (2022). Medium-term and long-term volatility forecasts for EUA futures with country-specific economic policy uncertainty indices. *Resources Policy*, 77. [Žiūrėta 2025-11-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102644>
- Xu, K., Wu, Y., Jiang, M., Sun, W., & Yang, Z. (2024). Hybrid LSTM-GARCH Framework for Financial Market Volatility Risk Prediction. *Journal of Computer Science and Software Applications*, 4(5), 22–29. [Žiūrėta 2024-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13643010>
- Xu, Y., Guan, B., Lu, W., Heravi, S. (2024). Macroeconomic shocks and volatility spillovers between stock, bond, gold and crude oil markets. *Energy Economics*, 136. [Žiūrėta 2024-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107750>

THE ROLE OF LEADING INDICATORS IN FORECASTING VOLATILITY IN FINANCIAL MARKETS

LIUCIJA ŠURPICKAJA

Master thesis

Finance and Banking

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – Doc. Dr. Greta Keliuotytė-Staniulėnienė

Vilnius, 2026

SUMMARY

55 pages, 12 charts, 2 pictures, 52 references

The aim of this master's thesis is to evaluate the role of leading economic indicators in forecasting financial market volatility, especially in the Baltic stock markets. In an unstable global environment characterized by economic and geopolitical uncertainty, forecasting volatility becomes extremely important for investor decision making and ensuring market stability.

The thesis consists of three main parts: literature review, methodology and empirical analysis, and conclusions and proposals. The literature reviews the concept of volatility, estimation methods and predictive power of leading indicators, with a special focus on the VIX, GEPV, CLI and FSI indicators.

The empirical part uses data from the OMX Baltic Benchmark GI index and selected leading indicators. AR, GARCH, EGARCH and GARCH-MIDAS models were applied. The results showed that the VIX index had the highest predictive power ($R^2 = 0.4692$), FSI and CLI were also statistically significant, but weaker. GEPV was statistically significant, but explained almost no volatility ($R^2 = 0.0023$). Sensitivity analysis confirmed the robustness of the results when changing the number of lags.

The study showed that global uncertainty and stress indicators, especially VIX, can be used as effective tools for forecasting volatility in small and open markets. The study contributes to the understanding of risk dynamics in European emerging markets and shows that combining macro indicators and high-frequency models improves forecasting accuracy.

PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMUO PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ FINANSŲ RINKOSE

LIUCIJA ŠURPICKAJA

Magistro baigiamasis darbas

Finansai ir bankininkystė

Vilniaus universiteto Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovė: Doc., Dr. Greta Keliuotytė-Staniulėnienė

Vilnius, 2026

SANTRAUKA

55 puslapiai, 12 lentelių, 2 paveikslėlių, 52 literatūros šaltiniai

Pagrindinis šio magistro darbo tikslas – įvertinti pirmaujančių indikatorių vaidmenį prognozuojant finansų rinkų nepastovumą, ypač Baltijos šalių akcijų rinkose. Nestabilioje pasaulinėje aplinkoje, kuriai būdingas ekonominis ir geopolitinis neapibrėžtumas, nepastovumo prognozavimas tampa itin svarbus investuotojų sprendimų priėmimui ir rinkos stabilumo užtikrinimui.

Darbą sudaro trys pagrindinės dalys: literatūros apžvalga, metodologija ir empirinė analizė bei išvados ir pasiūlymai. Literatūroje apžvelgiama nepastovumo samprata, vertinimo metodai, pirmaujančių indikatorių prognozavimo galia, ypatingą dėmesį skiriant VIX, GEPU, CLI ir FSI rodikliams.

Empirinėje dalyje naudojami OMX Baltic Benchmark GI indekso duomenys ir pasirinkti pirmaujantys indikatoriai. Buvo taikomi AR, GARCH, EGARCH ir GARCH-MIDAS modeliai. Rezultatai parodė, kad VIX indeksas turėjo didžiausią prognozavimo galią ($R^2 = 0.4692$), FSI ir CLI taip pat buvo statistiškai reikšmingi, bet jų poveikis nepastovumo prognozavimui buvo silpnesnis. GEPU buvo statistiškai reikšmingas, bet minimaliai daro įtaką nepastovumo prognozavimui ($R^2 = 0.0023$). Jautrumo analizė patvirtino rezultatų patikimumą keičiant vėlavimų skaičių.

Tyrimas parodė, kad pasauliniai neapibrėžtumo ir streso rodikliai, ypač VIX, gali būti naudojami kaip veiksmingos priemonės nepastovumui prognozuoti mažose ir atvirose rinkose. Šis tyrimas prisideda prie rizikos dinamikos Europos besivystančiose rinkose supratimo ir parodo, kad makroekonominių rodiklių ir aukšto dažnio modelių derinimas pagerina prognozavimo tikslumą.

PRIEDAI

1 priedas. GARCH modelio rezultatai

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value Pr(>|t|)
mu         0.000276    0.000055   5.0070 0.000001
omega      0.000001    0.000000   2.2657 0.023467
alpha1     0.116365    0.007928  14.6781 0.000000
beta1      0.877616    0.006455 135.9540 0.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value Pr(>|t|)
mu         0.000276    0.000071   3.8718 0.000108
omega      0.000001    0.000006   0.1176 0.906383
alpha1     0.116365    0.083719   1.3899 0.164546
beta1      0.877616    0.086232  10.1774 0.000000

LogLikelihood : 26237.12

Information Criteria
-----
Akaike          -7.5840

Sign Bias Test
-----
      t-value    prob sig
Sign Bias         0.5289 0.596875
Negative Sign Bias 2.5778 0.009965 ***
Positive Sign Bias 0.5076 0.611779
Joint Effect       8.0083 0.045840 **
```

Šaltinis: sudaryta Rstudio programos pagalba, atliekant tyrimą, 2025

2 priedas. EGARCH modelio rezultatai

```

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : eGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
mu      0.000338   0.000069   4.8756   1e-06
omega   -0.121696   0.015326  -7.9403   0e+00
alpha1  -0.023690   0.004659  -5.0846   0e+00
beta1    0.984712   0.001623 606.9089   0e+00
gamma1   0.211354   0.015583  13.5632   0e+00

Robust Standard Errors:
      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
mu      0.000338   0.000228   1.4812 0.138554
omega   -0.121696   0.051960  -2.3421 0.019176
alpha1  -0.023690   0.011375  -2.0827 0.037275
beta1    0.984712   0.005891 167.1517 0.000000
gamma1   0.211354   0.062853   3.3627 0.000772

LogLikelihood : 26205.07

Weighted ARCH LM Tests
-----
              Statistic Shape Scale P-value
ARCH Lag[3]    3.663 0.500 2.000 0.05563
ARCH Lag[5]    4.571 1.440 1.667 0.12900
ARCH Lag[7]    6.001 2.315 1.543 0.14114

Sign Bias Test
-----
              t-value   prob sig
Sign Bias      0.465 0.641956
Negative sign Bias  3.097 0.001965 ***
Positive sign Bias  1.474 0.140566
Joint Effect    12.012 0.007341 ***

```

Šaltinis: sudaryta Rstudio programos pagalba, atliekant tyrimą, 2025

3 priedas. Koreliacijos reikšmingumas

	Return	RV	VIX	GEPU	CLI	FSI
Return	0.000000e+00	2.917282e-09	7.979049e-38	4.533128e-01	3.290496e-01	3.741086e-02
RV	2.917282e-09	0.000000e+00	0.000000e+00	3.073905e-04	5.081671e-131	9.244459e-77
VIX	7.979049e-38	0.000000e+00	0.000000e+00	2.869138e-71	0.000000e+00	4.374134e-284
GEPU	4.533128e-01	3.073905e-04	2.869138e-71	0.000000e+00	1.660657e-252	3.432009e-15
CLI	3.290496e-01	5.081671e-131	0.000000e+00	1.660657e-252	0.000000e+00	1.135222e-260
FSI	3.741086e-02	9.244459e-77	4.374134e-284	3.432009e-15	1.135222e-260	0.000000e+00

Šaltinis: sudaryta Rstudio programos pagalba, atliekant tyrimą, 2025