

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

2 kursas, magistro studijų programa, finansai ir bankininkystė

Tomas Zykas
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

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

Darbo vadovė – doc. dr. Greta Keliuotytė - Staniulėnienė

Vilnius, 2025

TURINYS

ĮVADAS	4
1. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ PANAUDOJIMO AKCIJŲ RINKOS NEPASTOVUMUI PROGNOZUOTI TEORINIAI ASPEKTAI.....	8
1.1. Ekonominių indikatorių samprata ir klasifikacija.....	8
1.2. Pirmaujančių indikatorių reikšmė ir naudojimas moksliniuose tyrimuose bei praktinėje rinkos analizėje	11
1.3. Pirmaujančių indikatorių naudojimo problemos	18
1.4. Pirmaujančių indikatorių naudojimas ekonominiuose modeliuose	20
1.5. Akcijų rinkos nepastovumą nagrinėjančių mokslinių tyrimų analizė.....	25
2. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ PANAUDOJIMO, PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ AKCIJŲ RINKOJE, METODIKA	32
3. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ PANAUDOJIMO, PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ AKCIJŲ RINKOJE, TYRIMAS	40
4.1. Pirmaujančių indikatorių ir kitų rodiklių dinamika	40
4.2. Eurostoxx50 prognozinio tyrimo, naudojant pirmaujančius indikatorius, rezultatai	46
4.3. Temos diskusija	56
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	59
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	62
SANTRAUKA.....	69
SUMMARY	70
PRIEDAI.....	71

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Modeliuose naudojamų kintamųjų sąrašas.	33
2 lentelė. Grafinė tyrimui naudojamų duomenų analizė	40
3 lentelė. Aprašomoji duomenų statistika	43
4 lentelė. Granger priežastingumo testo rezultatai	45
5 lentelė. Mažiausių kvadratų regresijos rezultatai	45
6 lentelė. AR(4) modelio rezultatai	47
7 lentelė. ARMA(4;4) modelio rezultatai	49
8 lentelė. FGARCH(1;1) modelio rezultatai.	53

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Dažniausiai naudojamas ekonominių indikatorių klasifikavimas.	9
2 paveikslas. Pirmaujančių indikatorių kategorijos.	13
3 paveikslas. Pirmaujančių indikatorių tinkamumo vertinimo žingsniai.	17
4 paveikslas. Pirmaujančių indikatorių tyrimų metodų spektras	21
5 paveikslas. Akcijų biržos nepastovumų tyrimams naudoti atpažinti pirmaujantys indikatoriai.	26
6 paveikslas. Pagrindiniai akcijų rinkos nepastovumo prognozių tyrimo būdai.	29
7 paveikslas. Prognoziniam tyrimams sudaromos hipotezės.	37
8 paveikslas. Tyrimo eiga.	38
9 paveikslas. Mažiausių kvadratų regresijos paklaidų dalinė autokoreliacijos funkcija.	47
10 paveikslas. AR(4) paklaidų dalinė autokoreliacijos funkcija.	49
11 paveikslas. Nepastovumo prognozės naudojant ARMA modelį.	51
12 paveikslas. Nepastovumo prognozės naudojant FGARCH(1;1).	54

IVADAS

Darbo temos aktualumas. Pagrindinis ekonominio vaizdo bei stovio fiksavimo metodas yra ekonominių indikatorių kūrimas. Ekonominiai indikatoriai leidžia mums sukurti tam tikrą skaitinę išraišką, kuri parodo, kokia ekonomikos situacija buvo tam tikru laikotarpiu. Tai patvirtinama ir Kembridžo žodyne, kuris apibrėžia ekonominius indikatorius kaip „informaciją, kuri parodo, kaip gerai arba blogai laikosi ekonomika“. Dažniausias ekonominių indikatorių tikslas yra parodyti tam tikrą ekonominio kintamojo informaciją fiksuotame laike. Pagal tai didelė dalis autorių klasifikuoja indikatorius į sekijas. Dažniausiai pasikartojanti ekonominių indikatorių klasifikacija yra skirstoma pagal jų daromo efekto rinkoje pasireiškimą, t. y. jie skirstomi į pirmaujančius, atsiliekančius ir sutapimo. Kiekvienos ekonominių indikatorių klasės rodiklis pateikia tam tikrą informaciją apie ekonomiką, tačiau gali būti ir variklis bandant nuspėti verslo ciklus, o tuo pačiu ir akcijų rinkos grąžą. Todėl šiame magistro baigiamajame darbe siekis yra supažindinti mokslinę bendruomenę su ekonominiais indikatoriais, skiriant didžiausią dėmesį ateities pokyčius lemiantiems ekonominiams indikatoriams, t. y. pirmaujantiems ekonominiams indikatoriams, ir pateikti pirmaujančių ekonominių indikatorių panaudojimo galimybes siekiant prognozuoti nepastovumus akcijų rinkoje. Pagal nagrinėtą literatūrą buvo pastebėta, jog kai kurie pirmaujantys indikatoriai turi dideles prognozavimo galimybes bei leidžia nuspėti finansų rinkų pokyčius prieš jiems įvykstant. Remiantis šia ir kita mokslinėje literatūroje aptikta informacija, šiame darbe bus siekiama įrodyti, jog pirmaujantys indikatoriai yra naudingi finansų rinkų nepastovumo prognozės kintamieji. Taip pat šiame darbe bus siekiama pateikti pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybių modelį, kuris leistų prognozuoti akcijų rinkos nepastovumus ateityje.

Analizuojamos temos ištirimo lygis. Pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybės dažniausiai yra tiriamos stipriai išsivysčiusiose akcijų rinkose. Didžioji dauguma tyrimų, kurie atlikti siekiant išsiaiškinti pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybes buvo atlikti Jungtinių Amerikos Valstijų bei Kinijos rinkų kontekste, specifikuojant aukštą kintamųjų prieinamumą bei stiprų rinkos nepastovumą, kurį sunku nuspėti (Y. Zhang ir S. Hamori, 2021; J. Liu ir Z. Chen, 2023; M. He, Y. Wang, Qing Zeng ir Y. Zhang, 2023; M. Zhao ir L. Zhang, 2023). Tuo tarpu tema yra retai kada plėtojama Europos rinkoje dėl siauro rinkoje esančių pirmaujančių indikatorių prieinamumo ir mažo susietumo su Europos rinka. Be to egzogeninių kintamųjų įtraukimas į kainos formuojamus modelius, tokius kaip ARMA ir GARCH, dažnai neteikia statistiškai reikšmingos informacijos, kadangi pagal efektyvios rinkos teoriją E. Wallin (2020) kaina savyje atspindi jau visą prieinamą informaciją, kas parodytų jog naujų kintamųjų

įtraukimas į modelį, papildomų prognozinių galimybių nesuteiks. Tas atsispindi ir nagrinėjamuose moksliniuose tyrimuose (D. Chun, H. Cho ir D. Ryu, 2020; Y. Chen, G. Qiao ir F. Zhang, 2022; J. Černevičienė ir A. Kabašinskas, 2024; N. A. M. Abdelkader ir H. H. Wahba, 2024), kuriuose buvo galima regėti dvejopą rezultatą, kuris įrodo, jog iki šiol nėra pakankamai aišku ar pirmaujančių indikatorių įtraukimas teikia geresnes prognozes galimybes. Perteklinis modelių sudėtingumas dėl naujų egzogeninių rodiklių įtraukimo bei sudėtinga modelių kintamųjų atranka palieka terpę, tolimesnėms mokslinėms diskusijoms, kurios galėtų parodyti ar pirmaujantys indikatoriai yra naudingi nepastovumo prognozėms ir jei taip, kaip juos pažaboti siekiant indikatorius panaudoti modeliuose.

Darbo naujumas – Šis darbas siūlo naują variaciją, kaip panaudoti modelius, kurie buvo taikomi labiau išsivysčiusių rinkų, tokių kaip Kinijos ir JAV, judėjimų prognozavimui. Siekiant išsiaiškinti ar sudaryti modeliai yra pritaikytini kituose, mažiau judriose rinkose, tyrimo terpė buvo apibrėžta Europos rinkoje tiriant EUROSTOXX50 indekso gražos pokyčių nepastovumą. Šiuo pasirinkimu siekiama išsiaiškinti, ar pirmaujantys indikatoriai turi įtakos nepastovumo prognozėms ir ar jų panaudojimas modeliuose suteikia geresnes nepastovumo prognozes. Tyrimai kuriuose yra prognozuojamas nepastovumas akcijų rinkoje dažniausiai yra orientuoti naudoti pačios kainos kintamojo vėlavimus ir retai, kada yra stengiamasi į modelius įtraukti laisvųjų, prognozes formuojančių kintamųjų (Y. Zhang ir S. Hamori, 2021). Tačiau didelė dalis autorių išryškina, jog pirmaujančių indikatorių naudojimas gali duoti ankstyvus signalus rinkos pokyčiams, o kartu gali suteikti specifinę informaciją apie galimus nepastovumo lūžio taškus (T. J. Berge, 2015; E. Polyzos, 2023). Tema buvo plačiai nagrinėjama 2023-2024 metais įtraukus į modelius Covid-19 šokus bei politinės rizikos indikatorius (Z. Li, C. Xie, G. Wang, Y. Zhu, J. Long ir Y. Zhou, 2023; C. Zhao, X. Yuan, J. Long, L. Jin ir B. Guan, 2023; Q. Zeng, Y. Tang, H. Yang ir X. Zhang, 2024), tačiau sudaryti tyrimai remiasi JAV rinka ir labai retai buvo nagrinėjami Euro zonoje. Be to, sudarinėjant modelius autoriai buvo linkę labiau naudoti specifinio sektoriaus įtaką verčiau nei ekonomikos kaip visumos, tad jei tyrimas orientuotas patikrinti kaip karo pradžia Ukrainoje veikė nepastovumą, tai bus atliekama naudojant politinio sektoriaus duomenis, atmetant kitų pirmaujančių indikatorių galimą įtaką akcijų rinkai (E. Polyzos, 2023). Be to, autoriai rinkdamiesi tyrimo subjektus stipriai atsižvelgia į jau įvykusius šokus, per kainą, kas nesuteikia pilnos informacijos ar pirmaujantys indikatoriai teikia kažkokią pagalbą prognozėms sudaryti. Todėl nėra rinkoje įprasta naudoti šokų nepaveiktą tyrimo subjektą. Dėl to šio darbo subjektas yra stabilų įvertį išlaikęs Eurostox50 paketas, kurį naudojant bus siekiama nustatyti ar pirmaujantys indikatoriai turi įtakos nepastovumo prognozėms akcijų rinkoje. Darbas ne tik leis suprasti, kaip panaudoti pirmaujančius indikatorius

Europos rinkoje, bet gali suteikti informacijos, kaip panaudoti tam tikrus modelius specifinių šalių akcijų biržos nepastovumui prognozuoti ir leisti suprasti kaip interpretuoti tam tikrus gautus prognozių rezultatus.

Darbo problema. Ribotas tyrimų, susijusių su Europos akcijų rinkų prognozavimu naudojant ekonominius pirmaujančius indikatorius, spektras parodo, jog pirmaujančių indikatorių panaudojimas Europos finansų segmente dar nėra visiškai išplėtotas bei pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybės Europos finansų rinkose yra tobulintinos.

Darbo tikslas – išanalizavus teorinius pirmaujančių indikatorių aspektus, įvertinti dažniausiai naudojamus pirmaujančius indikatorius bei nustatyti tinkamą pirmaujančių indikatorių panaudojimo modelį, siekiant prognozuoti nepastovumus Europos akcijų rinkoje.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybes akcijų rinkos nepastovumo prognozėms sukurti, nusakant alternatyvas bei kylančias problemas;
2. Apsibrėžti ARMA modelio sudarymo metodą, kuris leistų prognozuoti akcijų rinkos nepastovumą naudojant pirmaujančius indikatorius;
3. Įvardinti GARCH modelį, kuris leistų įtraukti pirmaujančius indikatorius į modelio prognozes.
4. Pateikti atliktų ARMA bei GARCH tyrimų rezultatus bei palyginti juos su moksline literatūra.

Darbo metodai. Pirmojoje Magistro baigiamojo darbo dalyje buvo atliekama teorinės literatūros analizė siekiant išsiaiškinti ekonominių indikatorių rūšis išskiriant kokią naudą teikia kiekvienas ekonominis indikatorius. Toliau naudojant tą patį teorinės literatūros analizės metodą buvo siekiama nustatyti pirmaujančių ekonominių indikatorių panaudojimo galimybes bei pirmaujančių indikatorių naudojimo problemas. Paskutiniame pirmosios dalies poskyryje buvo naudojama teorinės literatūros analizė siekiant nustatyti dažniausiai naudojamus modelius akcijų rinkos nepastovumo prognozėms sudaryti. Antrojoje darbo dalyje buvo taikomas autoregresinio tyrimo bei GARCH tyrimo metodas, siekiant aprašyti darbe naudojamų modelių lygtis. Trečiojoje dalyje buvo atliekama tyrimo duomenų aprašomoji statistika bei vertinamas tyrimo duomenų tinkamumas. Taip pat buvo aprašomi atliktų tyrimų rezultatai bei gauti rezultatai palyginami su kitų autorių darbais.

Darbo struktūra. Magistro baigiamąjį darbą sudaro įvadas, pirmoji teorinė dalis, antroji metodologinė dalis, trečioji tiriamoji dalis, išvados, literatūros ir šaltinių sąrašas ir priedai. Teorinėje dalyje apibrėžiami dažniausiai naudojami ekonominiai indikatoriai, taip pat nusakoma pirmaujančių indikatorių reikšmės modeliuose ir jų panaudojimas. Toliau aptariamos dažniausiai sukeliamos pirmaujančių indikatorių problemos ir galiausiai aptariami tyrimai, kuriuose naudojami pirmaujantys indikatoriai siekiant suprasti, kaip naudojami pirmaujantys indikatoriai modeliuose ir nustatyti tinkamiausius modelius akcijų biržų nepastovumo prognozėms sudaryti. Antrojoje darbo dalyje yra aptariama Magistro baigiamojo darbo tyrimo metodika. O trečioje dalyje apibendrinama modelio kintamiesiems atlikta statistinė analizė, bei aptariami atliktų tyrimų rezultatai. Taip pat trečioje darbo dalyje atlikti tyrimai palyginami su kitų autorių darbais.

1. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ PANAUDOJIMO AKCIJŲ RINKOS NEPASTOVUMUI PROGNOZUOTI TEORINIAI ASPEKTAI

Šiame skyriuje bus aptariami teoriniai pirmaujančių indikatorių panaudojimo aspektai pradedant skyrių nuo ekonominių indikatorių, kaip visumos, aptarimo, siekiant išsiaiškinti kokios yra galimos alternatyvos pirmaujantiems indikatoriams. Taip pat bus giliau pažvelgta į tai kokią reikšmę suteikia pirmaujančių indikatorių panaudojimas tyrimuose ir bus apibendrinama, kokie indikatoriai dažniausiai pasireiškia moksliniuose darbuose bei praktinėje rinkos analizėje. Be to, skyriuje bus apibendrinamos dažniausios pirmaujančių indikatorių panaudojimo problemos, kurios gali sutrukdyti sudaryti ekonominius tyrimus ir bus aptariama, kokie tyrimai dažniausiai naudojami akcijų rinkos nepastovumui prognozuoti.

1.1. Ekonominių indikatorių samprata ir klasifikacija

Prieš pradedant plačiau nagrinėti pirmaujančius indikatorius, verta atkreipti dėmesį į tai kas yra ekonominiai indikatoriai ir panagrinėti ekonominių indikatorių rūšis. Tokiu būdu pradėta literatūros analizė ne tik padės suprasti kas yra pirmaujantys indikatoriai ir kodėl jie vadinami pirmaujančiais, bet kartu išryškins ir tai, kodėl rinkoje yra naudojami vis kitokie ekonominiai indikatoriai. Taip pat ekonominių indikatorių žinojimas, kaip visumos, padės išryškinti tam tikras problemas atsirandančias iš indikatorių sudarymo galimybių bei padės atskirti literatūroje naudojamų indikatorių grupes. Šios natūralios ekonominių pirmaujančių indikatorių sudarymo problemos gali būti siejamos su tuo, jog ne visi rinkoje naudojami pirmaujantys indikatoriai gali būti naudojami ateities kintamųjų rezultatams nuspėti.

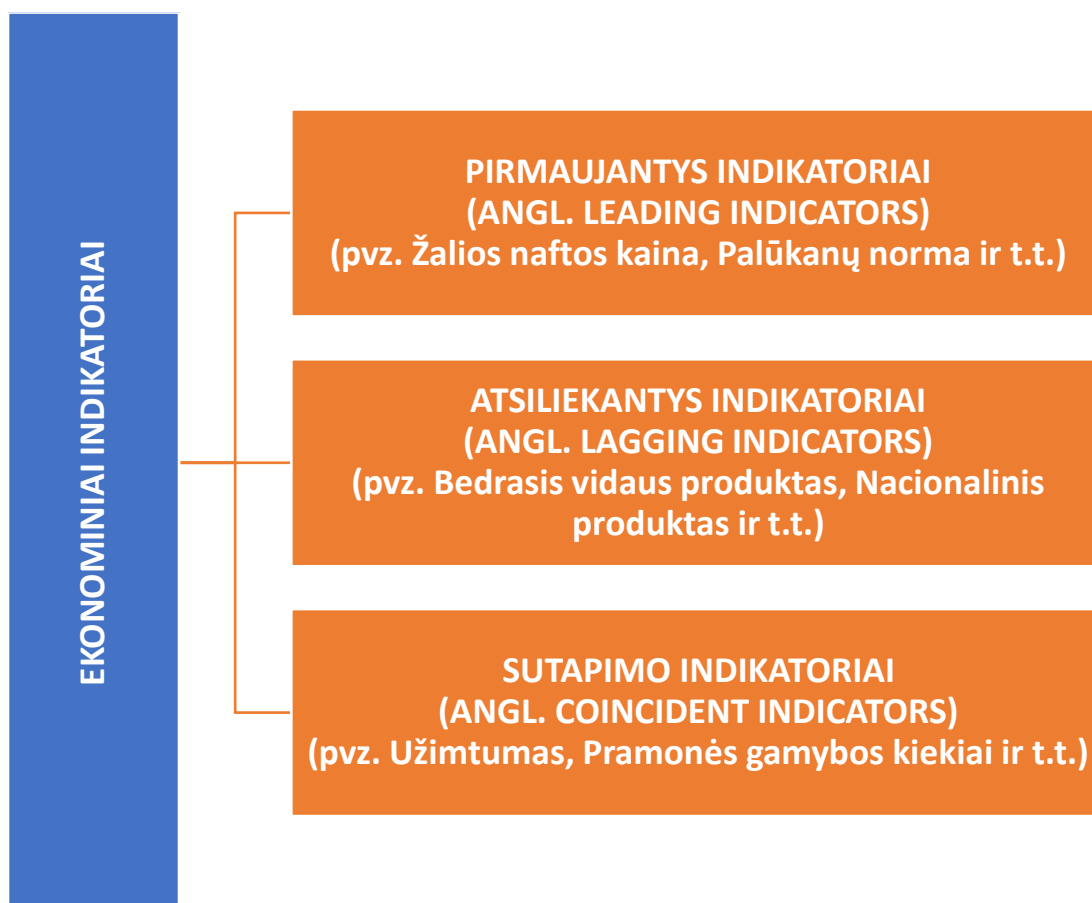
Pasaulio bankas (angl. The World Bank), 2023 metų pasaulio pažangumo indikatorių sekcijoje, apibrėžiančioje šalių ekonomiką, ekonominius indikatorius įvardija, kaip matavimo vienetus, parodančius kaip kito tam tikri ekonominiai vienetai (mikro ir makro lygyje), per tam tikrą laiko tarpą. Taip pat ekonominiai indikatoriai gali būti skirti parodyti tam tikro ekonominio rodiklio susitraukimų ir augimo laikotarpius, t. y. jų dinamiką. Tuo tarpu Kembridžo verslo žodynas ekonomikos indikatorius apibrėžia, kaip informacijos šaltinį, kuris parodo, kaip gerai ar blogai laikosi ekonomika duotuoju laikotarpiu. Dvi skirtingos apibrėžimo sritys leidžia daryti prielaidą, jog pagrindinis ekonominių indikatorių tikslas yra parodyti tam tikrą ekonominio rodiklio situaciją, ką išryškina ir G. Aoki, K. Ataka, T. Doi ir K. Tsubouchi (2023). Autoriai pabrėžia ekonominių indikatorių svarbą akcentuodami tai, jog jie yra būtini norint sudaryti

tinkamą šalies fiskalinę sistemą bei sukurti tinkamus strateginius sprendimus. Tačiau skirtingi ekonominiai indikatoriai pateikia skirtingą informaciją apie ekonomiką, kuri gali būti ne visai tiesiogiai susijusi su dabartine šalies situacija.

Nagrinėjant mokslinę literatūrą (L. Ballestra, A. Guizzardi ir F. Palladini, 2019; P. Nannestad, 2020; D. Cook ir B.Davíðsdottir, 2021; G. Aoki, K. Ataka, T. Doi ir K. Tsubouchi, 2023; J. Liu, ir Z. Chen, 2023) pastebima, jog ekonominiai indikatoriai yra skirstomi pagal tam tikras, jų daromo poveikio ekonomikai, savybes. Dažniausiai autoriai klasifikuoja ekonominius indikatorius pagal jų daromo efekto pasireiškimo rinkoje tendencijas (ar rezultatas pasireiškia iškart, ar po laiko, ar prieš laiką) arba pagal jų ryšį su tam tikrais rodikliais (ar turi koreliuotą ryšį, ar yra tiesioginis rezultatas). Pirmajame paveiksle parodomas dažniausias ekonominių indikatorių skirstymas, kuris yra minimas literatūroje.

1 paveikslas

Dažniausiai naudojamas ekonominių indikatorių klasifikavimas



Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis: P. Nannestad, 2020; D. Cook ir B.Davíðsdottir, 2021; G. Aoki, K. Ataka, T. Doi ir K. Tsubouchi, 2023; J. Liu, ir Z. Chen, 2023.

Atsiliekantys indikatoriai (angl. Lagging indicators) – Pagal Kembridžo žodyną atsiliekantis indikatorius yra rodiklis, kuris parodo kokia buvo situacija praeityje užuot vertinęs dabarties situaciją. Dalis ekonominių tyrimų (P. Nannestad, 2020; D. Cook ir B.Davíðsdottir, 2021; G. Aoki, K. Ataka, T. Doi ir K. Tsubouchi, 2023), skirtų prognozuoti bei surasti ryšį tarp tam tikrų kintamųjų, naudoja atsiliekančius ekonominius indikatorius. Pavyzdžiui, P. Nannestad (2020) savo tyrime naudoja dažniausiai pasikartojantį atsiliekantį indikatorį: bendrąjį vidaus produktą (toliau – BVP). Kaip pats autorius išryškina, BVP yra atsiliekantis indikatorius dėl jo pasireiškimo rinkoje – kadangi valdžios sektoriaus teikiami duomenys pasiekia rinką vėliau negu rinką pasiekia kainų pokyčiai, BVP patenka į atsiliekančių indikatorių sekciją. Atsiliekančių indikatorių panaudojimo galimybės yra susijusios su praeities informacijos pateikimu, tačiau gali turėti prasmės ir prognozuojant ateities pokyčius, ką išryškina P. Nannestad (2020) atlikdamas tyrimą, kurio tikslas buvo prognozuoti ekonominių krizių signalus ir D. Cook ir B.Davíðsdottir (2021) atliekant tyrimą apie tai kaip tam tikri ekonominiai indikatoriai gali padėti nuspėti ekonomikos tvarumą. Abi grupės autorių išryškina faktą, kad nors atsiliekantys indikatoriai, iš savęs, negali visiškai nuspėti tam tikrų ekonominių sąlygų pokyčių, tačiau atsiliekančių indikatorių įtraukimas į modelius padeda išspręsti prognozių nuokrypius atsirandančius dėl tam tikrų ekonomikos augimo tendencijų. Nors atsiliekantys indikatoriai ir neduoda tikslios informacijos apie tai, kaip kis kintamasis ateityje ir neleidžia daryti prielaidų, jog kažkoks indikatorius pokytis galimas ateityje, tačiau kintamasis matuotas ilgu periodu parodo tam tikras bendrąsias indikatorius savybes, pvz. aiškiai išreikštą augimo tendenciją, kas pozityviai paveiks prognozes arba sezoniškumą, kas tam tikrais periodais neigiamai paveiks prognozes.

Pirmaujantys indikatoriai (angl. Leading indicators) – Pagal Kembridžo žodyną pirmaujantys indikatoriai yra apibrėžiami kaip ateities situaciją rodantis rodiklis verčiau negu kažkas, kas parodytų dabarties situaciją. Šį apibrėžimą pateikia ir J. Liu ir Z. Chen (2023), teikdami, jog „Pirmaujantys ekonominiai indikatoriai leidžia pažvelgti į ateities ekonomikos scenarijų, o tai padeda prognozuoti būsimas verslo sąlygas“. Pirmaujantys indikatoriai dažniausiai dar skirstomi į dvi sekcijas: socialiniai pirmaujantys indikatoriai ir ekonominiai pirmaujantys indikatoriai. Socialiniai ekonominiai indikatoriai yra kintamieji, susiję su socialiniais visuomenės aspektais, pvz. darbingų žmonių skaičius rinkoje yra pirmaujantis indikatorius siekiant sužinoti nedarbingumo pokyčius arba P. Nannestad (2020) išskiria politinius pokyčius, tokius kaip valdymo kokybės vertinimą, kaip socialinį indikatorių. Ekonominiai pirmaujantys indikatoriai plačiausiai yra susiję su finansiniais rodikliais, pvz. . Liu ir Z. Chen (2023) išskiria bendrąją akcijų grąžą kaip pirmaujantį ekonominį indikatorių, kuris gali padėti nuspėti pokyčius ekonomikoje, taip pat į modelį įtraukia ir sudėtinį pirmaujantį

indikatorių (angl. composite leading indicator), kuris pagal Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizaciją (toliau – OECD) parodo verslo ciklo kitimo signalus.

Sutampantys indikatoriai (angl. Coincident indicators) - pagal Kembridžo verslo žodyną, tai tokia ekonominių indikatorių rūšis, kuri parodo dabartinę ekonominę situaciją, pvz. užimtumo rodikliai arba pramonės gamybos kiekiai. Bendrinis sutapimo indikatorių tikslas yra parodyti dabartinę realią situaciją, kas iš esmės leistų matyti realiąją ekonominę situaciją. Šio aspekto svarbą geriausiai išryškina G. Aoki, K. Ataka, T. Doi ir K. Tsubouchi (2023) išryškindami ekonominių indikatorių dabarties rezultatų svarbą ir sukurdami modelį, kuris generuotų ekonominius indikatorius realiu laiku, t. y. jų dabartinius atitikmenis. Pagrindinis autorių argumentas dėl sutapimo indikatorių sudarymo yra tai, jog vėluojantys valdžios sektoriaus pateikiami rodikliai neleidžia valdžios sektoriui priimti teisingų ir ekonomikai naudingų sprendimų realiu laiku, kas sukelia pirmaujančių indikatorių poreikį siekiant išsiaiškinti, kokia situacija yra dabartyje.

Apibendrinant galima teigti, jog ekonominiai indikatoriai yra skirstomi į tris, vieną kitą papildančius, poskyrius. Kiekvienas indiktorius turi savo paskirtį ir nurodo skirtingą ekonomikos situaciją. Akivaizdu, jog sutapimo ir atsiliekantys indikatoriai yra skirti realios ekonomikos nustatymui, kur pirmaujantys indikatoriai yra orientuoti nuspėti ateities indikatorių judėjimą. Tačiau negalima atmesti ir atsiliekančių bei sutapimo indikatorių naudos prognozėms, kadangi jie leidžia pavaizduoti tam tikrus natūralius ekonomikos augimo (ar nuokryčio) trendus, kurie gali padėti išvengti prognozių iškraipymų.

1.2. Pirmaujančių indikatorių reikšmė ir naudojimas moksliniuose tyrimuose bei praktinėje rinkos analizėje

Skirtingai negu atsiliekantys bei sutapimo indikatoriai, teisingai naudojami pirmaujantys indikatoriai gali padėti investuotojams pasiekti pagrindinį finansinių rinkų prekybos pranašumą, t. y. žinoti kada pasikeis akcijų biržoje reitinguojamų akcijų kaina prieš jai nukrypstant į nepalankią investuotojui pusę. Dėl šios priežasties pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybės technologinio pažangumo vedamoje rinkoje yra itin aktualios. Atsiradusi galimybė lengviau kaupti ir naudoti realiu laiku atsirandančią informaciją suteikė ne tik progą nuspėti artimiausius akcijų biržos pokyčius, bet kartu ir sudarė terpę, kurioje akcijų birža yra veikiamą kiekvieno ekonominio šoko. Kadangi nenuspėjamųjų įvykių, tokių kaip natūralios katastrofos, pandemijos bei karai, rinka išprognuoti negali, pranašumas nuspėti ateitį kyla iš gebėjimo pasakyti, kaip pakis visi ekonominiai indikatoriai, jeigu neatsiras nenuspėjamųjų šokų. Dėl šios priežasties pirmaujančių indikatorių panaudojimo galimybės yra kaip niekad aktualios šių dienų

ekonomikoje. Tačiau pirmaujančių indikatorių panaudojimas neša tam tikrų problemų siekiant nustatyti tinkamus rodiklius, kurie gali būti laikomi pirmaujančiais ir kuriuos būtų galima panaudoti sudarant ekonominius modelius.

Bendriniis pirmaujančių indikatorių apibrėžimas, minimas pirmajame poskyryje, leidžia suprasti, jog pirmaujantys indikatoriai yra bet kokie ekonominiai ar socialiniai rodikliai, kurie leidžia daryti išvadas dėl ateities ekonomikos pokyčio, jeigu prognozės yra atliekamos trumpuoju laikotarpiu. Pirmaujančių indikatorių įvairovė atsispindi ir mokslinėje literatūroje (1 priedas). Susisteminta informacija apie mokslinėje literatūroje dažniausiai sutinkamus ekonominius pirmaujančius indikatorius ir tyrimo subjektus pateikiama pirmame priede.

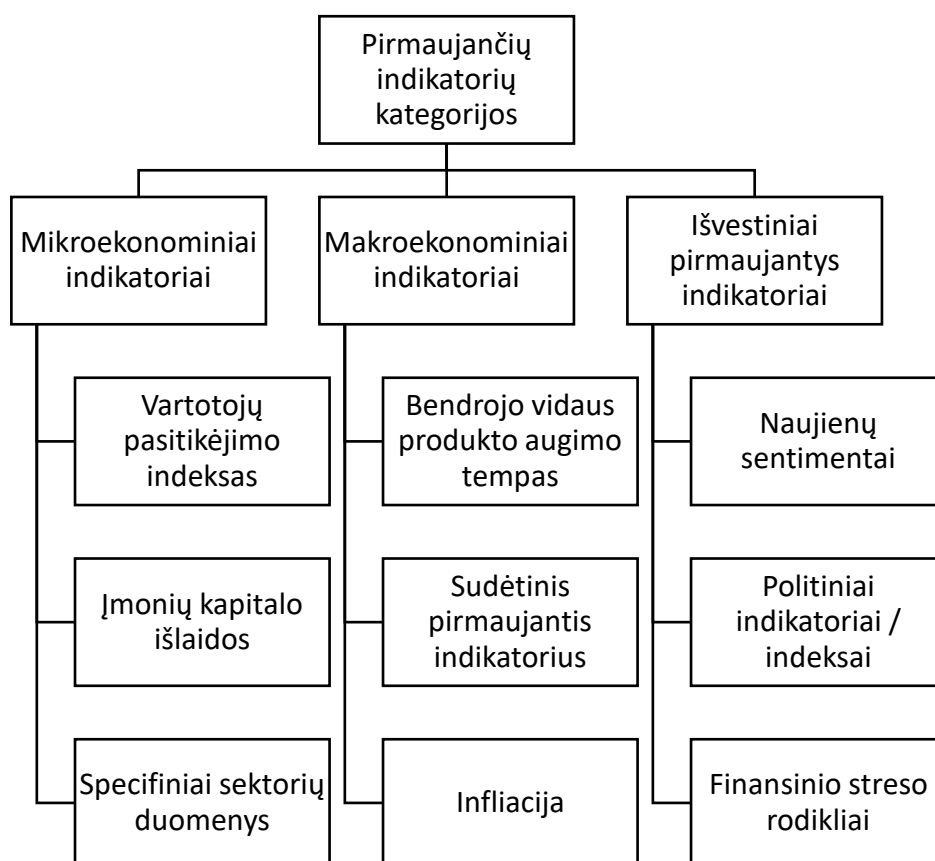
Pagrindinis aspektas, kuris išryškėjo nagrinėjant autorių tyrimuose naudotus kintamuosius, buvo tai, jog mokslinėje literatūroje buvo siekiama panaudoti tokius pirmaujančius indikatorius, kurie turėtų ekonominę ryšį su tyrimo objektu, tačiau autoriai stengėsi išvengti kintamųjų, kurie formuoja tyrimo objektą, todėl bendrieji ekonominiai rodikliai tokie kaip bendrasis vidaus produktas, vartojimas ar valdžios sektoriaus išlaidos buvo retai naudojami. Tačiau siekiant į modelius įtraukti makroekonominis kintamuosius autoriai transformuoja juos į procentines formas, kas pašalina kintamųjų vienas kito formavimo problemą. Tai dažniausiai išryškėjo autorių tyrimuose (E. K. Kelley ir P. C. Tetlock, 2016; A. S. Cordis ir C. Kirby, 2017; A. Fernando, 2017; E. Wallin, 2020; S. Kaur, 2022; R. M. Gaspar ir X. Jiaming, 2023), kurie buvo orientuoti patikrinti, kaip mikroekonominiai ir makroekonominiai pirmaujantys indikatoriai veikė tam tikrą pasirinktą akcijų rinką ar kitus ekonominius subjektus.

Dar vienas akivaizdus teorinis aspektas, kuris išryškėjo nagrinėjant mokslinę literatūrą, kurioje naudojami ekonominiai pirmaujantys indikatoriai, buvo tai, kad autoriai sudarinėdami modelius nėra linkę naudoti realiųjų ekonominių rodiklių reikšmių ir dažniau naudoja ekonominius indikatorių indeksus, santykius, bei tendencijas prognozėms sudaryti, kadangi šie teikia didesnes prognozes galimybes, bet kartu neša didesnę riziką dėl sąryšio trūkumo su rinka. Indeksų ir santykių naudojimo nauda geriausiai išryškina E. Wallin (2020), kuri atkreipia dėmesį į efektyvios rinkos teoriją, kuri teigia, jog visų mikroekonominių ir makroekonominių naujienų sukelti šokai natūraliai atsispindi akcijų kainose, kurios savyje talpina visą prieinamą informaciją. Siekiant gauti tam tikros papildomos informacijos prognozuojant nepastovumą akcijų biržoje autorė išryškina, jog tenka prisiimti tam tikrą lygį nepaaiškinamumo.

Interpretuojant nagrinėtą mokslinę literatūrą, aiškiai galime išskirti tris pagrindines pirmaujančių indikatorių kategorijas, kurios vaizduojamos antrajame paveiksle.

2 paveikslas

Pirmaujančių indikatorių kategorijos



Šaltinis: sudaryta autoriaus, remianti: E. K. Kelley ir P. C. Tetlock, 2016; A. S. Cordis ir C. Kirby, 2017; A. Fernando, 2017; Y. Zhang ir S. Hamori, 2021; A. R. Mohamed, 2022; T. Duprey ir B. Klaus, 2022; E. Wallin, 2020; S. Kaur, 2022; R. M. Gaspar ir X. Jiaming, 2023; M. Segnon, Z. Li, C. Xie, G. Wang, Y. Zhu, J. Long ir Y. Zhou, 2023; R. Gupta ir B. Wilfling, 2024.

Mikroekonominiai pirmaujantys indikatoriai – šie indikatoriai dažniausiai susideda iš individualių įmonių veiklos rezultatų, kurie turi tiesioginį poveikį tyrimo subjektui. Pavyzdžiui, E. K. Kelley ir P. C. Tetlock (2016) naudoja individualaus verslo mažmeninius skolintų vertybinių popierių pardavimus, kaip pirmaujančių indikatorių parodantį ateities akcijos kainos kritimą, kas galime teigti, jog yra natūrali seka įskaitant, jog mažmeninės prekybos sumažėjimas tiesiogiai veikia įmonės pelną, o kartu ir akcijų vertę. Tuo tarpu A. S. Cordis ir C. Kirby (2017) savo tyrime nurodo, kaip vartotojų pasitikėjimo indeksas veikia Kinijos, Europos ir Jungtinių Valstijų akcijų rinkų grąžas, vertinant medicinos sektorius, kurie yra stipriai jautrūs ir priklausomi nuo vartotojų. Panašią situaciją regime ir R. M. Gaspar ir X. Jiaming (2023) tyrime, kuriame buvo siekiama parodyti kaip kapitalo išlaidos bei įmonės veikla veikia akcijų grąžą, kas ir vėl parodo tiesioginį ryšį su akcijų kaina, kadangi įmonės kapitalo išlaidos dažniausiai rinkoje yra traktuojamos, kaip investicijų ženklas, o tai natūraliai kelia akcijų kainą, ką indikuoja ir tyrimo rezultatai. Nagrinėtų autorių tyrimų rezultatai rodo, jog mikroekonominiai kriterijai,

teikia statistiškai reikšmingas tendencijas tada, kada yra labai aiškus ir ryškus akcijų pokyčio ryšys su kintamuoju ir kai apytiksliai galima numanyti, kokia kryptimi kės akcijos kaina naudojant kriterijų.

Makroekonominiai pirmaujantys indikatoriai – šie indikatoriai dažniausiai susideda iš transformuotų makroekonominių kintamųjų, tokių kaip bendrasis vidaus produktas arba infliacija, ir plačiai rinką veikiančių sektorių rodiklių, kaip pvz. žalia nafta. Kaip pavyzdį galime panaudoti A. Fernando (2017) atliktą tyrimą Šri Lankoje, kuriame autorius naudodamas pirmaujančius makroekonominius indikatorius, kurie buvo palūkanų norma, infliacija, pinigų pasiūla ir valiutų kursas, siekė išprognuoti nepastovumą akcijų rinkoje. Tyrimo rezultatai parodė statistiškai reikšmingą makroekonominių kintamųjų poveikį, tačiau šis poveikis buvo labai skirtingas ir vienas kitą dengiantis, kas atsivaizdavo autoriaus rekomendacijose ir pasiūlyme mažinti makroekonominių kintamųjų skaičių. Panašią situaciją regime ir E. Wallin (2020) atliktame tyrime, kuriame autoriai tikrina tiesioginį infliacijos, palūkanų normos ir žalios naftos kainos poveikį akcijų biržai, kuris pasirodė statistiškai reikšmingas ir vertas didesnio plėtojimo. Tuo tarpu S. Kaur (2022) savo tyrime pasirenka naudoti BVP augimo tempą ir infliaciją kaip akcijų nepastovumą Indijoje veikiančius veiksnus, kas parodė, jog BVP augimo tempo didėjimas kelia akcijų pastovumą, o infliacija skatina nepastovumą ir akcijų kainos šuolius. Tyrimai leidžia daryti prielaidą, jog infliacija turi stipriausiai statistinį reikšmingumą kintamiesiems, tačiau kaip išryškina autoriai tai stipriai apriboja tyrimo imtis, dėl duomenų stokos ir matavimo dažnio skirtumo.

Išvestiniai pirmaujantys indikatoriai – tai pirmaujantys indikatoriai, kurie nepriskiriami aukščiau minimoms grupėms ir iš prigimties neatspindi tam tikro finansinio rodiklio. Jų reikšmė akcijų rinkai, skirtingai negu finansinių duomenų, kyla iš jų ekonominio sąryšio su rinka. Mokslinėje literatūroje dažniausiai sutinkami šie išvestiniai pirmaujantys indikatoriai: naujienų sentimentas / indeksas, politiniai indikatoriai, finansinio streso rodikliai (T. Duprey ir B. Klaus, 2022; Y. Zhang ir S. Hamori, 2021; A. R. Mohamed, 2022; M. Segnon, Z. Li, C. Xie, G. Wang, Y. Zhu, J. Long ir Y. Zhou, 2023; R. Gupta ir B. Wilfling, 2024). Kiekvienas iš šių rodiklių turi platų poveikio spektrą, pavyzdžiui, politinių indikatorių augimas pagal autorių atliktus tyrimus indikuoja, jog akcijų rinkos nepastovumas augs, tuo tarpu naujienų sentimentų indeksas gali turėti tiek teigiamą, tiek neigiamą poveikį įskaitant tai, jog pats rodiklis iš savęs teikia visą rinkos informaciją, susijusią su tam tikra tema. Tuo tarpu finansinio streso rodiklius autoriai išryškina kaip neigiamą rezultatą teikiančius rodiklius, kadangi finansinio streso rodiklis gali sumažinti užsienio įsitraukimą į akcijų rinką, o kartu gali ir padidinti įmonių riziką, kas gali išprovokuoti verslo mažėjimą, o kartu ir akcijų kainų kritimą.

Supratus kaip yra klasifikuojami pirmaujantys indikatoriai, pravartu pažiūrėti ir kitų autorių atliktus tyrimus, siekiant rasti tam tikras pirmaujančių indikatorių naudojimo tendencijas bei pažvelgti į tai kokie indikatoriai dažniausiai yra naudojami siekiant rasti tam tikrą ekonominį rezultatą. Tam, kad galėtume suprasti modeliuose naudotinių, pirmaujančių indikatorių pritaikymo galimybes verta pažvelgti, kokiam kontekste buvo naudojami kintamieji. Pavyzdžiui, D. Chun, ir kt. (2020) tyrime naudotas pirmaujantis indikatorius buvo numanomo nepastovumo **indeksas** (angl. Implied Volatility Index, VKOSPI), kurį naudojant buvo siekiama ištirti, kokie indikatoriai gali paveikti ekonomikos nepastovumą, o tuo pačiu padėti ir ištirti, kokie kintamieji daro įtaką Pietų Korėjos ekonomikai. N. Lourenco, ir A. Rua (2021) atlikdami tyrimą apie tai, kaip Covid-19 pandemija paveikė ekonomikos vystymąsi Portugalijoje, naudojo kasdienės ekonomikos augimo **tendencijas** kaip pirmaujančių indikatorių norint nuspręsti ateities laikotarpio augimą bei palyginti gautus rezultatus su dabartimi, kas išryškino tam tikras tyrimo problemas dėl naudoto laikotarpio. Tačiau šiai tendencijai buvo pastebėta viena išlyga – kintamieji kurie natūraliai yra išreiškiami procentine dalimi, pvz. palūkanų norma, gali pasitaikyti tyrimuose, kaip pirmaujantis indikatorius, kadangi stipraus tiesioginio poveikio tokie kintamieji neparodo (P. Nannestad, 2020; G. Aoki ir kt., 2023).

Iš nagrinėtų pavyzdžių matome keletą pasikartojančių kintamųjų, kai nagrinėjami subjektai sutampa. Nagrinėtoje mokslinėje literatūroje, aiškiai galime matyti, jog didžioji dalis autorių, kurie nagrinėjo finansų rinkų nepastovumą, naudojo žalią naftą, kaip pirmaujančių indikatorių (D. Chun ir kt., 2020; G. De Bondt ir kt., 2021; Y. Zhang ir kt., 2021, E. Polyzos, 2023). Kita dalis autorių, kurie nagrinėjo akcijų rinką naudojo sudėtinį pirmaujančių indikatorių (H. Long ir kt. 2022; J. Liu ir kt., 2023). Taip pat galime atkreipti dėmesį į L. V. Ballestra ir kt. (2019) naudotą VIX rodiklio kainą, kaip pirmaujančių indikatorių bandant nuspėti ateities akcijų rinkos atidarymo – uždarymo kainos grąžą. Šiame modelyje VIX kintamasis yra naudingas prognozėms dėl to, nes jis nuspėja 30 dienų Jungtinių Amerikos Valstijų (toliau - JAV) akcijų biržos nepastovumą, kas suteikia informaciją apie galimus akcijų rinkos svyravimus bei kartu gali duoti tam tikrus signalus, kaip kis tarptautinės akcijų rinkos, kadangi JAV akcijų birža turi artimą ryšį su kitomis pasaulio akcijų rinkomis. VIX pirmaujančio indikatoriaus naudojimas pažymimas ir T. J. Berge (2015) tyrime bandant nuspėti ekonomikos recesijos signalus bei D. Chun ir kt. (2020) tyrime nagrinėjant trumpo laikotarpio nepastovumus finansų rinkose. Interpretuojant autorių tyrimų subjektus bei atsižvelgiant į tai kokiam kontekste buvo naudojami indikatoriai galime pastebėti, jog įvardinti temos subjektai yra siaurai susiję su akcijų rinkos nepastovumu, kadangi kiekvienas nagrinėjamas rodiklis gali tiesiogiai paveikti nepastovumo atsiradimą akcijų rinkoje.

Dar vienas svarbus aspektas, kuris buvo pastebėtas tarp naudojamų ekonominių indikatorių buvo tai, jog autoriai skiria dėmesį naujienų, paklausos bei politinių sąlygų, kaip pirmaujančių indikatorių, integravimui į savo modelius. Autoriai išryškina naujienų sentimentą ir šalies politikos reikšmę ekonomikos stabilumui bei svyravimams. Pavyzdžiui Y. Zhang ir S. Hamori (2021) išskiria naujienų antraščių sentimentą indeksą (angl. News Headlines Sentiment Index), infekcinių ligų akcijų rinkos nepastovumo stebėjimo priemones (angl. Infectious Disease Equity Market Volatility Tracker), Finansinio streso rodiklį, žaliosios naftos ateities kainas, savaitinį ekonomikos indeksą (trump. - WEI) ir 1 mėnesio išdo pastovaus termino normą kaip pirmaujančius indikatorius siekiant nustatyti nepastovumų atsiradimą JAV akcijų rinkoje. T. L. Damonte ir kt. (2021) naudojo savaitinę nakvynės paklausą, kaip pirmaujančią indikatorių nuspėti verslo ciklus JAV ekonomikoje, kaip visumoje, kas kelia klausimų dėl tyrimuose naudojamų indikatorių naudingumo ir dėl to ar naudojamas indikatorius nėra rodantis atsitiktinį ryšį. Tokią pačią problemą galime pastebėti ir P. A. Hamill, A. A. Pantelous, S. A. Vigne ir J. Waterworth (2021) tyrime, kuriame naudojamas tinklo ryšio prieinamumas, kaip pirmaujantis indikatorius lemiantis Europos užsienio vekselių prekybos rinką. Kitokį aspektą paliečia P. Nannestad (2020) išryškindamas politinių pirmaujančių indikatorių įtraukimo į modelį galimybes, bandant nuspėti bankų sektoriaus krizes. Atlikto tyrimo rezultatai parodė tai, jog politiniai indikatoriai turėjo stipresnį ryšį su bankų sektoriumi negu naudoti ekonominiai indikatoriai. Tokie rezultatai ne tik parodo, jog tyrime panaudojus ne visai su ekonomika susijusius indikatorius galima gauti geresnes prognozes, bet kartu ir išryškina ne ekonominių indikatorių naudojimo poreikį. Visi autoriai išryškina tai, jog informaciniai indikatoriai leidžia modeliui turėti geresnes šokų nuspėjimo galimybes, jei modeliai yra realiu laiku atnaujinami, pagal keliamus kriterijus.

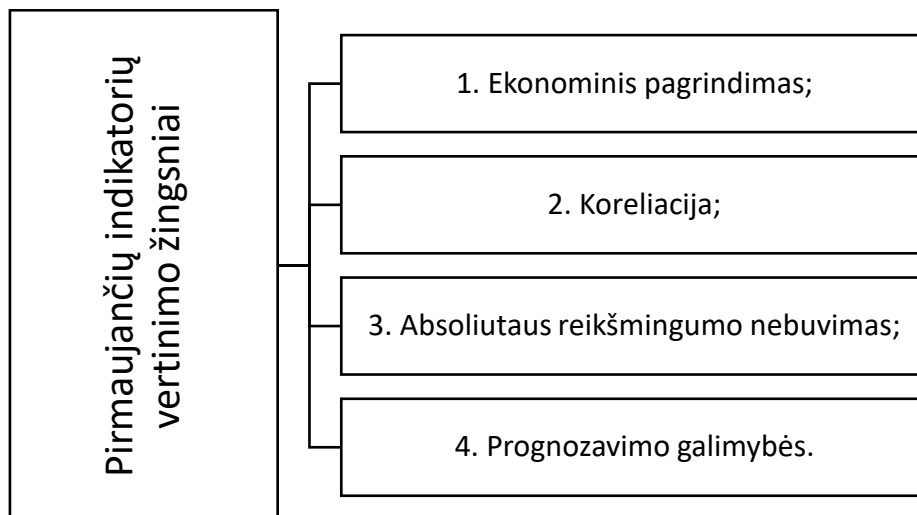
Akivaizdu, jog skirtingi ekonominių tyrimų subjektai reikalauja neįprastų prognozavimo galimybių, o tuo pačiu neįprastų ekonominių kintamųjų. Nors ir ankščiau pateikti variantai atspindi realius kintamuosius, kurie yra naudojami kaip atitikmuo pirmaujančių indikatorių, dažniausiai autoriai išskiria tai, kad kiekvienas sudaromas tyrimas gali turėti savotišką pirmaujančią ekonominę indikatorių, kuris turės įtaką temos subjektui. Pavyzdžiui, D. Parnes (2024) siūlo naudoti vario ir aukso santykį (angl. cooper-to-gold ratio) kaip pirmaujančią indikatorių, kuris nulemia JAV dešimties metų išdo vekselio pajamingumą, o P. A. Pintus, Y. Wen ir X. Xing (2022) įrodo, jog darbo valandos gali būti pirmaujantis indikatorius spėjant infliaciją, kas parodo, jog pirmaujantys indikatoriai gali būti bet kokie rodikliai, kurie kinta greičiau negu jų subjektas.

Dalis autorių (H.K. Chow ir K.M. Choy, 2006; D. Chun, H. Cho ir D. Ryu, 2020; G. De Bondt ir B. Davíðsdóttir, 2021) pabrėžia jog tam, kad ekonominę indikatorių būtų galima laikyti

pirmaujančiu indikatoriumi, jis turi atitikti keturias pagrindines vertinimo savybes, kurios parodomos trečiajame paveiksle.

3 paveikslas

Pirmaujančių indikatorių tinkamumo vertinimo žingsniai



Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis: H.K. Chow ir K.M. Choy, 2006; D. Chun, H. Cho ir D. Ryu, 2020; G. De Bondt ir B. Davíðsdóttir, 2021.

Ekonominis pagrindimas – išryškina tai, jog ekonominis indikatorius turi turėti ekonominį pagrindimą, kodėl jis pirmauja, pvz. išduotų kredito paskolų skaičius yra ekonomiškai svarbus kintamasis, kuris turi ryšį su finansų rinkos subjektu, kas parodo ekonominį pagrindą, kuris gali padėti prognozuoti finansų krizę (T. Duprey ir kt., 2020).

Koreliacija – ekonominis indikatorius, turi koreliuoti su tyrime naudojamu priklausomuoju kintamuoju.

Absoliutaus reikšmingumo nebuvimas – kintamasis neturi visiškai koreliuoti su kintamuoju, kadangi aukšta koreliacija gali parodyti, jog kintamasis formuoja tyrimo subjektą, o tai lems netikslias prognozes.

Prognozavimo galimybės – šis vertinimo kriterijus, nors ir ne visada taikomas, parodo, jog pirmaujantis indikatorius ne tik turi turėti ekonominį pagrindimą, bet ir turi turėti statistiškai reikšmingas panaudojimo prognozėse galimybes.

Kiekvienas ekonominių indikatorių vertinimo žingsnis padeda atskirti ar planuojamam atlikti tyrime yra pasirinktas tinkamas pirmaujantis indikatorius ir padeda suprasti ar egzistuos tam tikros prognozavimo galimybės prieš pradedant tyrimą. Literatūroje pastebima, jog dažniausiai kintamieji, kurie rodė teigiamas prognozavimo galimybes, tokie kaip VIX kaina, naftos kaina arba sudėtinis pirmaujantis indikatorius, yra naudojami ir tolimesniuose tyrimuose, vertinant tai, jog keletas autorių naudojo šiuos kintamuosius. Tačiau nesunku pastebėti tai, jog

aukščiau nagrinėtoje literatūroje pasitaiko, pirmaujančių indikatorių, kurie ne būtinai atitinka visus pirmaujančiam indikatoriui keliamus reikalavimus. Tai parodo, jog norint panaudoti tam tikrą informaciją tyrimuose tenka susidurti su tam tikromis galimomis problemomis.

1.3. Pirmaujančių indikatorių naudojimo problemos

Ivardijus pirmaujančių indikatorių aktualumą bei nusakius literatūroje pasitaikančių indikatorių pavyzdžius, pastebime tam tikras šių kintamųjų panaudojimo problemas. Kaip ir kiekvienas prognozėms naudojamas kintamasis, taip ir pirmaujantys indikatoriai, turi **kilmės problemą**, kurią išryškina G. Aoki ir kt. (2023). Pagal autorius, didelė dalis pirmaujančių indikatorių yra kildinami iš kitų ekonomikos indikatorių rodmenų, t. y. pirmaujantys indikatoriai yra sudaromi naudojant prieinamus sutapties indikatorius arba naudojant praeities įverčius indikatoriums sudaryti. Dėl šios priežasties galime interpretuoti, jog autoriai išryškina pirmaujančių indikatorių panaudojimą prognozėse problemą, kadangi realiu laiku matoma indikatorių vertė yra sudaroma naudojant tam tikrus praeities epizodus. Ši problema buvo plačiau nagrinėta J. Frankel ir G. Sarvelos (2012), kurie išryškina, jog ne visi pasirinkti pirmaujantys indikatoriai lems teisingas prognozes. Svarbiausias abiejų autorių grupių išryškintas aspektas yra klaidingai teigiamo (angl. False positive) rezultato gavimas, kuris lems padaryti nelogiškas ir diskutuotinas išvadas. F. Jeffrey ir kt. (2012) teigimu dažnai rinkoje pasireiškia įspėjimo indikatorių naudojimas prognozėms, laikant juos pirmaujančią signalą teikiančiais indikatoriais. Tačiau skirtingai negu pirmaujantys indikatoriai, įspėjamieji indikatoriai ilgalaikio ryšio su prognozės subjektu neturi, tačiau parodo tam tikrų pokyčių galimybę duotuoju laiku. Kaip pavyzdį autoriai išryškina bankų rezervų pokytį, kuris dažnai buvo naudojamas literatūroje, kaip pirmaujantis indikatorius leidžiantis nuspėti finansų krizes. Tačiau vėlesniuose tyrimuose pastebima, jog bankų rezervo pokytis parodo, tik tam tikrus verslo ciklo pokyčio signalus, tačiau rezultato, kuris padėtų nuspėti finansų krizes, neteikia.

Dėl neaiškaus ryšio tarp kintamųjų dalis autorių pasirenka naudojamiems pirmaujantiems indikatoriums atlikti Granger priežastingumo testą, siekiant išsiaiškinti ar kintamasis padės prognozuoti tyrimo subjektą prieš atliekant testą (H. K. Chan ir kt., 2006; K. Karfakis ir E. Karfaki, 2018; T. Basse, S. Desmyter, D. Saft ir C. Wegener, 2023). Tačiau Granger priežastingumo testas yra orientuotas labiau parodyti ryšį tarp dviejų laike kintančių kintamųjų, kas ne visiškai paaiškina ar egzistuoja ekonominis ryšys tarp rodiklių. Aklai remiantis Granger testo rezultatais, ne tik galima sugadinti modelio prognozinės galimybes, bet gali privesti ir prie anksčiau minėtosios problemos, kai kintamieji turi tarpusavio ryšį, bet tas ryšys yra klaidingai

teigiamas arba neigiamas, todėl prieš remiantis Granger priežastingumo testo duomenimis svarbu suvokti ar egzistuoja finansinis, ar ekonominis kintamųjų tarpusavio ryšys.

Granger priežastingumo testo taikymas išryškina kitą pirmaujančių indikatorių problemą, kurią savo darbe pabrėžia ir C. Zhao ir kt. (2023), jog pirmaujantys indikatoriai, kurie yra sudaryti iš finansinių rodmenų, gali turėti per stiprią koreliaciją, kadangi „finansiniai rodikliai yra triukšmingi ir persipynę“. Autoriai pabrėžia tai, kad skirtingi finansiniai rodmenys, nors ir veikia skirtingas veiklos sritis, tačiau pateikia informaciją apie tą pačią ekonominę sferą. Tą parodo ir jų atliktas tyrimas, kuriame buvo akivaizdu, jog įmonių pelningumo indeksai stipriai koreliuos su akcijų rinka dėl tiesioginio ryšio tarp dviejų kintamųjų. Norint išvengti šios problemos, dažnai tenka pasitelkti naujų indeksų išvedimą, kurie gali sukelti papildomų netikslumų prognozėms. Kitas būdas, kurį naudoja ir autoriai, į tyrimą, kuriame naudojami pirmaujantys indikatoriai įtraukti informacinių pirmaujančių indikatorių arba fiktyvių kintamųjų, kurie atitiktų informacinį kriterijų, taip sumažinant modelio kintamųjų tarpusavio koreliaciją.

L. Ballestra ir kt. (2019) atkreipia dėmesį į tai, jog perteklinis pirmaujančių indikatorių naudojimas, taip pat gali būti netikslių prognozių šaltinis. Perteklinis pirmaujančių indikatorių naudojimas anot autorių suteikia modeliui perdėtas prognozes galimybes. Norint išvengti šios problemos, pagal atliktą tyrimą, autoriai rekomenduoja į modelį kartu įterpti vėluojančių ir sutapimo indikatorių rinkinį.

Nors ir rekomenduotina į modelį įtraukti vėluojančius indikatorius, H. Lingard, M. Hallowell, R. Salas or P. Pirzadeh (2017) išryškina tai, jog egzistuoja sąveika tarp pirmaujančių ir atsiliekančių indikatorių, kas gali lemti autoregresijos problemas regresiniuose tyrimuose. Taip pat svarbus aspektas, kurį išryškina autoriai yra tai, jog pirmaujančių indikatorių nuspėjimo galimybės yra vertinamos pagal praeities duomenis, kas buvo pabrėžta ir C. Zhao ir kt. (2023) tyrime. Galimi autokoreliacijos spąstai, ne tik gali sugadinti prognozėms naudojamą modelį, tačiau gali ir privesti prie neteisingų išvadų. Taip pat, kadangi pirmaujantys indikatoriai dažnai yra sudaromi naudojant praeities rezultatus, kaip veiks prognozės nėra aišku, kol nėra kartojami atliekami tyrimai skirtingais laiko periodais, kas išryškina dažną tyrimų rezultatą – jog modelis gerai prognozuoja dabarties rezultatus, tačiau ne taip gerai ateities vaizdą. Tai kelia klausimų dėl prognozėms sukurtų modelių aiškumo ir ilgaamžiškumo, kadangi modeliai sudaryti trumpam periodui, atmetama galimų šokų tikimybė, ko būtų galima išvengti įterpus tam tikrą naujiųjų kintamųjų.

Apibendrinus galima teigti, jog pagrindinės pirmaujančių indikatorių problemos atsiranda, dėl pačių indikatorių sudarymo ir sąveikos su kitais ekonominiais rodikliais. Tačiau didžioji dauguma kylančių problemų galima išspręsti į modelį įterpus kitų, labiau ne tiesiogiai susijusių su tyrimu kintamųjų, tokių kaip naujiųjų sentimentų indeksas, politiniai indikatoriai ir

t.t. Nors tai ir gali sumažinti modelio prognozavimo galimybes, tačiau leis išvengti neteisingo modelio rezultatų ir padės išvengti perdėtų arba klaidingai teisingų rezultatų. Taip pat negalima visiškai atmesti Granger priežastingumo testo naudos, kuris gali leisti išvengti modelio sudarymo su netinkamais kintamaisiais problemos, tačiau negalime akiai pasitikėti testo rezultatais ir vertėtų taip pat įvertinti modelio tiesines galimybes pagal mažiausių kvadratų lygtį.

1.4. Pirmaujančių indikatorių naudojimas ekonominiuose modeliuose

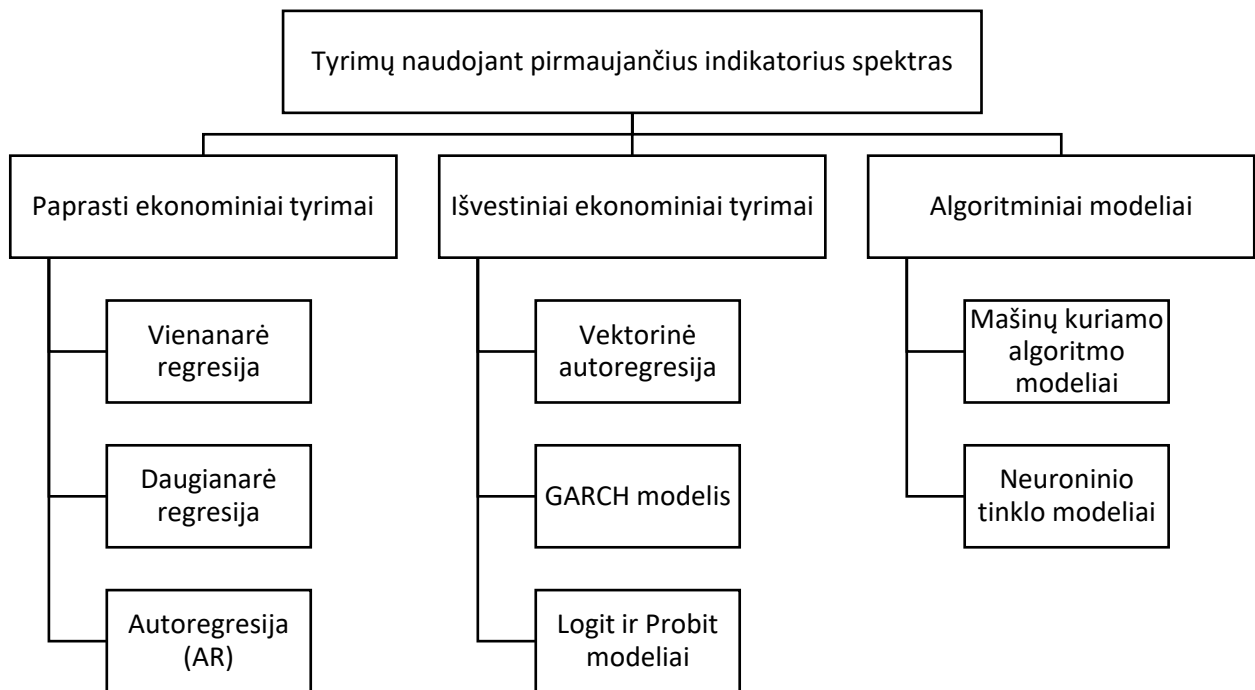
Įvertinus tai, jog žinome kokie pirmaujantys indikatoriai yra dažniausiai naudojami ekonominiams tyrimams sudaryti bei išsiaiškinus kokios problemos yra kildinamos iš pirmaujančių indikatorių naudojimo modeliuose, verta atkreipti dėmesį į tai kokius tyrimo metodus naudoja autoriai. Nagrinėtų mokslinių straipsnių modelių analizė padės praplatinti tyrimui naudotinų kintamųjų ratą, bet ir suteiks informacijos, kaip būtų galima pakoreguoti kai kurių modelių rezultatus. Nors ir nagrinėjamuose modeliuose bus naudojami pirmaujantys indikatoriai, svarbiausias analizės tikslas yra įvertinti du aspektus: ar moksliniai straipsniai pateikia statistiškai reikšmingus rezultatus (kas parodys ar modelis yra tinkamas tolimesniems tyrimams arba leis suprasti tai, ar modelis turi būti koreguojamas) bei ar gauti modelio rezultatai yra plėtojami (t. y. ar galima modelį pritaikyti kitiems subjektams ar rinkoms).

Išanalizavus mokslinę literatūrą buvo išskirtos šios pagrindinės mokslinių tyrimų kryptys: matematinis tyrimas naudojant algoritmą, regresinis tiesinis tyrimas, regresinis netiesinis tyrimas, sąlyginių ryšių paieškos. Tačiau pagrindinis visų ekonominių darbų tikslas buvo sudaryti tinkamą ekonominį modelį, kurį būtų galima panaudoti ateities prognozėms sudaryti. Kiekvienas tyrimas vienas nuo kito skyrėsi sudarymo sudėtingumu bei tyrimo objektu. Antrajame priede pateikiami sudarytų ekonominių tyrimų, naudojant pirmaujančius indikatorius, pavyzdžiai.

Pagal nagrinėtą literatūrą bei pagal autorių sudarytų modelių sudėtingumą, atliktus mokslinius darbus galima suskirstyti į tris kategorijas. Ekonominių tyrimų, naudojant ekonominius pirmaujančius indikatorius, spektras atspindimas ketvirtame paveiksle.

4 paveikslas

Pirmaujančių indikatorių tyrimų metodų spektras



Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis trečiame priede minimais autoriais.

Pagrindinis aspektas, kuris išryškėja nagrinėjant paprastus naudotinus tyrimus yra tai, jog tyrimų subjektai yra ne visiškai aiškiai arba per plačiai įvardinami. Pavyzdžiui, trys autoriai bando prognozuoti verslo ciklą nepastovumą, tačiau neapibrėžia tikslaus sektoriaus, kas gali lemti, jog naudojami tyrimui duomenys tarpusavyje koreliuos (T. Kiss ir kt., 2020; E. M. Diaz ir kt., 2021; G. De Bondt ir kt., 2021). Dėl šios priežasties pastebime, jog vieno iš trijų autorių tyrimo rezultatai yra statistiškai nereikšmingi. Tačiau tų autorių, kurių tyrimo subjektai yra apibrėžti aiškiai, rezultatai pasirodė statistiškai reikšmingi. Pavyzdžiui, E. Polyzos (2023) savo tyrimui naudojo pasirinktus ekonominius indikatorius ir stengėsi sudaryti jų prognozes. Tyrimo, kurio tikslas buvo parodyti, kaip ekonominiai indikatoriai reaguoja į karo Ukrainoje užsitęsimą, o rezultatas parodė, jog naujienų sentimentai ir finansų rinkos rodmenys, tokie kaip nafta, Vokietijos ir Prancūzijos akcijų indeksai, turėjo realiu laiku neigiamą poveikį ekonominiams indikatoriams ir išreiškė atvirkštinę koreliaciją ateities prognozėms Europoje. Verta pabrėžti, jog autorius naudojo pirmaujančią indikatorių, kuris implikavo impulso ir atsako modelio reikalingumą, kadangi buvo vertinamas kasdienių naujienų srauto atsiradimo kiekis, kaip

informacinis kriterijus. Tuo tarpu net ir suteikus modeliui kompleksiskumo nėra užtikrintos tikimybės, jog gautos prognozinės galimybės taps statistiškai reikšmingos. Kaip pavyzdį galime paimti T. Kiss ir kt. (2020) atliktą tyrimą, kurio tikslas buvo parodyti, kaip pirmaujantys indikatoriai paveiks verslo rinką, tačiau sudarytas autoregresinis modelis parodė statistiškai nereikšmingus rezultatus, kas privertė autorius grįžti prie pradinio modelio ir įvertinti, statistiškai nereikšmingų rezultatų priežastį. Autoriai išryškina, jog dažna pirmaujančių indikatorių modeliuose problema yra riebalinis pasiskirstymas (angl. fat tails), kuris lemia pirmaujančių indikatorių heteroskedastiškumo problemą bei neleidžia sudaryti statistiškai reikšmingų prognozinės modelių, kol nepašalinama ši problema. Kliūtis šalinimo galimybe T. Kiss ir kt. (2020) įvardija papildomų kintamųjų įterpimą arba modelio pirmaujančių indikatorių diversifikavimą. Statistiškai apie 40 procentų paprastųjų darytų tyrimų registravo statistiškai nereikšmingus rezultatus, kas indikuoja, jog modelio kompleksijos stoka sukelia tam tikras modelio paaiškinamumo stokas, kurios lemia modelio prognozavimo galimybėms būti niekinėmis. Tačiau galime matyti tam tikros naudos iš paprastųjų modelių, pavyzdžiui, kai kurie tyrimai identifikuoja, jog modeliuose verta įtraukti ne tik pirmaujančius indikatorius, bet apsvastyti ekonominių indikatorių junginio poreikį (T. Kiss ir kt., 2020; H. Long ir kt., 2022; E. Polyzos, 2023).

Kadangi dalis paprastųjų statistinių tyrimų teikė statistiškai nereikšmingus rezultatus, verta panagrinėti išvestinių ekonominių modelių tyrimo galimybes. Išvestiniai modeliai apima daugiau kintamųjų bei leidžia į modelius įterpti vėluojančius kintamuosius, kurie gali padėti išvengti autokoreliacijos problemų modeliuose, kuriuose naudojami persipynę finansiniai rodikliai. Dažniausiai literatūroje pasitaikantis išvestinis ekonominis modelis yra vektorinė autoregresinė analizė, kurią naudojo autoriai: P. A. Hamill, ir kt. (2021) bei Y. Zhang ir kt. (2021). VAR modeliai skirtingai negu AR modeliai savyje talpina laike kintančių kintamųjų rodmenis, kas suteikia modeliui galimybes naudoti tendencijas atsirandančias dėl kitimo laike. Pavyzdžiui, P. A. Hamill, ir kt. (2021) tyrime, kurio tikslas prognozuoti Europos užsienio išdo vekselių rinkos pokyčius, naudoja laike kintantį realaus laiko pirmaujantį kintamąjį tinklo ryšio buvimą. Kartu su šio kintamojo autoriai į modelį įtraukia kitus modelio sudarymo metu gautus kintamuosius, tokius kaip prognozės paklaidą bei rodmenų vieno periodo vėlavimus, kurių nebūtų galima įtraukti sudarant įprastą ekonominį modelį. Galutinis tyrimo rezultatas parodė, jog ryšio prieiga yra pirmaujantis indikatorius, kuris gali nuspėti kaip kis Europos išdo vekselių rinka argumentuodami gautus rezultatus taip, kad išdo vekseliu prekyba iš esmės šiuo metu yra vykdoma internetinėje erdvėje. Nesunku pastebėti, jog sudarytas autorių modelis galėtų būti pritaikomas ir kitoms finansų rinkoms prognozuoti, ar bent modelyje naudotinas pirmaujantis indikatorius gali būti svarbus kintamasis lemiantis kitų panašių finansų rinkų pokytį. Nagrinėjant

toliau, pastebima, jog paaiškinimo galimybės toliau modifikuojant modelį tik kyla, ką parodo Y. Zhang ir kt. (2021) atliktas tyrimas. Autorių tyrimas parodė stiprų informacinio pirmaujančio indikatoriaus, t. y. naujienų antraščių sentimentų indekso, ryšį su tyrimo subjektu akcijų rinkos nepastovumu. Nors autoriai ir nekuria prognozinio modelio, siekiant įrodyti tyrimo rezultatų tikslumą, tačiau gauti rezultatai išryškina stiprų ryšį tarp naujienų sentimentų indekso ir rinkos nepastovumų. Šis gautas ryšys parodo tai, jog rinkos nepastovumas yra sietinas su tuo, kokios naujienos pasireiškia per dieną ir pagal tai, kiek naujienų pasireiškia per dieną. Dviejų prieš tai minėtų autorių naudoti pirmaujantys indikatoriai, galima teigti, vienas su kitu yra siaurai susiję. Tad verta diskutuoti dviejų indikatorių tarpusavio pakeičiamumo galimybes, kas leistų papildyti prognozinį modelį ir galimai duotų geresnius prognozavimo rezultatus.

Dažniausiai pasikartojantis tyrimo metodas buvo matematinio algoritmo naudojimas bei neuroninio tinklo modelis, kuris yra įvardijamas kaip mašinos generuojamo matematinio algoritmo kūrimas siekiant atlikti prognozes (T. J. Berge, 2015; L. V. Ballestra ir kt., 2019; F. Climent ir kt., 2019; V. Plakandaras ir kt., 2019; C. Zhao ir kt., 2023). Kadangi autorių tyrimo subjektai buvo skirtingi, kiekvieno autoriaus sudarytas modelis leidžia susidaryti vis kitokį vaizdą apie modelį. Viena iš pagrindinių modelio naudų yra tai, kad algoritmo generuojamas modelis nereikalauja papildomo paaiškinamumo kintamųjų, kurių atranka gali būti sudėtinga, įskaitant tai, kad informaciniai kriterijai turi turėti tam tikrą ekonominę ryšį su tyrimo subjektu. Tačiau nepagrįsto ryšio problema gali pasireikšti ir algoritmo modeliuose ką išryškina V. Plakandaras ir kt., (2019) atlikdami tyrimą, kaip sąlyginio pasiskirstymo kriterijus ir tam tikri realiu laiku generuojami informaciniai kriterijai veikia ekonomikos augimą. Autorių tyrimo rezultatai, nors ir turėjo aukštą paaiškinamumo laipsnį ir nerodė jokių ekonometrinių modelio problemų, pateikė statistiškai nereikšmingą rezultatą, kuris buvo kildinamas iš nepakankamo ryšio tarp kintamųjų. V. Plakandaras ir kt., gauti rezultatai parodo, jog siekiant sudaryti tinkamą algoritmo modelį reikia turėti ganėtinai aiškius sąlyginius ryšius tarp priklausomojo kintamojo ir laisvųjų narių, kas ilgainiui gali iššaukti tai, jog modeliai susidurs su autokoreliacijos problemomis. Tačiau negalime atmesti ir akivaizdžiai regimų algoritmo modelio pranašumų naudojant dažnai laike kintančius kintamuosius tokius, kai VIX kaina (T.J. Berge, 2015; L. Ballestra ir kt., 2019) arba verslo ciklo generuojamus indeksus (F. Climent ir kt., 2019; C. Zhao ir kt., 2023). Interpretuojant autorių gautas išvadas bei perteikiant jų nagrinėtą literatūrą galime matyti, jog prognoziniai modeliai dažnai susiduria su vėluojančių duomenų problema, t. y. duomenys naudojami fiksuotam laikotarpiui, pvz. nuo 2000 sausio 1 d. iki vakarykštės dienos, kas neleidžia gauti tikslių prognozių dėl to, jog naujausia informacija nepasiekia modelio iš karto. Taip pat algoritmo generuojami modeliai savyje talpina informaciją apie naujienų poveikį rinkai, kas sukuria pelnytą trendą, ką išryškina F. Climent ir kt. (2019) sudarant Euro zonos

bankų sektoriaus krizių prognozes ir C. Zhao ir kt. (2023) sudarant finansų rinkų nepastovumo prognozes. Iš pirmo žvilgsnio regimas nenuginčijamas algoritmo generuojamo modelio pranašumas prieš įprastus stacionarius ar stochastinius trendo koreguotus modelius, tačiau algoritmo modeliai dažnai savyje neša perdėtai gerus arba blogus rezultatus, dėl neįprasto šoko atsiradimo. Šią algoritmo problemą išryškina visi autoriai įvardindami, jog modelis turi būti dažnai koreguojamas, jog atitiktų dabartinės rinkos tendencijas. Neskaitant to autoriai (L. V. Ballestra ir kt., 2019; bei V. Plakandaras ir kt., 2019) išryškina ir tai, jog modelis tampa kompleksiškas, dėl matematinio ryšio sudarymo, bei tai, jog algoritmo generuojamo modelio rezultatai nors ir duoda geriausius rezultatus, modelio kintamųjų atranka yra labai svarbi ir negali būti atsitiktinė. Aukštas modelio paaiškinamumas lemia tai, jog kiekvienas modelyje naudojamas indikatorius turi būti teikiantis aukščiausią paaiškinamumą ir turi turėti aukštą ryšį su tyrimo objektu, tačiau tas ryšys neturi būti sudarytas iš kintamųjų autokoreliacijos. Tai parodo, jog siekiant sudaryti neuroninio tinklo ar algoritmo generuojamą modelį tenka naudoti indikatorius, kurie turėtų stiprų statistinį reikšmingumą tyrimo objekto pokyčiams, kas gali lemti perdėtai ilgą duomenų atsirinkimo procesą, kurio metu priklausomybės gali kisti. Kalbant apie neuroninio modelio palyginimą su kitomis tyrimo galimybėmis A. R. Mohamed (2022) išryškina, jog matematinio algoritmo modeliai, tokie kaip neuroninio ryšio modelis, turi didesnę nuspėjamąją galią negu stacionarūs ar stochastinio trendo modeliai, kadangi modelis naudoja realiu laiku generuojamus rodiklius, ko neaprečia modeliai, naudojantys laike fiksuotus rodiklius. Tačiau modelio sudarymo sudėtingumo laipsnis yra perdėtai aukštas, kas ilgainiui gali suteikti tą patį rezultatą, kaip ir išvestinio ekonometrinio modelio naudojimas, jeigu siekinys yra generuoti tam tikro ekonominio subjekto prognozes trumpuoju laikotarpiu.

Apibendrinant galime teigti, jog modeliai, kuriuose yra naudojami pirmaujantys indikatoriai yra skirtingi savo paaiškinamumo galimybėmis ir sudėtingumo laipsniu. Iš literatūros pastebime, jog paprasti regresiniai modeliai dažnai tiekia statistiškai nereikšmingus rezultatus, o jų prognozinės galimybės yra stipriai ribotos, kas leidžia daryti prielaidą, jog stacionarūs regresiniai modeliai nėra tinkami nepastovumo prognozėms kurti. Tuo tarpu vertinant išvestinių ekonometrinių modelių galimybes palyginus su mašinų kuriamo matematinio algoritmo galimybėmis pastebime, jog tiek išvestiniai modeliai, tiek algoritmo modeliai trumpuoju laikotarpiu teikia panašias prognozinės galimybes, kai juose yra naudojami pirmaujantys indikatoriai, tačiau negalime atmesti to, kad algoritmo modeliai, generuoja aukštesnį paaiškinamumo laipsnį. Pagrindinis argumentas, kuris leidžia nuspręsti, jog išvestiniai modeliai prognoziniais tyrimams yra naudingesni, susideda iš algoritmo modelio perdėto sudėtingumo ir sudarymo problemų, kas ilgainiui gali lemti, jog nors ir turėdamas mažesnes

paaškinamumo galimybes išvestinis ekonometrinis modelis teiks apytiksliai panašius rezultatus ir jo koregavimai bus ženkliai mažiau imlūs laikui negu algoritmo perdarymas.

1.5. Akcijų rinkos nepastovumą nagrinėjančių mokslinių tyrimų analizė

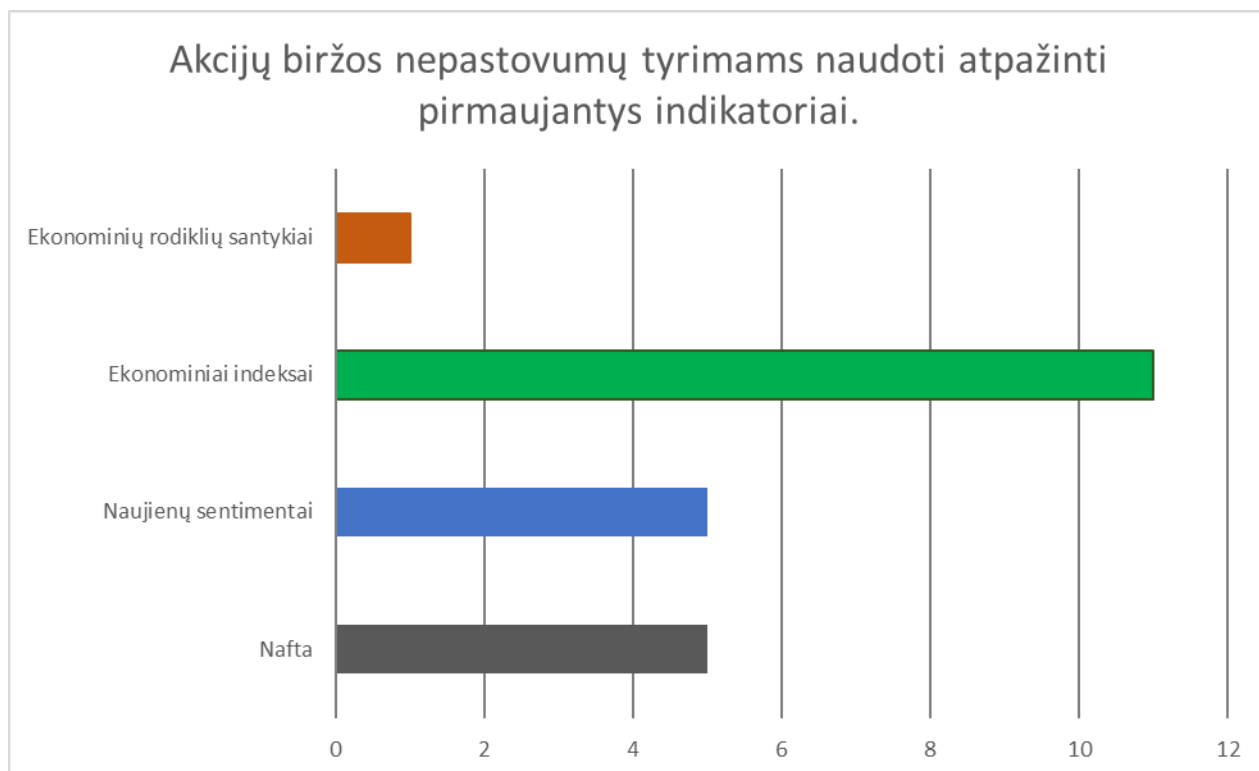
Nors ir nagrinėtų autorių tyrimai duoda tam tikrą vaizdą, kokie pirmaujantys indikatoriai gali būti panaudojami modeliams sukurti ir kokius modelius galima sudaryti, tinkamo modelio, kuris tirtų nepastovumą klausimas išlieka. Iš minėtos informacijos buvo galima matyti, jog išvestiniai ekonometriniai modeliai su tam tikrų pirmaujančių kintamųjų pagalba duoda statistiškai reikšmingus rezultatus, kas leidžia sudaryti modelius tinkamus prognozėms gauti. Tačiau didžioji dalis nagrinėtų autorių tyrė rizikos rodiklius bei ekonomikos pokyčius, kas ne visiškai atspindi, kaip tam tikri pirmaujantys indikatoriai paveikia akcijų rinką. Nors ir galime matyti tam tikrą ekonominį ryšį tarp verslo ciklų arba nuosmukio laikotarpių ekonomikoje ir akcijų rinkos, tačiau visiškos lygybės tarp duotųjų kintamųjų daryti negalime, o ir išprognozavus ekonominio nuosmukio laikotarpį mes negalime pasakyti, kaip tai paveiks akcijų rinką. Atsižvelgiant į tai, jog tam tikrų akcijų kategorijos nėra visiškai jautrios kitų rinkų šuoliams, bendrinio ekonominio vaizdo žinojimas atneš neapibrėžtus rezultatus ir neleis suprasti ar iš tiesų pirmaujančių indikatorių panaudojimas akcijų biržos prognozėms sudaryti yra reikšmingas. Siekiant suprasti, koks modelis yra tinkamiausias akcijų biržos nepastovumams tirti bei prognozuoti, reikia pažvelgti į autorių darbus, kurių tyrimo subjektas buvo akcijų rinka. Tokiu būdu bus galima pilniau atskleisti ryšį tarp ekonominių pirmaujančių indikatorių ir akcijų rinkos, kas leis pasirinkti pagrįstus kintamuosius, kurie gali būti laikomi pirmaujančiais akcijų rinkoje.

Kadangi šio darbo tikslas yra surasti tinkamą modelį, kuris padėtų prognozuoti akcijų biržos nepastovumą naudojant pirmaujančius indikatorius, verta panagrinėti, kaip galima sukurti rodiklį, kuris atvaizduotų nepastovumą akcijų rinkoje. Iš nagrinėtos mokslinės literatūros, kuri vaizduojama trečiajame priede, pastebime, jog dažniausiai rinkos nepastovumo atvaizdui sudaryti autoriai naudoja akcijų rinką atspindinčio indekso grąža, ką atvaizdavo apie 90 procentų nagrinėtų autorių (3 priedas) ir retesniais atvejais rinkos nepastovumui matuoti yra naudojami rinkos rizikos rodmenys, ką vaizdavo apie 10 procentų autorių (3 priedas). Tai parodo, jog rinkos nepastovumo tyrimai gali būti dviejų būdų. Pirmasis dažniausiai naudojamas tyrimo būdas yra tada, kada ieškoma, kaip pakis akcijų rinkos grąža vertinant praeities rodmenis. Antrasis būdas yra prognozuoti rinkos nepastovumą vertinant rinkos rizikos pokyčius, kas taip pat parodys kaip kis akcijų rinka atsiradus naujai rizikai ir prognozuos ateities akcijų rinkos vertę. Taip pat nagrinėjant mokslinę literatūrą buvo pastebėta, jog autoriai sudarydami tam tikrus modelius naudoja anksčiau minimus, rinkoje atpažįstamus, pirmaujančius indikatorius.

Iš atliktos analizės galime matyti ir tai, jog 90 procentų nagrinėtų autorių savo tyrimų sudarymui naudojo bent vieną pirmaujančią indikatorį (3 priedas), kas leidžia daryti prielaidą, jog nors ir autoriai neįvardija pirmaujančių indikatorių atpažinimo proceso, kintamųjų naudojimas yra neatsiejama akcijų rinkos nepastovumo prognozės kūrimo dalis. Penktajame paveiksle pavaizduoti dažniausiai autorių naudojami pirmaujančių indikatorių tipai.

5 paveikslas

Akcijų biržos nepastovumų tyrimams naudoti atpažinti pirmaujantys indikatoriai



Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis 3 priede minimais autoriais.

Pastebime, jog didžioji dauguma autorių išskiria ekonominių indeksų naudą prognozių kūrimui. Vienas iš pagrindinių nepastovumo atsiradimo indikatorių, kurį išryškina keletas autorių (U. Ghani ir kt., 2023; D. Li ir kt., 2023; Q. Zeng ir kt., 2024) yra pokytis šalies ar regiono politiniame stabilume, kas lemia šalies ekonomikos stabilumo pokyčius ir iššaukia nepastovumą akcijų biržoje dėl padidėjusios rizikos. Politiniam nestabilumui modeliuose atspindėti autoriai dažnai renkasi į tyrimą įtraukti tokius kintamuosius kaip **ekonominės politikos nestabilumas** (angl. economic policy uncertainty, EPU) arba individualių šalių, kuriuose kotiruojama akcija, **politinės rizikos balus**, pavyzdžiui jei tyrimas susijęs su S&P500 akcijų paketu, tai tyrimui sudaryti yra naudojamas JAV politinės rizikos balas. Kaip išryškina autoriai ekonominės politikos nestabilumas ar politinės rizikos balai yra vieni iš pagrindinių pirmaujančių indikatorių, kurie paveikia akcijų rinkos nepastovumą (U. Ghani ir kt., 2023; D. Li

ir kt., 2023; Q. Zeng ir kt., 2024). Autoriai išryškina, jog valdžios veiksmai, išreikšti per ekonominės politikos stabilumo kintamąjį arba per polinės rizikos balus, pateikia indikatorių apie galimus neramumus šalyje kas paveiks įmonių verslų ciklus, ekonomikos augimą, o kartu ir akcijų biržą, kuri yra stipriai priklausoma nuo verslo. Kadangi padidėjusios ekonominės politikos nestabilumo poveikis ekonomikoje pasireikš tik po tam tikro laiko tarpo, galime laikyti, jog ekonominės politikos nestabilumas yra pirmaujantis indikatorius, jei siekinys yra nustatyti, kaip kis akcijų rinkos grąža trumpuoju laikotarpiu. Tuo tarpu L. Wang ir kt. (2022) parodo, jog ne tik ekonominės politikos pokyčiai lemia akcijų šokus ir įvertina politikos, kaip visumos vaidmenį nepastovumo tyrime įtraukdamas į modelį priimtų įstatymų skaičių, planuojamu reformų skaičių ir bendrą valstybės politinę gerovę kaip nepriklausomus kintamuosius. Tačiau gauti duomenys naudojant ekonominės politikos nestabilumo kintamuosius ir politiką kaip visumą įvardijančius kintamuosius, nerodė statistiškai reikšmingo pokyčio, todėl paprastesni ekonominio politikos nestabilumo kintamieji yra naudingesnis ekonominiuose tyrimuose.

Ta pati situacija, kuri buvo įvardinta nagrinėjant modelius, kuriuose buvo naudojami aiškiai įvardinti pirmaujantys indikatoriai, atsiranda kalbant apie gamtos išteklius. Dalis autorių išryškina, jog **neperdirbta (arba kitaip žalia) nafta** yra vienas pirmųjų indikatorių, kuris lems ateities akcijų biržos kainos nuokrytį ar kilimą (Y. Chen ir kt., 2022; Liu ir kt., 2022; M.M. Tumala ir kt., 2023; Z.Zhang ir kt., 2023; D. Li, 2024). Kadangi nafta yra vienas iš pagrindinių resursų naudojamų tarptautinei prekybai, nesunku suprasti, jog pokyčiai naftos kainoje paveiks visų šalių tarptautinius ir vidaus pardavimus, o tuo pačiu ir tam tikrų įmonių akcijų grąžą dėl nenumatytų pokyčių įmonės pelne. Įskaitant tai, jog ne visos įmonės į naftos kainos pokytį reaguoja realiu laiku, galime matyti, kodėl gamtos išteklius gali būti laikomas pirmaujančiu indikatoriumi ir yra neatsiejama prognozių dalis.

Renkantis modelių nepriklausomuosius kintamuosius autoriai (Y. Zhang ir S. Hamori, 2021; C. Liang, Q. Luo, Y. Li ir L. D. T. Huynh, 2023) taip pat pabrėžia **finansinio streso indikatoriaus** naudą modelio prognozinėms galimybėms. Autoriai išryškina, tam, kad modeliuose būtų galima atvaizduoti finansinio streso keliamą efektą tyrimuose, pravartu į juos įtraukti globalų finansinio streso indeksą. Po 2008 metų krizės autoriai pabrėžia, jog akcijų rinkos tapo stipriai priklausomos ir itin jautriai reaguoja į regionų finansinio streso pokyčius, tai aiškindami remiantis ekonominių burbulų susidarymo teorija, kada rinka pervertina turimus finansinius instrumentus ir yra pasiryžusi už juos permokėti. Dėl šios priežasties finansinio streso stebėseną tampa neatskiriama dalis akcijų kainų prognozių, kadangi pokyčiai streso rodikliuose gali būti ankstyvas signalas verslo ciklo pokyčiuose, kas gali indikuoti akcijos kainos kritimą. Tačiau renkantis kintamuosius modelio sudarymui autoriai labiau orientuojasi į globalų finansinio streso rodiklį verčiau negu į specifinio regiono indikatorių. Globalaus rodiklio

naudojimas leidžia modeliui gauti daugiau aktualios informacijos, negu teikia vienas regionas. Pavyzdžiui, jei tyrimas atliekamas Europos rinkoje, kuri yra siaurai siejama su JAV rinka, sunku pasakyti kaip pokyčiai JAV finansiniame stabilume pakeis Europos akcijų rinką. Šią problemą pašalina globalaus finansinio streso rodiklio naudojimas, kadangi šis rodiklis parodo, kaip kinta pasaulinis finansinis stresas ir leidžia į prognozes įterpti nenumatytą persipylimo efekto galimybę, kurios įprasti prognoziniai modeliai gali nepastebėti.

Taip pat nagrinėjant mokslinę literatūrą buvo galima pastebėti, jog autoriai (T. J. Berge, 2015; L. V. Ballestra ir kt., 2019; D. Chun ir kt., 2020; H. Long, A. Zaremba, W. Zhou ir E. Bouri, 2022; J. Liu ir Z. Chen, 2023) dažnai prognozinuose modeliuose naudoja jau pamatuotus akcijų rinkos nepastovumo kintamuosius tokius kaip **VIX indeksas** ir **sudėtinis pirmaujantis indikatorius**. Abu kintamieji rinkoje yra plačiai žinomi, kaip pirmaujantys indikatoriai, kurie parodo tam tikrus pokyčius ekonomikoje. VIX indeksas yra naudojamas nustatyti JAV akcijų rinkos nepastovumo pokyčius ateityje, kas teikia modeliams naudingos informacijos net už JAV akcijos rinkos ribų. Kaip išryškina D. Chun ir kt. (2020) JAV akcijų rinkos nepastovumas dažnai atsispindi ir kitose pasaulio finansų rinkose, kadangi JAV akcijų rinka yra stipriai susijusi su visomis kitomis akcijų biržomis ir kitos pasaulio rinkos rodo stiprią koreliaciją su JAV rinka, kas indikuoja VIX sąryšį su kitomis pasaulio ekonomikomis. Tuo tarpu sudėtinis pirmaujantis indikatorius parodo kaip kis ekonomikos efektyvumas trumpuoju laikotarpiu, duodant ankstyvus verslo ciklo pokyčio signalus. Dažniausiai tyrimams sudaryti yra naudojamas OECD šalių sudėtinis pirmaujantis indikatorius, kuris pateikia platų spektrą informacijos, kaip turėtų kisti šalių ekonominė situacija ateinančiu periodu, kas leidžia daryti tam tikras prielaidas, dėl galimų pokyčių akcijų rinkoje. Kartu naudojant tiek VIX indeksą, tiek sudėtinį pirmaujantį indikatorių galima gauti platų vaizdą kaip per tyrimo laikotarpį keisis pati verslo rinka, kas duos ankstyvius signalus akcijų rinkos nepastovume.

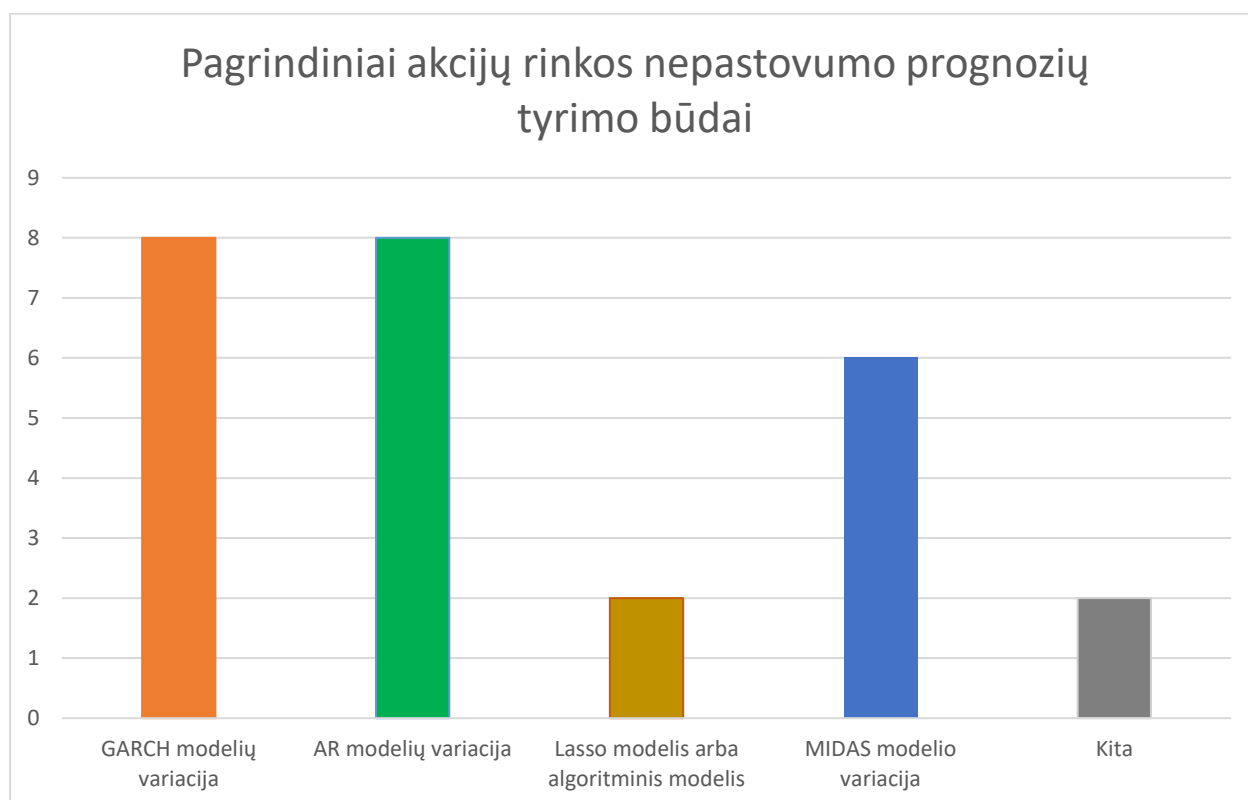
Dar vienas svarbus pirmaujantis indikatorius, kuris pastebimas nagrinėjant rinkos nepastovumo tyrimus yra **naujienu sentimentai** (Z. Li ir kt., 2023; A. Naimoli, 2023; Z. Niu ir kt., 2023; Z.Zhang ir kt., 2023; M. Segnon ir kt., 2024). Naujienu sentimentai, tokie kaip geopolitinės žinios arba makroekonominės naujienos, leidžia investuotojams susidaryti nuomonę apie tai, kaip kis šalies ekonomika ilguoju laikotarpiu bei gali sudaryti terpę dideliame akcijų rinkos nepastovumui akcijų rinkoje. Teisingai sudarytas naujienu sentimentų indeksas ne tik leidžia atpažinti tam tikrus trumpus ekonomikos nuokrypius, bet kartu leidžia ir daryti prielaidas, kaip turėtų vystis tam tikros šalies ekonomika. Blogos geopolitinės naujienos gali smarkiai pakoreguoti užsienio investuotojų pasitikėjimą tam tikro regiono akcijų biržos akcijomis, kas gali lemti perdėtą norą parduoti akcijas ir sukelti akcijų rinkos šoką ateityje. Tai parodo, jog naujienu sentimentai yra ypač svarbūs ir naudingi informaciniai kriterijai, kurie gali padėti

nuspėti netikėtus akcijų rinkos ateities šuolius. Nagrinėta literatūra parodo, jog pirmaujančių indikatorių naudojimas prognozėse yra neatsiejamas dalykas, dėl to, jog indikatorių įterpimas į modelį stipriai pagerina modelių prognozavimo galimybes.

Tam, kad būtų galima pasirinkti tinkamą modelį reikia pažiūrėti, kokius modelius autoriai dažniausiai naudoja prognozėms sudaryti. Trečiajame priede minimoje mokslinėje literatūroje pastebime, jog didžioji dalis autorių akcijų biržos nepastovumo prognozėms sudaryti renkasi mažiau sudėtingus modelius, siekiant išvengti algoritmo generuojamų modelių galimos paklaidos, kas gali lemti netikslias prognozes. Be to, pastebima ir tai, trečiajame priede minimų autorių tyrimai, visais nagrinėtais atvejais, teikė statistiškai reikšmingus rezultatus, kas parodo, jog modelių prognozinės galimybės yra pritaikomos tolimesniems tyrimams sudaryti. Šeštajame paveiksle pateikiama informacija apie modelius, kurie dažniausiai yra naudojami akcijų rinkos nepastovumo prognozėms sudaryti.

6 paveikslas

Pagrindiniai akcijų rinkos nepastovumo prognozių tyrimo būdai



Šaltinis: sudarytas autoriaus, remiantis 3 priede minimais autoriais.

Iš trečiajame priede minimų modelių suprantame, jog apytiksliai 40 procentų autorių, prognoziniams tyrimams sudaryti, autoriai naudoja GARCH modelius su atitinkamomis

variacijomis. Pavyzdžiui M.M. Tumala, A. A. Salisu ir A. I. Gambo (2023) bei D. Li, L. Zhang ir L. Li (2023) savo sudarytose tyrimuose naudojo GARCH-MIDAS modelio variaciją, kuri leidžia modelyje naudoti įvairaus ilgio ir dažnio duomenis. GARCH modelio MIDAS variacija yra ypač naudingas įrankis, kada naudojami duomenys yra pateikiami skirtingais periodais, pavyzdžiui, akcijų paketų, tokių kaip S&P 500, kainų duomenis galime stebėti kiekvieną dieną, tačiau finansinio streso rodikliai yra skelbiami tik kas mėnesį, kas iš esmės sudaro problemų norint panaudoti finansinio streso duomenis prognozėms sudaryti. Taip pat teorinėje analizėje pastebėta, jog nemaža dalis, t. y. 40 procentų, autorių pasirenka naudoti įprastus autoregresinius modelius. Pavyzdžiui M. He, Y. Wang, Qing Zeng ir Y. Zhang (2023) sudarė AR modelį skirtą prognozuoti agreguotą akcijų biržos nepastovumą. Nesudėtingos modelio sudarymo galimybės suteikia laisvės ne tik išbandyti daugiau AR modelio variacijų, bet kartu leidžia panaudoti didesnę kiekį ekonominių kintamųjų siekiant gauti geriausią modelio paaiškinamumą. Tačiau pagrindinės problemos, kurias išskiria ir antrajame priede nagrinėti autoriai yra tai, jog autoregresiniai modeliai yra stipriai priklausomi nuo pradinio regresinio modelio sąlyginių ryšių, kas iš dalies gali neleisti modeliuose naudoti tam tikrų kintamųjų dėl mažo ryšio su priklausomuoju kintamuoju. Ši problema stipriausiai išryškėja, kai modeliuose yra naudojami ne finansiniai rodmenys, tokie kaip geopolitinės rizikos rodiklis, kuris gali neturėti stipraus ryšio su akcijų biržos rodikliais. Likęs 20 procentų trečiajame priede nagrinėtų autorių pasirinko vis kitokius modelių variantus. Svarbu pabrėžti, jog dalis autorių (L. Wang, J. Wu, Y. Cao ir Y. Hong, 2022; M.M. Tumala, A. A. Salisu ir A. I. Gambo, 2023; M. Segnon, R. Gupta ir B. Wilfling, 2024) renka naudoti mišrių duomenų atrankos modelio variaciją (angl. Mixed Data Sampling, MIDAS), siekiant išplėsti duomenų imtis bei pasirinkimus ir neapsiriboti specifiniu duomenų diapazonu. Tačiau skirtingo ilgio duomenų naudojimas gali sukelti tam tikrų problemų interpretuojant tyrimo duomenis, kadangi gauti tyrimo rezultatai, gali turėti žemesnį paaiškinamumą bei gali sukelti modelio netikslumus dėl prarastos kitimo laike informacijos.

Apibendrinant galime teigti, jog dažniausiai akcijų rinkos prognoziniams tyrimams sudaryti autoriai naudoja trijų rūšių duomenis – ekonominius indeksus, naftos rodiklius bei naujienų sentimentus atspindinčius rodiklius. Kalbant apie pačių modelių sudarymus pastebime, jog didžioji dauguma autorių, minimu trečiajame priede, renka naudoti paprastesnius AR bei GARCH modelius pritaikant jiems tam tikras variacijas. Dažniausiai mokslinėje literatūroje sutinkama buvo MIDAS variacija, kuri leidžia naudoti skirtingo ilgio ir dažnio duomenys modelyje, tačiau gali sukelti problemų interpretuojant gautus rezultatus.

Iš šiame skyriuje nagrinėtos mokslinės literatūros pastebime, jog dažniausiai ekonomikoje yra išskiriami trys ekonominių indikatorių tipai: pirmaujantys indikatoriai,

atsiliekančios indikatoriai ir sutapimo indikatoriai. Tačiau nors indikatorių tipų yra keli, visi jie duoda skirtingą informaciją rinkos tyrimams sudaryti, pavyzdžiui, atsiliekančios ir sutapimo indikatoriai leidžia įterpti į modelį rinkoje jau įvykusius reiškinis į kainos prognozes, kur pirmaujančios indikatoriai suteikia modeliui informacijos apie tai, kas dar rinkos nepasiekė. Todėl buvo nustatyta, jog siekiant sudaryti modelį, kuris generuotų nuo praeities informacijos nepakoreguotas modelio galimybes, geriausiai modelyje naudoti pirmaujančius indikatorius, kurie leidžia nuspėti ateities vaizdą. Toliau nagrinėjant dažniausiai literatūroje naudojamus pirmaujančius indikatorius buvo pastebėtos tam tikros tendencijos. Pirmoji tendencija buvo tai, kad rinkos prognozėms sudaryti dažnai naudojami žalios naftos rodikliai ir VIX indekso kainos. Taip pat buvo pastebėtas dažnas ekonominių santykių naudojimas prognozėms sudaryti. Tačiau galiausiai interpretuojant autorių (H.K. Chow ir K.M. Choy, 2006; D. Chun, H. Cho ir D. Ryu, 2020; G. De Bondt ir B. Davíðsdóttir, 2021) atliktus tyrimus pastebime, jog pirmaujančiais indikatoriais gali būti laikomi, bet kokie ekonominiai rodikliai, kurie atitinka pagrindines kintamųjų vertinimo kategorijas: ekonominis pagrindimas, koreliacija, absoliutaus reikšmingumo nebuvimas ir prognozinės galimybės. Teorinės literatūros analizės metu, taip pat buvo išskirtos pagrindinės pirmaujančių indikatorių naudojimo modeliuose problemos, kurios yra: neaiškus ryšys tarp nepriklausomųjų kintamųjų ir tyrimo subjekto, dažnas statistinio ryšio su priklausomuoju nariu nebuvimas, perteklinis pirmaujančių indikatorių naudojimas ir autoregresiniai ryšiai tarp finansinių duomenų. Toliau nagrinėjant moksliniuose darbuose sudarytus tyrimus pastebėta, jog autoriai siekiant gauti geresnes prognozinės galimybes dažnai modeliams sudaryti naudoja algoritmus bei sudėtingas modelio variacijas, kurios ilgojoje perspektyvoje nesuteikia statistiškai reikšmingų rezultatų, negu alternatyvūs - paprastesni modeliai, kas atsispindėjo nagrinėjant tyrimus, kurie buvo pilnai orientuoti į akcijos rinkos nepastovumo prognozes. Tendencijos parodė, jog dažniausiai autoriai akcijų rinkos nepastovumo prognozėms sudaryti naudoja autoregresinius modelius bei GARCH modelius, kurie teikia pakankamai patikimus ir panašius rezultatus, kaip ir modeliai, kuriuose buvo naudojami matematiniai algoritmai.

2. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ PANAUDOJIMO, PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ AKCIJŲ RINKOJE, METODIKA

Šioje dalyje bus aprašoma magistro baigiamajame darbe sudaromo tyrimo metodika.

Pagal atliktą literatūros analizę pastebime, jog dažniausiai prognoziniais tyrimams autoriai naudoja dviejų tipų tyrimus: autoregresinį tyrimą (T. Kiss ir P. Osterholm, 2020; M. He ir kt., 2023; D. Li, 2024) arba GARCH (F. Kearney, H. L. Shang ir Y. Zhao, 2023; J. Liu ir kt., 2023) tipo tyrimą. Todėl šiame darbe bus siekiama sudaryti abiejų tipų modelius siekiant išsiaiškinti, ar modeliai teikia tikslingas Europos akcijų biržos nepastovumo prognozes. Kaip teigia anksčiau minėti autoriai, tam, kad būtų galima pilnai įvertinti prognozines modelių galimybes, modeliams reikia suteikti papildomos informacijos, kaip kiti rinkos veiksniai gali paveikti tyrimo subjektą, kas dalinai apibrėžia pirmaujančių indikatorių vaidmenį finansų rinkose. Iš nagrinėtų modelių suvokiame, jog autoriai prognozėms sudaryti naudoja pirmaujančius indikatorius, kaip kintamuosius, kurie parodo kitų finansų kriterijų persiliejiimo efektą į tiriamąją rinką. Statistiškai reikšmingas pirmaujančio indikatoriaus panaudojimas lems tai, jog modeliai bus pilnai informuoti apie kitų rinkos subjektų įtaką priklausomajam kintamajam, kas leis modeliams pakoreguoti rezultatus atitinkama linkme ir leis įvertinti papildomus, rinkos nepastovume neatsispindinčius, nuokrypius.

Norint atlikti akcijų rinkos nepastovumo tyrimus svarbu teisingai pasirinkti modeliams sudaryti naudojamą priklausomąjį kintamąjį bei teisingai konfigūruoti kintamojo išraišką, kad ji matematiškai atitiktų nepastovumo kintamąjį. Šiame darbe, remiantis teorinėje dalyje nagrinėtų autorių (L. Wang ir kt., 2022; M. He ir kt., 2023; J. Liu ir kt., 2023; D. Li, 2024) darbais, buvo atsirinkta naudoti **EUROSTOXX50 akcijų paketo grąžą**, kaip kriterijų, kuris atspindės Europos akcijų biržą ir modeliuose atitiks priklausomąjį kintamąjį. Eurostoxx50 kintamasis plačiai rinkoje yra žinomas kaip Europos rinkos atitikmuo S&P500 indeksui, kuris dažnai naudojamas, kaip visą JAV rinką atspindintis kintamasis. Pagal paketo savininko, STOXX Ltd., pateikiamą informaciją Eurostoxx50 yra aktyviausiai prekiaujamas eurai denominuotas paketas, kuris atspindi 50 didžiausių Euro zonos įmonių akcijų veiklą.

Kadangi darbo tikslas yra prognozuoti akcijų rinkos nepastovumą, verčiau negu grąžą, kintamajam reikia atlikti atitinkamas matematinės modifikacijas. Modelio sudarymui bus naudojami istoriniai **dieniniai duomenys nuo 2020 sausio 1 dienos iki 2023 gruodžio 31 dienos**. Modelyje neįtraukiami 2024 metų duomenys siekiant išsiaiškinti prognozines modelių galimybes, kurias būtų galima palyginti su 2024 metų realiais duomenimis.

Tam, kad galėtume kurti akcijų rinkos nepastovumo prognozinis modelius pirmiausia transformuojame EUROSTOXX50 kintamojo kainą į kainos grąžą naudojant įprastą matematinę išraišką, kuri vaizduojama pirmojoje lygtyje.

$$\text{Dieninė Graža} = \frac{(\text{Euro Stoxx 50 uždarymo kaina})_t - (\text{Euro Stoxx 50 uždarymo kaina})_{t-1}}{(\text{Euro Stoxx 50 uždarymo kaina})_{t-1}} * 100 \quad (1)$$

Išsireiškus akcijų grąžos kintamąjį galime išsireikšti akcijų rinkos grąžos nepastovumo kintamąjį. Išraiška aprašoma antrojoje lygtyje.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - r)^2}{n}} \quad (2)$$

Kur r_i – tam tikros dienos akcijų rinkos grąža; r – akcijų rinkos grąžos vidurkis; n – stebėjimų skaičius.

Transformavus priklausomąjį kintamąjį galime pereiti prie tolimesnės tyrimų eigos. Kadangi pagrindinis šio darbo tikslas yra išsiaiškinti, kaip pirmaujantys indikatoriai gali padėti prognozuoti nepastovumus Europos akcijų rinkoje, modeliuose bus įtraukiami atsirinkti pirmaujantys indikatoriai, kurie buvo atrinkti remiantis mokslinės literatūros analizės rezultatais. Modeliuose naudotini indikatoriai pavaizduoti pirmoje lentelėje.

1 lentelė

Modeliuose naudojamų kintamųjų sąrašas

KINTAMASIS	ATITIKTIS MODELyje	IŠRAIŠKA	AUTORIAI
Priklausomasis kintamasis (Y kintamasis)			
EUROSTOXX50 Akcijų paketo grąžos nepastovumas	Volatilty	Procentai	L. Wang ir kt. (2022), M. He ir kt. (2023) J. Liu ir kt. (2023), D. Li (2024).
Nepriklausomieji kintamieji (X kintamieji)			
Nepastovumo generuojantys pirmaujantys indikatoriai			
Žalios naftos kaina	Oil	USD	Y. Chen, (2022), M.M. Tumala ir kt., (2023), Z. Zhang ir kt., (2023), D. Li (2024).

1 lentelės tęsinys

Sudėtinis pirmaujantis indikatorius	CLI	Indeksas	H. Long, A. Zaremba, W. Zhou ir E. Bouri (2022), J. Liu ir Z. Chen (2023).
Nepastovumo generuojantys pirmaujantys informaciniai indikatoriai (nutekėjimo efekto tyrimui)			
Naujienų sentimentas	SE	Indeksas	T. J. Berge (2015), Y. Zhang ir kt. (2021), P. A. Hamill ir kt. (2021).
Politiniai indikatoriai	PI	Indeksas	P. Nannestad (2020), Z. Niu ir kt., (2023), M. Segnon ir kt., (2024).
Finansinio streso rodiklis	FSI	Indeksas	Y. Zhang ir S. Hamori (2021).
Papildomą informaciją generuojantis pirmaujantis indikatorius			
VIX indeksas	VIX	USD	T. J. Berge (2015), L. V. Ballestra ir kt. (2019), D. Chun ir kt. (2020).

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis lentelėje minimais autoriais.

Rodikliai buvo surinkti naudojant įvairias duomenų bazines: Eurostoxx50, Nepastovumo (VIX) indekso ir žaliosios naftos duomenys buvo paimti iš Investing.com puslapio, sudėtinio pirmaujančio indikatoriaus kintamasis buvo gautas iš Ekonomikos bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos puslapio, OFC globalaus finansinio streso rodiklis buvo paimtas iš Jungtinės Amerikos Valstijų finansų tyrimo biuro (angl. Office of Financial Research), o naujienų sentimentų indeksas ir politinės rizikos indeksas buvo paimti iš Bloomberg duomenų bazės. Tam, kad modelyje būtų galima įtraukti politinės rizikos įtaką buvo pasirinkta naudoti GeouQuant politinės rizikos balą skirtą Vokietijai, kadangi didžioji dalis Eurostoxx50 indeksą sudarančių įmonių yra priklausomos nuo Vokietijos rinkos. Kaip naujienų sentimentų indeksą buvo pasirinkta naudoti Bloomberg ekonominę Euro zonos dekompoziciją (angl. Bloomberg Economics Decomposition of EA Stock Prices - EA Macro News), kuri orientuota į Euro zonos makroekonominės naujienas. Didžioji dalis surinktų duomenų buvo pateikiami dieniniu dažniu, išskyrus sudėtinis pirmaujantis indikatorius, kuris buvo pateiktas mėnesio dažniu. Tam, kad būtų galima atlikti tyrimus pasitelkiant skirtingo dažnio duomenis, padarėme prielaidą, kad sudėtinio

pirmaujančio indikatoriaus mėnesinis rodmuo per visas tiriamo mėnesio dienas išlaikė tą pačią vertę, t. y. viena mėnesinė reikšmė bus naudojama visam tiriamam mėnesiui. Ši prielaida yra kildinama remiantis OECD sudėtinio pirmaujančio kriterijaus sudarymo metodikos, kurioje aprašome, jog rodiklis pateikiamas mėnesine išraiška dėl sunkiai prieinamų duomenų ir dėl to, kad dieninis stebėjimas būtų statistiškai nereikšmingas, kadangi pokyčiai ekonomikoje neįvyksta kas dieną. Kas leidžia daryti išvadą, jog kintamasis per visą mėnesį išlaiko vienodą reikšmę, nes ekonomika mėnesio laikotarpiu turi labai smulkius arba statistiškai nereikšmingus pokyčius, ir leidžia priimti prielaidą, jog kintamasis per mėnesį nekinta.

Modeliuose naudojamiems kintamiesiems buvo sudaromi specifiniai aprašomosios statistikos elementai, t. y. intervalas tarp mažiausios ir didžiausios reikšmės, pirmasis ir trečiasis kvantiliai, mediana, vidurkis, standartinis nuokrypis, imties asimetrijos koeficientas bei imties eksceso koeficientas. Toks pasirinkimas buvo padarytas siekiant surasti reikalingą informaciją apie duomenis. Pavyzdžiui, intervalas tarp mažiausios reikšmės ir didžiausios parodo kaip duomenys bus pasiskirstę aplink vidurkį bei duomenų sklaidą, jei jis yra vertinamas kartu su vidurkiu ir mediana. Tuo tarpu pirmasis ir trečiasis kvantilis parodo kiek procentų duomenų yra žemiau tam tikros reikšmės (pirmasis kvantilis parodo įvertį po kokia verte yra 25 procentai duomenų, tuo tarpu trečiasis kvantilis parodo po kokia verte yra 75 procentai kintamojo reikšmių). Taip pat labai svarbu įvertinti kiekvieno kintamojo standartinį nuokrypį, kuris parodo kiek vidutiniškai modelio duomenys nukrypsta nuo vidurkio. Imties asimetrijos koeficientas (angl. skewness) parodo duomenų asimetriją, o imties eksceso koeficientas (angl. kurtosis) - duomenų lėkštumo lygį, kas parodo, kaip duomenys išsisklaidę imtyje.

Siekiant panaudoti rinkoje atpažįstamą, kaip JAV rinkos nepastovumą nurodantį, VIX indeksą jis į modelį yra įtraukiamas taip pat kaip informaciją teikiantis nepriklausomas kriterijus.

Kadangi teorinė analizė parodė, jog dažniausiai tyrimams yra naudojami dviejų tipų modeliai, t. y. Autoregresiniai modeliai bei GARCH modeliai, pirmiausia bus sudaromas lengvesnis ARMA modelis, kuris rinkoje traktuojamas kaip teikiantis tas pačias prognozes galimybes.

Autoregresinis modelis bus sudaromas vadovaujantis trečiąja lygtimi, kurią savo darbe siūlė naudoti M. He, Y. Wang, Qing Zeng ir Y. Zhang (2023) pakeičiant modelio kintamuosius pagal mūsų sudaromą modelį.

$$Volatility_t = \beta_0 + \beta_1 * Volatility_{t-1} + \beta_2 * Oil_{t-1} + \beta_3 * CLI_{t-1} + \beta_4 * SE_{t-1} + \beta_5 * PI_{t-1} + \beta_6 * FSI_{t-1} + \beta_7 * VIX_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Kadangi ne visi tyrimui naudojami kintamieji yra finansiniai duomenys, autoregresinę lygtį tyrimo metu gali tekti pakoreguoti siekiant išvengti netikėtų modelio poslinkių.

Suradę tinkamiausią AR modelio variaciją, toliau sudarysime GARCH modelį, siekiant patikrinti, kuris iš dviejų modelių yra tinkamesnis prognozėms sudaryti. GARCH modeliui bus naudojamos iš F. Kearney, H. L. Shang ir Y. Zhao (2023) atlikto tyrimo atsirinktos detalės, kadangi autorių sudarytas modelis buvo orientuotas į vieną specifinę rinką, kas ne visai atskleidžia ar modelis gali būti pritaikytas regiono ar šalies akcijų rinkos nepastovumui tirti, tai sudaro vietos interpretavimui ir leidžia patikrinti ar tokio pačio tipo modelis gali būti pritaikytas tam tikro regiono akcijų rinkos indekso nepastovumui prognozuoti. Šiam tyrimui atlikti, GARCH modelis bus sudaromas panaudojant F. Kearney ir kt. (2023) naudotą lygtį, pakoreguojant tyrimo kintamuosius pagal mūsų sudaromą modelį, siekiant nuspėti nepastovumus trumpuoju laikotarpiu.

Trumpojo laikotarpio FGARCH modelio lygtis atspindima ketvirtojoje lygtyje.

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha(|y^t - \lambda|^{\delta} - 1) + \beta(\sigma_t^2 - 1) + \gamma_1(x_{1,t-1}) + \gamma_2(x_{2,t-1}) + \gamma_3(x_{3,t-1}) \quad (4)$$

Kur,

σ_t^2 – Sąlyginis nepastovumas, t laikotarpiu;

ω – nekintančioji dalis;

$\alpha(|y^t - \lambda|^{\delta} - 1)$ kur, α - nuolydžio komponentas (ARCH komponentas), $|y^t - \lambda|^{\delta}$ - nepastovumas pakoreguotas pagal asimetrijos koeficientą, δ – laipsnio parametras, kuris suteikia lankstumo;

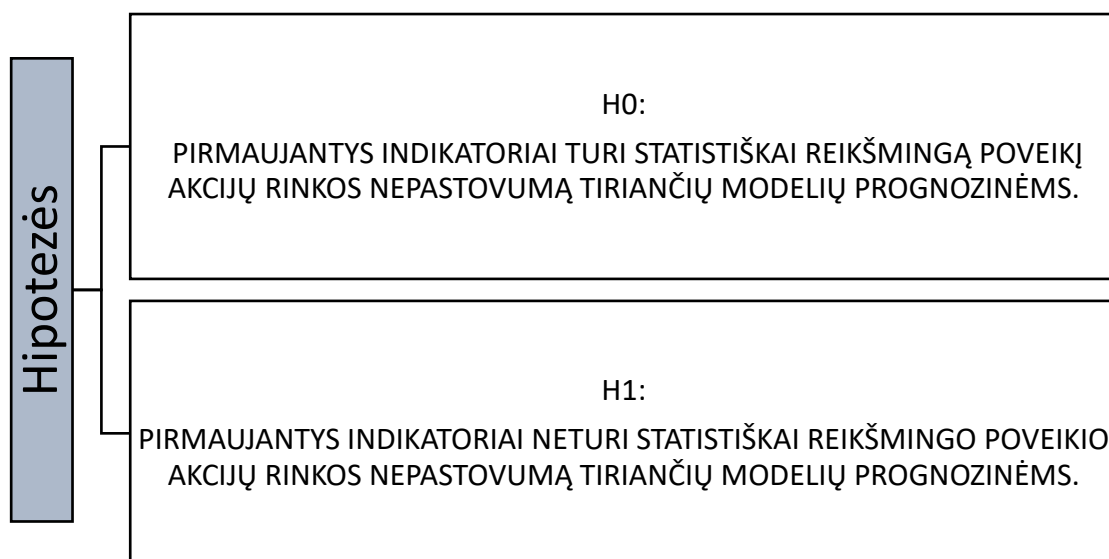
$\beta(\sigma_t^2 - 1)$ – ankstesnio nepastovumo įtaka dabartiniam nepastovumui;

$\gamma_x(x_{x,t-1})$ – nepriklausomieji kintamieji

Pagal apsibrėžtus modelius, kuriuos pasiūlė M. He ir kt. (2023) bei F. Kearney ir kt. (2023), galime suprasti, jog tyrime naudojami modeliai gali teikti dvejopus rezultatus. Todėl šiems tyrimams, interpretuojant X. Gong, W. Zhang, W. Xu ir Z. Li (2022), X. Li, C. Liang ir F. Ma (2022), M. He ir kt. (2023), ir F. Kearney ir kt. (2023) sudarytus modelius, nepastovumo prognoziniais tyrimams yra iškeliamos hipotezės, kurios vaizduojamos septintame paveiksle.

7 paveikslas

Prognoziniams tyrimams sudaromos hipotezės.



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

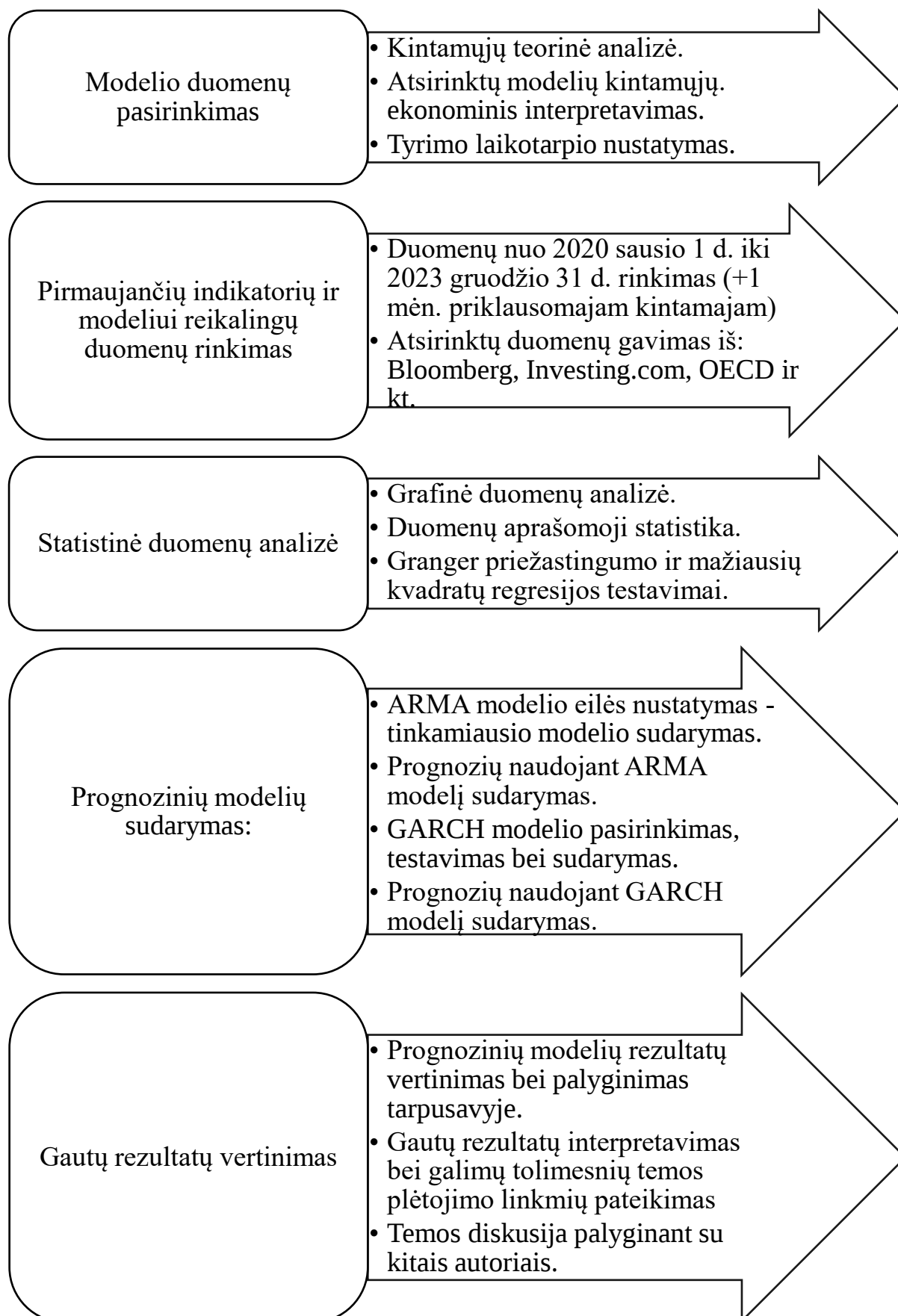
Septintajame paveiksle sudarytos hipotezės buvo iškeltos remiantis anksčiau nagrinėtų autorių atliktų tyrimų rezultatais, kurie parodė, jog rinkos nepastovumo prognozės gali būti arba statistiškai reikšmingos arba nereikšmingos. Iš teorinės modelių analizės pastebime jog, siekiant išsiaiškinti ar prognozinis modelis turi tam tikros įtakos nustatytam tyrimo subjektui, modeliui reikia iškelti dvi hipotezes, iš kurių pirmoji (nulinė) hipotezė yra, kad modelis turi statistiškai reikšmingą įtaką prognozėms, kas būtų įrodyta, jeigu į modelį įtraukus pirmaujančius indikatorius gautume, jog modelio prognozės atitiktų realią rinkos situaciją. Alternatyvioji hipotezė yra, kad pirmaujantys indikatoriai neturi įtakos prognozėms sudaryti, kas būtų įrodoma, jeigu sudarytas prognozinis modelis teiktų netikslias prognozes arba teiktų perdėtai gerus rezultatus.

Prieš sudarant modelius norint atskirti ar tyrime naudojami duomenys turi statistiškai reikšmingą poveikį priklausomajam kintamajam bus atliekamas autorių (H. K. Chan ir kt., 2006; K. Karfakis ir E. Karfaki, 2018; T. Basse, S. Desmyter, D. Saft ir C. Wegener, 2023) siūlytas, **Granger priežastingumo testas bei bus sudaroma mažiausių kvadratų lygtis.**

Magistro darbe sudaromo tyrimo eiga aprašoma aštuntajame paveiksle.

8 paveikslas

Tyrimo eiga



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Šio darbo tyrimo eiga suskirstyta į penkias dalis: pirmojoje dalyje bus pasirenkami tyrimui naudojami duomenys, antrojoje bus surenkami atsirinkti pirmaujančios indikatoriai, trečiojoje bus atliekama surinktų duomenų statistinė analizė, toliau bus sudaromi ARMA ir GARCH modeliai ir galiausiai bus įvertinti modelių teikiami rezultatai siekiant išsiaiškinti ar modeliai pateisina iškeltas hipotezes.

Apibendrinant šio mokslinio tyrimo tikslas bus suskaidytas į dvi dalis. Pirmojoje dalyje bus mėginama naudojant pirmaujančius indikatorius sudaryti tinkamiausius autoregresinį bei GARCH modelius. Antrojoje dalyje bus siekiama sudaryti Eurostoxx50 nepastovumo prognozes remiantis sukurtais modeliais. Sudarius modelius bus tikrinamos modelių prognozinės galimybės siekiant nustatyti ar modelių kuriamos prognozės atitinka realia rinkos situacija ir kartu palyginti gautus rezultatus su prieš tai nagrinėtų autorių tyrimais.

3. PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ PANAUDOJIMO, PROGNOZUOJANT NEPASTOVUMĄ AKCIJŲ RINKOJE, TYRIMAS

Šiame skyriuje bus aptariami tyrimui naudojami kintamieji bei apibendrinami atlikto tyrimo rezultatai. Prieš atliekant tyrimą svarbu išsiaiškinti, kaip reikia pertvarkyti duomenis taip, kad jie būtų tinkami prognozinio ARMA modelio sudarymui. Tam reikia įvertinti modeliui naudojamų kintamųjų aprašomąją statistiką, kad suprastume duomenų charakteristikas, taip pat grafiškai patikrinti kaip kinta modelio kintamieji (ar jie nerodo tam tikrų tendencijų) bei atlikti laike kintančių duomenų dekompoziciją siekiant pašalinti galimus sezoniškumo.

4.1. Pirmaujančių indikatorių ir kitų rodiklių dinamika

Prieš atliekant prognozinį tyrimą svarbu sudaryti tinkamą tyrimui modelį, kuris generuotų įverčius pagal atsitiktinį klaidžiojimą. Šiam tikslui pasiekti svarbu tinkamai sutvarkyti tyrimui naudojamus duomenis, kad jie neperduotų modeliui tam tikrų trendų ir neperteiktų modelio rezultatuose tam tikrų augimo tendencijų. Geriausias būdas norint patikrinti modelio duomenų tinkamumą yra grafinė duomenų analizė bei aprašomoji duomenų statistika.

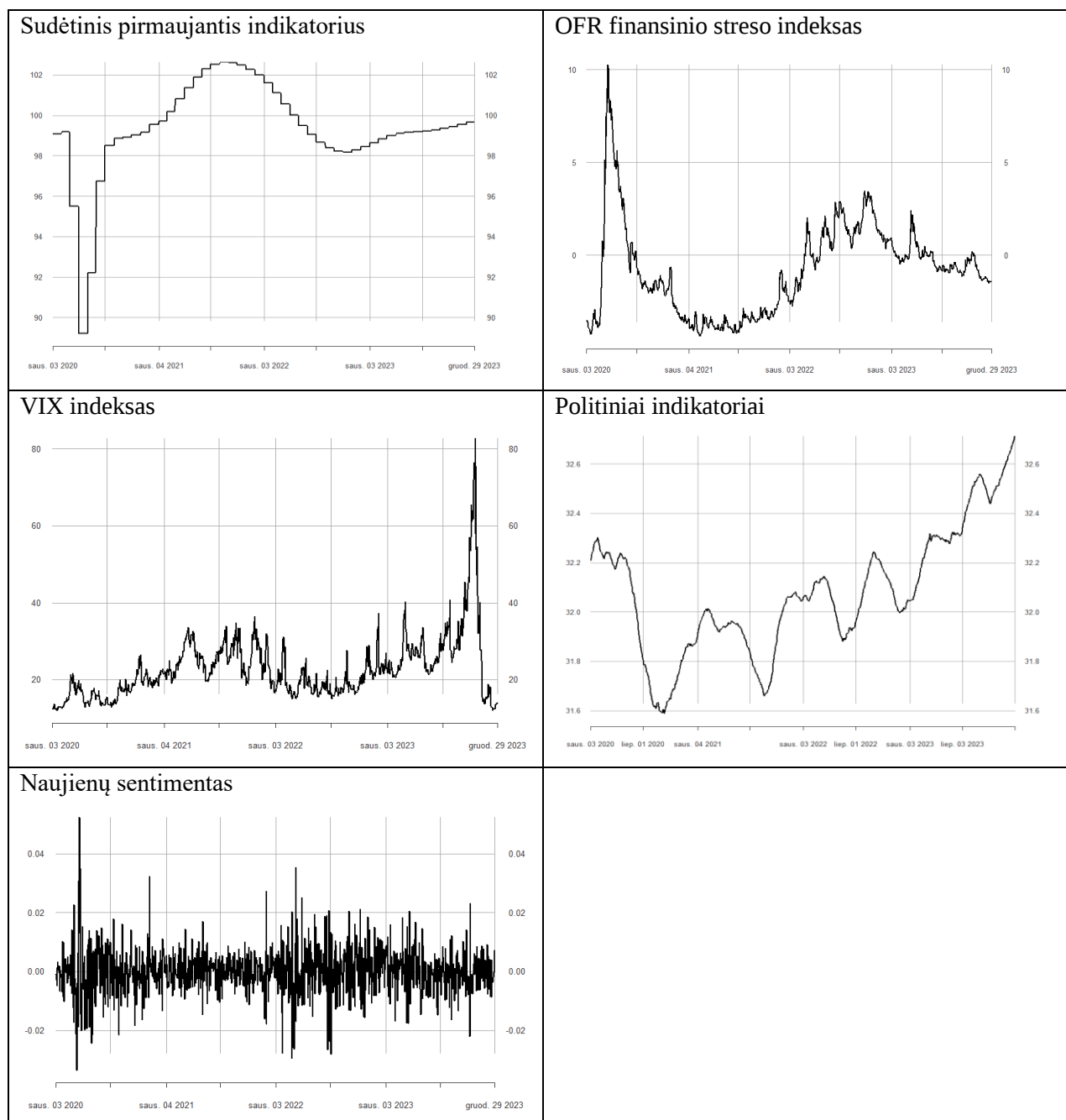
Toliau surinktiems duomenims buvo atliekama grafinė analizė, kurios metu buvo siekiama išsiaiškinti ar surinkti duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Atliktos grafinės duomenų analizės rezultatai pateikiami antrojoje lentelėje.

2 lentelė

Grafinė tyrimui naudojamų duomenų analizė



2 lentelės tęsinys



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Pagal atliktą grafinę duomenų analizę pastebime, jog ne visi kintamieji atitinka atsitiktiniam klaidžiojimui taikomus reikalavimus. Pavyzdžiui, Eurostoxx50 kainos nepastovumo kintamasis vaizduoja aukštą nepastovumą 2020 metų pradžioje tačiau vis dar atitinka statistiniam tyrimui keliamus reikalavimus ir aiškiai išreikštų tendencijų neparodo. Kitokią situaciją regime žaliosios naftos kintamajame, kuris vis dar yra išreikštas piniginiu vienetu. Iš kintamojo grafiko regime aiškiai išreikštą žemėjimo tendenciją, kuri gali lemti

pesimistinius tyrimo rezultatus, o kartu ir pesimistinės tyrimo modelio prognozes. Šią problemą galima spręsti transformuojant žalios naftos kainos kintamąjį į žalios naftos procentinės gražos kintamąjį. Visiškai kitokią situaciją pastebime vertinant kitus modelio kintamuosius. Pavyzdžiui, sudėtinis pirmaujantis indikatorius rodo aiškų svyravimą pagal savo vidurkį, kas gali teikti statistiškai nereikšmingą kintamojo įtaką akcijų gražos nepastovumo kintamajam. Tam, kad duomenys turėtų statistinę reikšmę, reikėtų pasvarstyti ar neverta būtų kintamąjį diferencijuoti ir modelyje naudoti indikatoriaus pokytį. Kitaip nei prieš tai nagrinėti kintamieji, OCF globalaus finansinio streso rodiklis nerodo, jokių aiškių tendencijų. Iš grafinės analizės galime pastebėti, jog kintamasis puikiai atspindi pasaulinėje akcijų rinkoje atsirandančius šokus, pavyzdžiui, rodiklis ženkliai išauga pirmosios Covid-19 bangos metu ir atslūgsta situacijai nurimus. Taip pat galime pastebėti ir šoką finansinio streso kintamajam, kuris kilo dėl rinkoje atsiradusio neramumo dėl karo Ukrainoje pradžios 2022 metų pradžioje, kuris sukėlė finansinio streso rodiklio išaugimą ateinančiuose perioduose. Neramumą kelia tik tai, jog finansinio streso rodiklio grafikas atrodo panašiai kaip priklausomojo kintamojo grafikas, kas gali būti ženklas, jog kintamieji tarpusavyje stipriai koreliuos. Toliau žvelgiant į VIX indekso grafinį pokytį per tiriamą laikotarpį jokių aiškiai išreikštų tendencijų nepastebime, tačiau galime matyti, jog duomenyse yra stiprus išaugimas 2023 metais, kas gali pakoreguoti ne tik modelio rezultatus naudojant kintamąjį, bet kartu teikti perdėtą kintamojo poveikį akcijų gražos nepastovumui, kas ilgainiui lems perdėtas prognozes. Tuo tarpu politinis indikatorius turi aiškia augimo tendenciją, į ką reikėtų atkreipti dėmesį prieš sudarant modelius. Kitaip nei prieš tai nagrinėti kintamieji naujienų sentimentų indeksas visiškai atitiko atsitiktinį klaidžiojimą, todėl kintamąjį modelyje galima naudoti tokį koks jis yra.

Norint tiksliai išsiaiškinti, kaip tam tikri kintamieji gali paveikti modelio generuojamus rezultatus, reikia pažvelgti į kintamųjų aprašomąją statistiką. Sudarytos kintamųjų aprašomosios statistikos rezultatai pateikiami trečiojoje lentelėje.

3 lentelė

Aprašomoji duomenų statistika

Kintamasis	Intervalas tarp min. ir maks.	Pirm. Kvantilis	Mediana	Vidurkis	Treč. Kvantilis	Stand nuokr ypis	Skew	Kurt
Eurostoxx50 Nepas.	0.42 – 4.36	0.88	1.11	1.28	1.41	0.67	2.45	-0.23
Žalia nafta	10.01 – 123.70	53.38	72.91	69.97	83.26	21.90	-0.24	-0.27
Sudėtinis pirmaujantis indikatorius	89.21 - 102.62	98.68	99.20	99.39	100.82	2.35	-1.89	6.26
Finansinio streso indeksas	-4.36 – 10.27	-3.11	-0.84	-0.82	0.60	2.48	1.01	1.90
VIX	12.07 – 82.69	17.28	21.35	22.84	26.36	8.45	2.53	10.98
Politiniai indikatoriai	31.59 – 32.71	31.92	32.06	32.08	32.24	0.25	0.22	-0.39
Naujų sentimentas	-0.034 – 0.052	-0.00415	0.00008	0.00012	0.00455	0.008	0.27	3.69

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Surinkus pasirinktų aprašomosios statistikos elementų informaciją pereiname prie individualių kintamųjų vertinimo. Žiūrint į priklausomojo modelio kintamojo aprašomąją statistiką pastebime, kad Eurostoxx50 nepastovumo kintamasis turėjo aukštą atotrūkį tarp minimalios kintamojo reikšmės ir maksimalios, kas parodo, kad duomenys per tyrimo periodą stipriai variavo. Atkreipus dėmesį į Eurostoxx50 nepastovumo kintamojo vidurkį ir medianą pastebime, jog kintamasis labiau pasiskirstęs į žemąją pusę, kas rodo, jog duomenys yra arčiau minimalios vertė nei maksimalios. Tą parodo ir įvertinti rodiklio kvantiliai, kurie parodo, jog 25 procentai duomenų turėjo aukštesnę reikšmę negu 1.41, kas yra pakankamai toli nuo maksimalios reikšmės. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį ir į tai, jog Eurostoxx50 rodiklis turėjo palyginus aukštą standartinį nuokrypį, kas rodo, jog nepastovumo kintamojo įverčiai yra linę stipriai nutolti nuo vidurkio. Pats svarbiausias faktorius, kuris buvo pastebėtas vertinant aprašomąją priklausomojo kintamojo statistiką – aukštas ir teigiamas pasvirumo rodiklis, kuris indikuoja rieby uodegų (angl. fat tails) egzistavimą, kas indikuoja, jog modelio sudarymams gali reikėti naudoti ne normalųjį skirstinį, ką patvirtina ir asimetryjos koeficientas. Aukštą svyravimą

regime vertinant ir žaliosios naftos duomenų aprašomąją statistiką. Nors matome ganėtinai aukštas vidurkio ir medianos reikšmes, taip pat pastebime ir neįprastai aukštą svyravimą tarp minimalios ir maksimalios reikšmės, kurio pagal duomenų standartinį nuokrypį matyti neturėtume. Stiprus nuokrypis nuo vidurkio yra signalas, kuris buvo matomas ir grafinės analizės metu, kad kintamasis galimai turi aiškiai išreikštą žemėjimo tendenciją arba tai, kad kintamasis seka tam tikrą trendą. Visai kitokia situacija regima sudėtinio pirmaujančio indikatoriaus ir finansinio streso indekso kintamuosiuose, kurie abu turėjo žemą variaciją tarp minimalios ir maksimalios kintamojo reikšmės. Tai galėjo lemti pačių kintamųjų sudarymo ypatumai, kadangi abu rodikliai yra indeksai, jų standartinis nuokrypis yra ganėtinai stabilus ir judantis aplink tą patį vidurkį. VIX indeksas tuo tarpu rodė panašią tendenciją, kaip ir kiti kainą atspindintys kintamieji, tačiau jo standartinis nuokrypis buvo artimesnis įprastoms reikšmėms. Tačiau nesunku pastebėti, jog VIX indekso intervalas tarp minimalios ir maksimalios reikšmės yra gana aukštas palyginus šias reikšmes su vidurkiu, kas parodo, jog duomenyse yra perdėtų reikšmių. Politinis indikatorius parodė ganėtinai žemą variaciją tarp minimalios ir maksimalios reikšmės, kas parodo žemą duomenų sklaidą ką rodo ir rodiklio kvantiliai. Iš vidurkio ir kintamojo medianos regime, jog politinis indeksas svyravo aplink savo vidurkį standartiškai nukrypdamas nuo jo tik per 0.25 punkto. Tuo tarpu naujienų sentimentų indeksas, kaip ir grafinės analizė metu, taip ir aprašomosios statistikos metu rodė atsitiktinį svyravimą su žema variaciją apie savo vidurkį su standartiniu 0.0008 nuokrypiu. Asimetrijos koeficiento reikšmės parodo, jog žalia nafta ir sudėtinis pirmaujantis indikatorius pasižymi ilgesne uodega kairėje pusėje, o likę kintamieji pasižymi dešine uodega, kas rodo nevienodą kintamųjų asimetriją ir gali lemti iškraipymus modelyje. Tuo tarpu imties eksceso koeficientas parodo, tai jog žalios naftos ir finansinio streso duomenys yra plokšti, kas reiškia, jog duomenyse nėra stiprių viršūnių, tuo tarpu Eurostoxx50 nepastovumo kriterijaus, VIX indekso, politinių indikatorių, naujienų sentimentų ir sudėtinio pirmaujančio indikatoriaus duomenys turi stiprių viršūnių, kas parodo jog duomenyse yra išimtinių duomenų.

Įvertinus aprašomosios statistikos ir grafinės duomenų analizės rezultatus regime, jog modelio lygtis turės būti atitinkamai koreguojama. Pertvarkyta AR modelio lygtis regima penktojoje lygtyje.

$$Return_t = \beta_0 + \beta_1 * Return_{t-1} + \beta_2 * \Delta \log (Oil_{t-1}) + \beta_3 * CLI_{t-1} + \beta_4 * SE_{t-1} + \beta_5 * \Delta PI_{t-1} + \beta_6 * FSI_{t-1} + \beta_7 * \Delta \log (VIX_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (5)$$

Prieš sudarant modelius taip pat atliekame Granger priežastingumo testą, kuris parodo ar egzistuoja statistinis ryšys tarp modelio kintamųjų. Granger priežastingumo testo rezultatai pateikiami ketvirtoje lentelėje.

4 lentelė

Granger priežastingumo testo rezultatai

Kintamasis		OIL	CLI	SE
Nepastovumas	XY ¹	0.5883	1.863e-06	0.01142
	YX ²	0.6095	5.335e-07	0.0005737
Kintamasis		PI	FSI	VIX
Nepastovumas	XY	0.02034	3.824e-10	0.4374
	YX	0.01227	0.006282	0.4094

Šaltinis: sudaryta autoriaus. Lentelėje pateikiamos Granger testo p reikšmės, kurio reikšmingos vertės žymimo žalia spalva, nereikšmingos – raudona.

Pagal Granger priežastingumo testo rezultatus matome, jog stiprus abipusis priežastingumas egzistuoja tarp Eurostox50 nepastovumo kintamojo ir sudėtinio pirmaujančio indikatorius, taip pat ir tarp Eurostox50 nepastovumo kintamojo ir finansinio streso indekso. Šiek tiek silpnesnį tačiau statistiškai reikšmingą priežastingumą matome tarp Eurostox50 nepastovumo ir naujienų sentimentų kintamojo bei politinio indekso. Toliau žvelgiant į rezultatus galime pastebėti, jog statistiškai reikšmingo priežastingumo nebuvo rasta tarp Eurostox50 nepastovumo ir žalios naftos, VIX kainų indekso, kas implikuoja, jog jų į modelį įtraukti nevertėtų.

Siekiant užtikrinti gautus Granger testo rezultatus, o kartu patikrinti ar surinkti duomenys modelyje yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį toliau yra sudaroma mažiausių kvadratų regresija. Regresijos tikslas nustatyti, kokios eilės ARMA modelį vertėtų sudaryti ir išsiaiškinti modelio paaiškinimo galimybes. Mažiausių kvadratų kintamųjų atmetimo eiga vaizduojama ketvirtajame priede. Galutiniai sudarytos mažiausių kvadratų regresijos rezultatai pateikiami penktoje lentelėje.

5 lentelė

Mažiausių kvadratų regresijos rezultatai

Koeficientai	Įvertis	Standartinė paklaida	T reikšmė	P reikšmė
Laisvasis narys	13.857741	0.882302	15.706	< 2e-16 ***
CLI	-0.125875	0.008922	-14.108	< 2e-16 ***

¹ XY reikšmė parodo ar kintamasis turi statistiškai reikšmingą priežastingumą nepastovumui.

² YX reikšmė parodo ar nepastovumas turi statistiškai reikšmingą priežastingumą kintamajam.

5 lentelės tęsinys

PI	-11.109893	2.169340	-5.121	3.65e-07 ***
FSI	0.085593	0.008598	9.955	< 2e-16 ***
Pakl. Stand. Nuokrypis	Laisvės laipsnis	R ²	Pakoreguotas R ²	P reikšmė
0.4541	977	0.5398	0.5384	< 2.2e-16

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Sudarius mažiausių kvadratų regresiją pastebime, jog Granger priežastingumo testo metu buvęs statistiškai reikšmingas naujienų sentimentų indeksas buvo pašalintas, kadangi jis neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio priklausomajam kintamajam. Taip pat mažiausių kvadratų lygtis leidžia suprasti kiek nepriklausomieji kintamieji paaiškina priklausomąjį kintamąjį. Tai galima pamatyti iš R² kintamojo, kuris šiuo atveju yra 0,5398, kas parodo, jog nepriklausomieji kintamieji paaiškina apytiksliai 54% priklausomojo kintamojo. Tai nėra neįprastas įvertis vertinant, jog tyrimo subjektas yra akcijų rinkos nepastovumas, kuris savyje talpina įvairių akcijų veikiančią informaciją.

Apibendrinant šiame poskyryje buvo peržiūrėta surinktų tyrimui duomenų grafinė analizė bei aprašomoji statistika, kurios metu buvo pastebėtos tam tikros duomenų problemos, kurios iškart buvo pakoreguotos. Taip pat buvo sudarytas Granger priežastingumo testas, kurio metu buvo atrinkti statistiškai reikšmingą priežastingumą turintys veiksniai, kurie buvo sudėtinis pirmaujantis indikatorius, naujienų sentimentas, politinis indeksas ir finansinio streso indeksas. Galiausiai buvo sudaryta mažiausių kvadratų regresija siekiant patikrinti sąveiką tarp Eurostoxx50 nepastovumo ir kitų nepriklausomųjų kintamųjų, kas parodė, jog statistiškai reikšmingą įtaką nepastovumui turėjo tik sudėtinis pirmaujantis indikatorius, politinis indeksas ir finansinio streso indeksas.

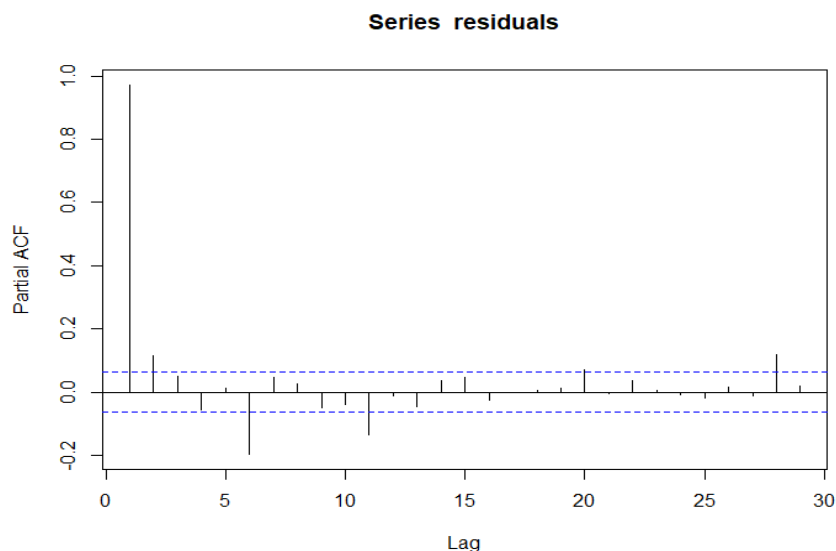
4.2. Eurostoxx50 prognozinio tyrimo, naudojant pirmaujančius indikatorius, rezultatai

Iš sudarytos mažiausių kvadratų regresijos paklaidų autokoreliacijos funkcijos (angl. ACF) rezultatų (5 priedas) matome, jog regresijos paklaidos turi laipsniško gesimo tendenciją, kas reiškia, jog Eurostoxx50 nepastovumas turi silpnai nuo laiko priklausomą tendenciją, kuri ilgainiui išblėsta ir nebeturi statistinės reikšmės. Tam, kad šiame etape būtų galima pereiti prie

autoregresinio modelio sudarymo, mažiausių kvadratų lygčiai buvo sudaroma dalinė autokoreliacijos funkcija (angl. PACF), kurios rezultatai pateikiami devintame paveiksle.

9 paveikslas

Mažiausių kvadratų regresijos paklaidų dalinė autokoreliacijos funkcija



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Pagal sudaryta PACF grafiką matome, jog egzistuoja statistiškai reikšmingą pirmojo, antrojo ir šeštojo vėlavimo įtaka modelio paklaidoms. Taip pat pastebime, jog egzistuoja keletas artimų reikšmingumui vėlavimų, t. y. trečiasis ir ketvirtasis vėlavimai. Nors vėlesniuose perioduose matome, jog egzistavo statistiškai reikšmingų vėlavimų, jų į modelį neįtrauksime, kadangi ACF rezultatas rodė, jog vėlavimų reikšmingumas laipsniškai gęsta, vėlesnių periodų įtraukimas gali būti perteklinis. Pagal gautus rezultatus iš dalinės autokoreliacijos funkcijos, toliau buvo sudaromas AR(6) modelis, kurio rezultatai atspindimi šeštajame priede. Kadangi buvo gautas rezultatas, jog 6 vėlavimas neturi statistinio reikšmingumo jis iš modelio buvo pašalintas, kas reiškia jog galima sudaryti AR(4) modelį, kadangi penktasis vėlavimas buvo taip pat nereikšmingas. AR(4) modelio rezultatai pateikiami šeštoje lentelėje.

6 lentelė

AR(4) modelio rezultatai

Koeficientas	Įvertis	Standartinė paklaida	P reikšmė
Laisvasis narys	1.2453	0.77	0.01 ***
AR1	1.0220	0.0312	5.167165e-159 ***
AR2	0.0405	0.0451	0.0369 **

6 lentelės tęsinys

AR3	0.1308	0.0454	0.00402 ***
AR4	-0.2044	0.0322	3.295888e-10 ***
CLI	0.0005	0.0075	0.0991 .
PI	-0.6388	0.3496	0.0679 .
FSI	0.0638	0.0080	4.980797e-15 ***
σ^2	log tikimybė	AIC	
0.005196	1189.86	-2361.72	

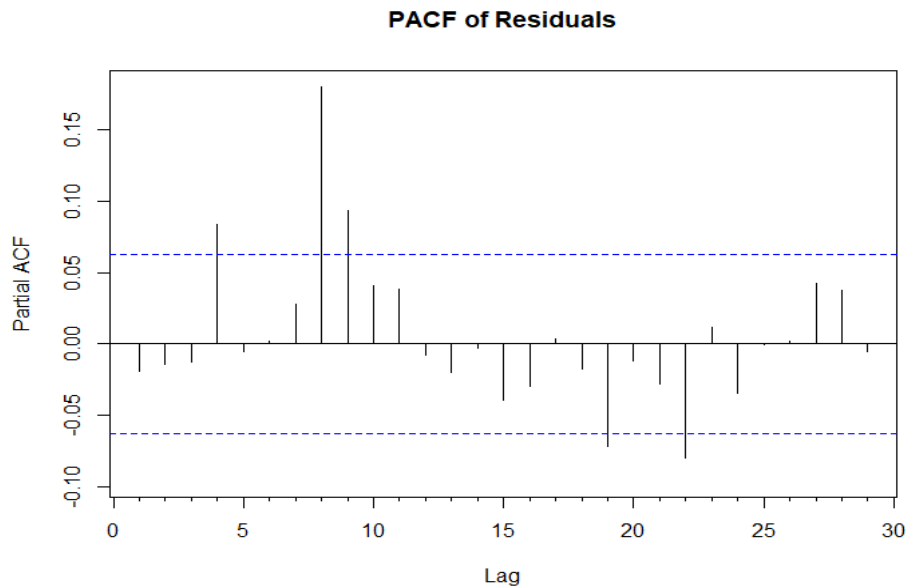
Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Pagal sudarytą autoregresinį modelį matome, jog stipriausiai įtaką Eurostoxx50 nepastovumui daro jo pirmasis vėlavimas, kuris turi stiprią teigiamą įtaką koeficiento ateities pokyčiams. Stipriausią neigiamą efektą nepastovumui turi politinio indikatoriaus augimas ir ketvirtojo periodo nepastovumo vėlavimas, kas parodo, jog Eurostoxx50 į rinkos nepastovumą sureaguoja keturias dienas anksčiau ir per keturių dienų periodą grįžta į normalųjį augimą. Kas rodo, jog nepriklausomai nuo gautos informacijos modelis yra linkęs grįžti prie augimo tendencijos, kas yra koreguojama modelyje įtraukto ketvirto periodo vėlavimo ir politinio indikatoriaus. Siekiant toliau išsiaiškinti ar į modelį nereikia įtraukti slankiųjų vidurkių kintamųjų, sudaryto AR(4) modelio paklaidoms pritaikome dalines autokoreliacijos funkciją, kuri parodys ar į modelį vertą įtraukti slankiųjų vidurkių kintamųjų.

Kadangi modeliui sudaryti yra naudojami indeksai ir nepastovumo vėlavimai, AR modelio paklaidos buvo pertvarkytos pagal robastiškumo testą, kuris parodė, jog paklaidose egzistavo multikolinearumas. Gautos dalinės autokoreliacijos funkcijos AR(4) pertvarkytoms modelio paklaidoms rezultatai pateikiami dešimtame paveiksle.

10 paveikslas

AR(4) paklaidų dalinė autokoreliacijos funkcija



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Iš dalinės autokoreliacijos funkcijos regime, jog vertėtų į modelį įtraukti ketvirtąjį slankiųjų vidurkių kintamąjį ir sudaryti ARMA(4;4) modelį. ARMA(4;4) modelio rezultatai pateikiami septintoje lentelėje.

7 lentelė

ARMA(4;4) modelio rezultatai

Koeficientas	Įvertis	Standartinė paklaida	P reikšmė
Laisvasis narys	1.0398	0.7709	0.000001 ***
AR1	1.0083	0.0318	3.264278e-152 ***
AR2	0.0497	0.0451	0.0268 **
AR3	0.1347	0.0322	0.002907 ***
AR4	-0.2048	0.0322	3.209200e-10 ***
MA4	0.0656	0.0281	0.08507.
CLI	0.0026	0.0075	0.0935 .
PI	-0.6718	0.3487	1.002053e-45 ***
FSI	0.0627	0.0080	0.01646 **
σ^2	log tikimybė	AIC	
0.005182	1192.71	-2361.41	

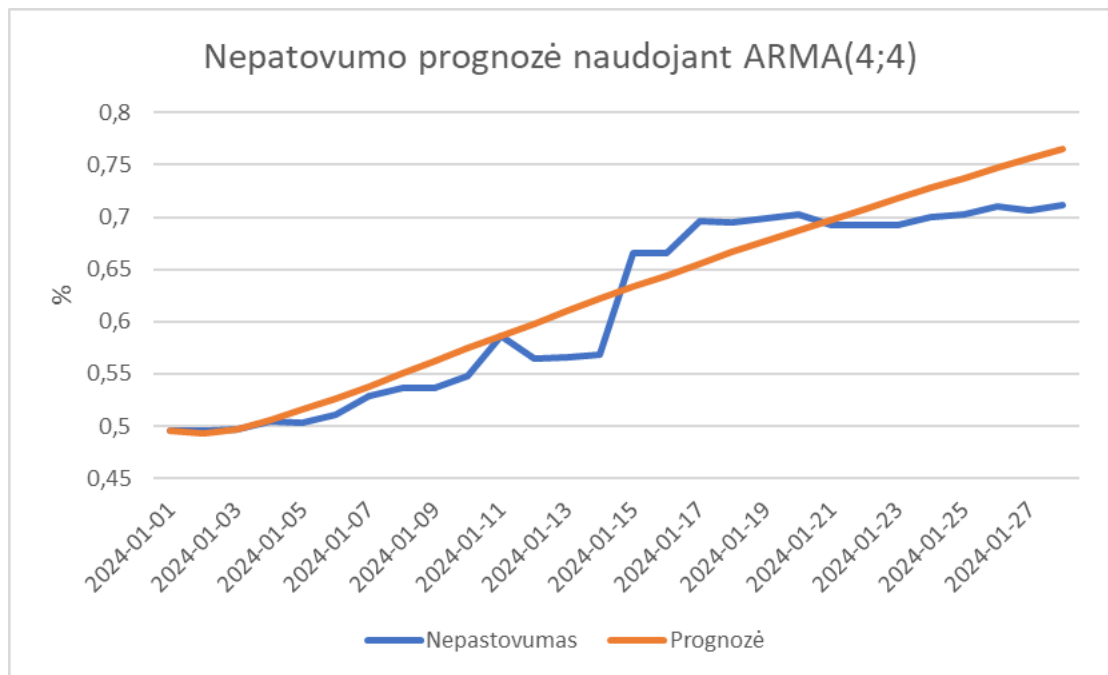
Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Modelis pasirinktas taip pat buvo patvirtintas ir vertinant gautus rezultatus, kurie parodė, jog slankiųjų vidurkių įtraukimas pagerina modelio AIC kriterijų kas leidžia suprasti, jog modelio prognozės galimybės yra didesnės. Taip pat pastebime, kad modelyje naudojamų kintamųjų įtaka Eurostoxx50 nepastovumui įtraukus slankiųjų vidurkių kintamąjį beveik nepakito. Todėl toliau galima pereiti prie modelio tinkamumo prognozėms tikrinimo. Pirmiausiai buvo pažiūrėtas sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymas (6 priedas), kuriame nebuvo galima pastebėti tam tikrų tendų ar aiškių augimų. Toliau buvo atliekamas Shapiro-Wilk normalumo testas, kuris nustatė, jog sudarytas ARMA modelis turi 0.22 p-reikšmę, kas neleidžia atmesti nulinės hipotezės ir reiškia, jog mūsų sudarytas modelis yra normaliai pasiskirstęs. Šių dviejų faktų egzistavimas leidžia sudaryti prielaidą, jog modelio paklaidos grafiškai atitiko baltojo triukšmo sąlygas, kas leidžia konstatuoti, jog modelis yra tinkamas prognozėms sudaryti.

Patikrinus modelio tinkamumą buvo pereita prie prognozių sudarymo. Kadangi modelio priklausomojo kintamojo aprašomojoje statistikoje pastebėjome, jog egzistavo riebių uodegų problema, gautos prognozės buvo matematiškai pakoreguotos pagal pirmąją modelio vertę lyginant ją su realiu nepastovumo įverčiu, tai yra iš modelio gautos prognozės buvo atimtas skirtumas, kuris buvo regimas tarp pirmosios prognozės ir realios nepastovumo vertės. Ši korekcijos būdą, susiduriant su riebių uodegų problema taip pat savo darbuose taikė K. Wu ir S. Karmakar (2023) bei D. P. Lundquist ir D. J. Eck (2024), kurių darbai taip pat buvo skirti nepastovumo prognozėms sudaryti. Ši matematinę poslinkį autoriai įvardija, kaip prigimtą nenusipėjamumo korekciją, kuri atsiranda iš aukšto periodo nepastovumo laikotarpių ir turi būti pritaikyta nepastovumo prognozėms sudaryti. Prognozėms sudaryti buvo pasirinktas 30 dienų langas (trumpas laikotarpis), nuo paskutinės Eurostoxx50 nepastovumo vertės. Gauti prognozės rezultatai pateikiami vienuoliktame paveiksle.

11 paveikslas

Nepastovumo prognozės naudojant ARMA modelį



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Pagal sudarytas prognozes pastebime, jog modelis, kuriame yra naudojami pirmaujantys indikatoriai, atpažįsta nepastovumo judėjimo kryptį, tačiau neišskiria tam tikrų šokų, kurie įvyko per laikotarpį. Akivaizdu yra tai, jog realus rinkos nepastovumas svyravo aplink nepastovumo prognozę, kas leidžia daryti prielaidą, jog sudarytas ARMA(4;4) modelis yra tinkamas trumpojo laikotarpio prognozėms, tačiau nėra aišku, kaip modelis pasirodytų ilguoju laikotarpiu bei ar atskirtų galimą aukštesnį neigiamą šoką. Kadangi sudarytas ARMA modelis savyje talpina aukštą laiko variaciją, pastebime jog modelio generuojamos prognozės yra stipriau priklausomos nuo istorinių nepastovumo įverčių, verčiau negu nuo pirmaujančių indikatorių. Pačių pirmaujančių indikatorių poveikis modelio įverčiams yra minimalus, kur pastebime, jog didžiausią įtaką nepastovumui turėjo politiniai indikatoriai, kurių augimas vienu procentu gali lemti nepastovumo sumažėjimą per 0.67 procentu. Tai rodo svarią ir statistiškai reikšmingą įtaką nepastovumui, tačiau kiti modelyje naudoti pirmaujantys indikatoriai lėmė tik mažą poslinkį nepastovume, kas kelia klausimų ar jų įtraukimas nepakenkė prognoziniam modeliui dėl papildomo kompleksiskumo, bet mažos grąžos. Taip pat vertinant modelio prognozes galimybes, reikia suprasti ir ARMA prigimtį, kadangi šio modelio pagrindinės prielaidos yra, jog modelis vertina vidurkio dinamiką ir kad modelis laiko dispersiją pastovia (homoskedastiška). Šios prielaidos gali pašalinti teigiamą (ar neigiamą) pirmaujančių indikatorių įtraukimo naudą, kadangi jos orientuotos į modelį be išorinių regresorių. Šiai problemai spręsti teisinga būtų patikrinti modelio ARCH kriterijų ir peržiūrėti ar modelyje neegzistuoja užsilikusio

heteroskedastiškumo, kuris provokuoja perdėtus modelio įverčius. Taip pat atliktas testas leistų suprasti ar verta prognozių sudarymui pritaikyti tam tikrą GARCH modelio variaciją. Todėl toliau buvo sudarytas ARCH testas, vertinant dešimties vėlavimų ARCH efektą. Testo rezultatas parodė, jog egzistuoja užsilikęs ARCH efektas modelyje su testo statistikos p verte $2.288e-16$, kuris leidžia atmesti nulinę hipotezę ir parodo, jog modelyje egzistuoja užsilikęs heteroskedastiškumo efektas. Šis rezultatas veda prie tolimesnio tyrimo plėtojimo ir perėjimo prie GARCH modelio sudarymo, kuris teoriškai galėtų geriau apibrėžti nepriklausomųjų kintamųjų įtaką Eurostoxx50 nepastovumui. Tačiau pagal gautus prognozinis rezultatus naudojant ARMA modelį **negalime visiškai atmesti nulinės hipotezės**, kadangi modelis atpažino Eurostoxx50 gražos nepastovumo kitimo kryptį, kas leidžia daryti išvadą, jog modelio prognozinės tikimybės gali būti plėtojamoms.

Tam, kad būtų galima sudaryti tinkamą GARCH modelį, pirma buvo pasirinktas GARCH modelio tipas. Modelio tipas pasirinktas vertinant trijų galimų GARCH variantų (EGARCH, FGARCH ir GJR-GARCH) Akaike kriterijus (7 priedas), kurie parodė, jog geriausias prognozinės galimybes teikia Lankstusis apibendrintas autoregresinio sąlyginio heteroskedastiškumo modelis (angl. Flexible Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity model) sutrumpintai FGARCH(1;1), su Akaike įverčiu - 0.58. Toliau prieš sudarant modelį buvo pasirinkamas tinkamas po sisteminis modelis ir tinkamas skirstinys. Kadangi modelio priklausomasis kintamasis susidūrė su riebių uodegų problema, modeliui sudaryti buvo pritaikytas asimetriškai iškraipytas Studento t skirstinys, kurį savo darbe naudojo ir G. Di-Giorgi, R. Salas, R. Avaria, C. Ubal, H. Rosas ir R. Torres (2023). Šio skirstinio nauda yra tai, jog jis leidžia išvengti duomenų asimetrijos problemų, ko neįvertina normalusis skirstinys. Tam, kad modeliui būtų galima pritaikyti asimetriškai iškraipytą Studento t skirstinį, FGARCH modeliui buvo pritaikytas asimetrinės galios autoregresinis sąlyginio heteroskedastiškumo modelis (angl. Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, APARCH), kuris sušvelnina finansinių duomenų reakcijas į teigiamas ir neigiamas naujienas, bei leidžia modeliui naudoti kitokį negu normalųjį skirstinį. Sudaryto FGARCH(1;1) modelio rezultatai (8 priedas) pateikiami aštuntoje lentelėje.

8 lentelė

FGARCH(1;1) modelio rezultatai

Koeficientas	Įvertis	Standartinė paklaida	t reikšmė	Stat. reikšmingumas
MU	4,220	0,007	611,787	***
CLI	-0,322	0,000	-451,839	***
PI	-2,716	0,126	-21,572	***
FSI	0,045	0,000	90,962	***
OMEGA	0,077	0,013	6,038	***
ALPHA1	1,000	0,039	25,942	***
BETA1	0,242	0,027	8,899	***
LAMBDA	0,652	0,083	7,883	***
SKEW	0,325	0,019	17,542	***
SHAPE	2,536	0,099	25,492	***
Informaciniai kriterijai	Logaritminis tikėtinumas	Akaike	Bayes	Hannan-Quinn
	294,067	-0,579	-0,529	-0,560

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

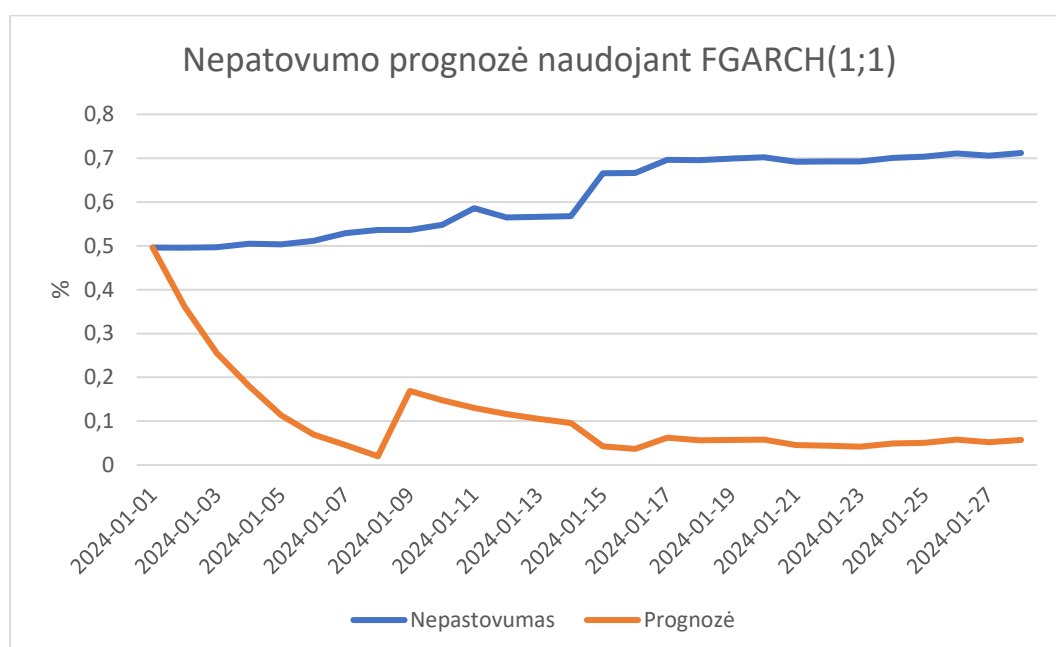
Sudaryto FGARCH modelio rezultatai parodo statistiškai reikšmingą pirmaujančių indikatorių įtaką modelio rezultatams, kas parodo, jog nepriklausomųjų kintamųjų įtraukimas pagerina sudaryto modelio prognozinės galimybes. Ta pati situacija, kurią regėjome ARMA modelyje pastebima ir GARCH modelyje, kur politiniai indikatoriai turi stipriausią įtaką nepastovumui, o kiti įtraukti indikatoriai, turėjo silpną įtaką prognozėms. Taip pat verta atkreipti dėmesį, jog GARCH modelyje, kaip ir ARMA modelyje pastebime, jog didžiąją dalį prognozės generuoja praeities nepastovumo istoriniai duomenys (ALPHA1 kriterijus), kurie turi 100% įtaką ateities nepastovumui. Be to, svarbu atkreipti dėmesį į BETA1 kriterijų, kuris parodo kiek praeities priklausomojo kintamojo nepastovumas atsispindi ateities prognozėse, kas modelyje parodo žemą nepastovumo įtaką ateities prognozėms. Be to, svarbu įvertinti ir LAMBDA kriterijaus reikšmę, kuri parodo, jog modelyje egzistuoja stipri modelio priklausomybė teigiamiesiems nepastovumo šokams. Vertinant modelio patikimumą buvo pažvelgta į GARCH Akaike ir logaritminio tikėtinumo kriterijus. Iš pateiktų rezultatų matome, jog modelio Akaike kriterijus yra stipriai baudžiamas dėl sudaryto modelio kompleksiskumo, kas gali būti indikatorius, jog modelio generuojamos prognozės, bus perdėtai blogos (arba geros), kadangi kriterijus artėja link nulio. Tą pačią informaciją teikia ir logaritminis tikėtinumas, kuris modelyje yra pakankamai žemas, tačiau dar normos ribose, kai kalbama apie finansinius tyrimus.

Nepastovumas iš savo sudarymo metodikos yra kriterijus, kurį sunku nuspėti ir apibrėžti, kadangi jis yra veikiamas daug informacinių kriterijų, kurie ne visada gali būti išreikšiami skaičiais, tuo tarpu statistiniai modeliai yra pritaikyti sudaryti tikslias prognozes remiantis esama istorine situacija, kas verčia kelti klausimą ar pirmaujančių indikatorių įtraukimas į modelį neskatina perdėto modelio kompleksiško, kas mažina prognozinės galimybes dėl pačių pirmaujančių indikatorių neapibrėžtumo ir išraiškos. Galiausiai siekiant patikrinti modelio tinkamumą buvo sudaroma standartizuotų paklaidų histograma (9 priedas), kuri parodė, jog modelio paklaidose atsispindi riebių uodegų scenarijus, kuris patvirtina, jog modeliui sudaryti pasirinktas asimetriškai iškraipytas Studento t skirstinys yra tinkamas šiam modeliui. Taip pat buvo sudaroma ir QQ (kvantilis-kvantilis) diagrama (10 priedas), kuri palygina modelio pasiskirstymą su normaliuoju skirstiniu, kas ir vėl parodė, jog modelio rezultatai pasiskirstę asimetriškai, kas patvirtina modelio skirstinio pasirinkimą.

Įvertinus sudaryto FGARCH(1;1) modelio tinkamumą, toliau buvo pereita prie prognozių sudarymo. Kaip ir ARMA modelyje, taip ir sudarytame GARCH įverčiai turėjo būti pakoreguoti pagal pirmąją vertę, kaip rekomenduota K. Wu ir S. Karmakar (2023) bei D. P. Lundquist ir D. J. Eck (2024). FGARCH(1;1) modelio prognozės pavaizduotos dvyliktame paveiksle.

12 paveikslas

Nepastovumo prognozės naudojant FGARCH(1;1)



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Žvelgiant į gautus rezultatus akivaizdu, jog sudarytos prognozės naudojant GARCH modelį neatpažino bendrųjų rinkos grąžos nepastovumo tendencijų ir teikė perdėtai neigiamas

tendencijas, kas skatino nepastovumo artėjimą link nulio. Šiuos nuokrypius nuo tikrovės galime laikyti pirmaujančių indikatorių įtraukimo į modelį padariniu, kadangi iš gautos testo statistikos buvo galima regėti, jog pirmaujantys indikatoriai modelyje turi daugiau neigiamą įtaką negu teigiamą nepastovumo augimui. Tačiau kartu negalime atmesti ir galimybės, jog sudarytas modelis dėl savo kompleksiskumo ne visiškai atpažįsta bendrąsias priklausomojo kintamojo tendencijas, t. y. modelio sudėtingumas skatina prognozinę galimybių sumažėjimą iš istorinių duomenų ir vėliau jas generuoja iš testo statistikos kriterijų, kurie buvo įtraukti naudojant Studento skirstinį bei sudėtingesnę GARCH formą. Taip pat verta atkreipti dėmesį ir į tai, jog Eurostoxx50 grąžos nepastovumas turi ženkliai aukštesnius nepastovumo svyravimus negu kiti modelyje naudoti kintamieji, kas galėjo kardinaliai paveikti modelio rezultatus. Tačiau iš prognozinio grafiko palyginimo su priklausomuoju kintamuoju galime teigti, jog šiame atliktame tyrime turime **atmesti nulinę hipotezę** ir teigti, jog pirmaujantys indikatoriai neturi įtakos Eurostoxx50 grąžos nepastovumo tyrimams.

Lyginant šiame darbe sudarytų dviejų modelių prognozes galimybes akivaizdu, jog paprastesnis ARMA modelis turėjo geresnes prognozes galimybes negu sudarytas GARCH modelis ir gauti rezultatai teikia dviejopą vaizdą – vienas modelis teigia, jog pirmaujantys indikatoriai turi įtakos nepastovumo prognozėms, kitas teigia kad įtaka neegzistuoja. Ką iš dalies patvirtina ir teorinėje dalyje nagrinėtų autorių tyrimų rezultatai. Kadangi nepastovumo kintamieji, kaip įvardija ir pats jų pavadinimas, turi aukštą nepastovumo lygį, jų prognozės dalinai yra nenuspėjamos ir gautų modelių rezultatai, kurie teigia, jog tam tikrų kintamųjų įtraukimas į modelį gerina prognozes galimybes, kelia įvairių diskusijų. Nors iš atlikto tyrimo buvo galima regėti scenarijų, kur pirmaujantys indikatoriai pagerino modelio prognozes galimybes, šis poslinkis finansiškai nebuvo stipriai reikšmingas, kas gali reikšti, jog gauti rezultatai buvo atsitiktinumas ir ilguoju laikotarpiu modelio prognozinės galimybės neišsilaikytų. Kartu galime išskirti ir tai, jog statistiškai reikšmingas ARMA modelis, aiškių nepastovumo pokyčių negeneravo, tačiau teikė bendrąją nepastovumo kitimo kryptį, kas padėtų trumpojo laikotarpio nepastovumo spėjimams su sąlyga, jeigu duomenys būtų kas kart atnaujinami pagal naujausią turimą informaciją. Be to, buvo galima išskirti ir tai, jog ne visi atsirinkti pirmaujantys indikatoriai turėjo stiprią įtaką nepastovumui kas palieka vietos diskusijai dėl pačių pirmaujančių indikatorių pasirinkimo.

Apibendrinant galime teigti, jog sudarius dvejus statistiškai reikšmingus tyrimus, kuriuose buvo naudojami pirmaujantys indikatoriai, kaip nepriklausomieji kintamieji, gavome dviejopus rezultatus, kur pirmaujančių indikatorių įtraukimas į ARMA modelį suteikė testo rezultatams geresnes prognozes galimybes, tačiau pablogino FGARCH modelio prognozes galimybes. Šie gauti rezultatai didžiąja dalimi yra sietini su dviejų modelių kompleksiskumo

laipsniu, kadangi ARMA modelis iš prigimties yra mažiau kompleksiškas, jo testo statistika teikia mažiau paveiktus rezultatus negi GARCH modelių generuojami rezultatai, kadangi ARMA modelis savyje talpina mažiau testo statistikų, kurias generuoja GARCH. Taip pat pagal gautus rezultatus galime teigti, jog tolimesniam tyrimų plėtojimui didžiausią dėmesį reikėtų skirti pirmaujančių indikatorių pasirinkimui, atsižvelgiant ne tik į pačius kriterijus, bet kartu atkreipus dėmesį ir į jų pačių nepastovumo dinamiką.

4.3. Temos diskusija

Nors gauti rezultatai nesuteikia aiškių rezultatų ar pirmaujančių indikatorių panaudojimas modeliuose gerina nepastovumo finansų rinkose prognozes, tačiau galima išskirti keletą bendrinių tendencijų tarp gautų tyrimų rezultatų ir tarp kitų autorių atliktų tyrimų. Viena iš pirmųjų problemų, kurią išryškina autoriai (H. Wasserbacher ir M. Spindler, 2021; J. Černevičienė ir A. Kabašinskas, 2024; N. A. M. Abdelkader ir H. H. Wahba, 2024) yra duomenų atsirinkimo problema. Kadangi tradiciniai finansiniai duomenys, tokie kaip palūkanų norma ar BVP augimo tempas, pagal efektyvios rinkos teoriją jau atsispindi akcijų kainoje, o tuo pačiu ir akcijų paketų kainose, sunku tikėti jog jų keliamas nepastovumas jau nebus įtrauktas į rinkos modelį be papildomo tyrėjo įsitraukimo. Šis faktas mažina įprastinių finansinių pirmaujančių indikatorių įtraukimo galimybes, kas lemia, jog šie pirmaujantys indikatoriai turi mažą arba jokios įtakos akcijų nepastovumo prognozėms.

Siekiant rasti naują prognozių potencialą, dažnai tyrėjai stengiasi į modelius įtraukti ne tradicinių rodiklių, tokių kaip naujienų sentimentas ar politiniai indikatoriai, kas buvo atliekama ir šiame darbe. Tačiau tokių rodiklių prieinamumas, patikimumas ir nepastovumas yra sunkiai apibrėžiami ką išryškino savo darbuose ir P. Nannestad (2020) bei J. Černevičienė ir kt. (2024). Siekiant patiems sudaryti finansinį rodiklį, kuris atspindėtų tam tikrą ekonominį aspektą, kuris nėra įvertintas kainoje, reikia didelių laiko resursų, siekiant teisingai įvertinti norimo rodiklio skaitinį atvaizdį. Tačiau rinkoje yra prieinamų jau sudarytų finansinių rodiklių, kurie buvo naudojami ir šiame darbe, tačiau jų patikimumas ir finansinis pagrindas yra naudingas tiek, kiek jų teigiama informacija galima panaudoti tolimesniems ekonominiams tyrimams, ką šis mokslo darbas plėtojo. Nors ir didelio statistinio reikšmingumo tam tikri atsirinkti pirmaujantys indikatoriai neturėjo, tačiau akivaizdu buvo, jog didelę įtaką akcijų rinkos nepastovumui Europoje, turi politiniai indikatoriai, kas sudaro tolimesnę terpę pirmaujančių indikatorių vystymui šioje srityje.

Taip pat svarbu paminėti ir tai, jog pats nepastovumo kintamasis yra sunkiai nuspėjamas ir veikiamas daug faktorių, kurie ne visada yra susiję su istoriniais kintamojo pokyčiais, tad

galima išskirti galimybę, jog sudarytas GARCH modelis nėra pilnai informuotas ir ne visiškai gali atpažinti kaip kis nepastovumas ateityje. Šia problemą savo darbe atpažino ir X. Gong ir kt. (2022) tirdami kaip nepastovumo indeksas veikia tarptautinės akcijų rinkos nepastovumą išskirdami, jog augant investuotojų informatyvumui sunku rasti kintamuosius, kurie turėtų įtakos ir leistų nuspėti akcijų nepastovumo pokyčius. Kas buvo pastebėta ir šiame tyrime siekiant į modelį įtraukti daugiau kintamųjų dažnai buvo susiduriama su **modelio perteklinio pritaikymo problema**, kuri vertė iš modelio pašalinti tam tikrus kintamuosius, kurie tarpusavyje turėjo mažai sąsajos. Šią problemą plačiau nagrinėjo X. Li ir kt. (2022) siekdami išsiaiškinti modelių prognozinės galimybes panaudojant didelį skaičių skirtingų nepriklausomųjų indikatorių, kas galiausiai lėmė, jog tyrimo rezultatai buvo statistiškai nereikšmingi. Kas suteikia terpės diskusijai ar pirmaujančių indikatorių panaudojimo prognozėse tyrimai neturėtų būti vienanariai, t. y. sudaryti naudojant tik vieną individualų pirmaujančių indikatorių specifiniai problemai. Tačiau šis būdas sumažina modelių paaiškinamumo galimybes, kur ir vėl atsiveria terpė diskusijai, kuris scenarijus tyrimui yra optimaliausias.

Tačiau bendrinis šio tyrimo rezultatas buvo, jog prognoziniai tyrimai gali būti statistiškai reikšmingi, tačiau augant tyrimo kompleksiskumui bei esant žemam duomenų paaiškinamumui, atsiranda aukšta tikimybė, jog gauti tyrimo rezultatai konstatuos statistiškai nereikšmingą pirmaujančių indikatorių įtaką nepastovumui. Šią išvadą buvo galima pastebėti ir kitų autorių darbuose. Lyginant gautus tyrimo rezultatus su kitų autorių (D. Chun, H. Cho ir D. Ryu, 2020; Y. Chen, G. Qiao ir F. Zhang, 2022; D. Li, 2024) tyrimų rezultatais pastebime, jog savo darbuose dalis autorių taip pat išskyrė statistiškai nereikšmingą pirmaujančių indikatorių įtaką akcijų rinkos nepastovumo prognozėms trumpuoju mažai nepastoviu rinkos laikotarpiu ir rekomendavo modeliuose naudoti kitokius indikatorius arba sumažinti modelių kompleksiskumą. Tačiau šis rezultatas naudojant pirmaujančius indikatorius tyrimuose atsispindi ir tada kai keičiamas tyrimo subjektas, kadangi tą pačią tendenciją galime išskirti ir tyrimuose, kurių subjektas buvo ekonomikos stabilumas (J. Frankel ir G. Sarvelos, 2012; V. Plakandaras, P. Gogas, T. Papadimitriou ir R. Gupta, 2019; T. Duprey ir B. Klaus, 2022). Šis atitikimas verčia susidaryti nuomonę, jog nepastovumo ar stabilumo prognozėse pirmaujantys indikatoriai gali veikti, kaip pertekliniai kriterijai gerai informuotuose ir pastoviose rinkose. Šis rezultatas gali būti pasekmė to, jog tiek ekonomikos stabilumas, tiek akcijų birža yra veikiami gerai informuotų ir struktūrizuotų rinkos dalyvių, kas nepalieka ryškaus lango nepastovumo prognozių tobulinimui, kadangi kainos pokyčiai iš savęs gali būti stiprūs indikatoriai ateities nepastovumui trumpuoju laikotarpiu. Tačiau negalime atmesti to, jog dalis autorių (D. Chun, H. Cho ir D. Ryu, 2020; Y. Chen, G. Qiao ir F. Zhang, 2022; D. Li, 2024) išryškino, jog modeliai, kuriuose naudojami pirmaujantys indikatoriai, parodo puikias prognozinės galimybes aukšto

nepastovumo laikotarpiais, ko nebuvo galima patikrinti šiame darbe kadangi tyrimo imtis buvo ilgesnė ir akcijų paketo nepastovumas per laikotarpį stipriai variavo, kur buvo galima regėti aukšto nepastovumo rodiklį 2020 metų pradžioje ir toliau sekančią sėslę rinkos nepastovumo situacijos, kas palieka vietos tolimesnei analizei trumpesniame, aukštesnio nepastovumo periode.

Visumoje, šiame skyriuje buvo aptariama surinktų duomenų grafinė analizė bei aprašomoji statistika, kurios metu išryškėjo, jog tam tikri surinkti duomenys parodė tam tikrų augimo tendencijų, kas leido pakeisti modelių duomenų struktūrą. Toliau buvo atliekami Granger priežastingumo testai bei sudaroma mažiausių kvadratų regresija. Granger priežastingumo testai parodė, jog tyrimo objektas turėjo statistiškai reikšmingą priežastingumą su keturiais pasirinktais pirmaujančiais indikatoriais, o mažiausių kvadratų regresija parodė Eurostoxx50 grąžos nepastovumo ryšį su trimis pirmaujančiais indikatoriais, todėl prognoziniai modeliai buvo sudarytas naudojant: sudėtinį pirmaujančią indikatorių, politinį indikatorių ir finansinio streso indikatorių, kaip nepriklausomus kintamuosius. Atlikus prognozinius tyrimus išaiškėjo, jog pirmaujančių indikatorių naudojimas ARMA modeliuose suteikia galimybę prognozuoti nepastovumo kitimo kryptį, tačiau tikslios informacijos apie nepastovumo judėjimą neteikia. O pirmaujančių indikatorių naudojimas GARCH prognozinuose modeliuose, neturi aiškaus statistinio reikšmingumo dėl modelio kompleksiskumo ir galimo modelio perteklinio pritaikymo problemos. Panašius tyrimo rezultatus buvo galima matyti ir dalyje kitų autorių darbų, tačiau autoriai išryškina, jog pirmaujančių indikatorių naudojimas modeliuose yra komplikotas ir palieka daug vietos tobulinimams ir diskusijoms. Taip pat autorių darbuose buvo atpažinta, jog pirmaujantys indikatoriai geriausias prognozes galimybes teikia, aukšto nepastovumo rinkose, ko patikrinti šiame darbe sudarytose modeliuose nebuvo galima, kas palieka vietos tolimesniems temos plėtojimams.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Apibendrinant galime teigti, jog:

1. Dažniausiai ekonominiuose tyrimuose yra sutinkami trijų rūšių ekonominiai indikatoriai: atsiliekantys indikatoriai, sutapimo indikatoriai bei pirmaujantys indikatoriai. Kiekvienas indikatorius pateikia informacijos apie rinką, tačiau pirmaujantys indikatoriai labiausiai išsiskiria siekiant sukurti prognozinis modelius, kadangi jie leidžia numatyti ateities rinkos pokyčius per nepastovumą.
2. Iš teorinės literatūros analizės buvo nustatyta, jog pačių pirmaujančių indikatorių panaudojimas darbuose turėjo tam tikrų tendencijų. Pagrindinės tendencijos buvo, jog prognozėms sudaryti yra naudojami informaciniai kriterijai, tokie kaip finansinis stresas arba politinė šalies situacija. Taip pat buvo pastebėtas ir ekonominių santykių bei įprastinių rinkos rodiklių (tokių kaip: žalia nafta, palūkanų norma) naudojimas modeliams sudaryti. Galiausiai buvo nustatyta, jog pirmaujančiais indikatoriais gali būti nurodomi bet kokie rodikliai, kurie atitinka keturis pirmaujantiems indikatoriams taikomas išlygas: pirmoji ekonominis pagrindimas, antroji koreliacija, trečioji absoliutaus reikšmingumo nebuvimas ir ketvirtoji prognozavimo galimybės.
3. Literatūros analizės metu buvo nustatytos pagrindinės pirmaujančių indikatorių panaudojimo problemos, kurios buvo keturios. Pirmoji problema buvo neaiškus ryšys tarp nepriklausomųjų kintamųjų ir tyrimo subjekto. Antroji problema, jog pirmaujantys indikatoriai dažnai neturi statistinio ryšio su priklausomuoju nariu, ką galima įrodyti per Granger priežastingumo testą. Trečioji problema – perteklinis pirmaujančių indikatorių naudojimas, gali pakenkti modelio paaiškinamumui dėl dažnos sąsajos tarp pirmaujančių indikatorių. Galiausiai ketvirtoji problema, kuri buvo išryškinta mokslinėje literatūroje, autoregresiniai ryšiai, kurie atsiranda modeliuose naudojant įvairių tipų ekonominius indikatorius, kas sudaro problemą norint panaudoti praeities duomenis kartu su pirmaujančiais indikatoriais.
4. Iš modelių, kuriuose naudojami pirmaujantys indikatoriai ir iš modelių, kurie yra sudaromi akcijų rinkos nepastovumo prognozėms kurti, buvo galima suprasti, jog dažniausiai prognoziniam tyrimams sudaryti rinkoje yra naudojami paprastesni modeliai, siekiant išvengti kompleksinių modelių problemų bei sudarant terpę įvairesnėms modelio interpretacijoms sukurti.
5. Pagal atliktą literatūros analizę pastebėta, jog dažniausiai prognoziniam tyrimams sudaryti yra naudojami dviejų tipų modeliai, ARMA ir GARCH, dėl savito paprastumo bei variacijos galimybių. Todėl šiame darbe sudaromi šių dviejų tipų modeliai, kur

priklausomasis kintamasis yra EUROSTOXX 50 akcijų paketo gražos nepastovumas. Pagrindinės tyrimo hipotezės yra išskiriamos dvi: pirmaujantys indikatoriai neturi įtakos akcijų rinkos nepastovumo prognozėms ir alternatyvioji pirmaujantys indikatoriai turi įtakos rinkos nepastovumo prognozėms. Siekiant išsiaiškinti, ar tyrimo kintamieji yra patikimi naudojamas Granger priežastingumo testas bei mažiausių kvadratų modelį.

6. Atlikus duomenų grafinę analizę bei peržiūrėjus duomenų aprašomąją statistiką buvo atitinkamai pakoreguotos lygtys, tam, kad išvengti tam tikrų trendų ir sezoniškumų. Taip pat buvo išryškinta ir tai, kad nors ir priklausomasis kintamasis, t. y. akcijų rinkos nepastovumas, grafiškai atrodė atitinkantis normaliojo skirstinio keliamas sąlygas, buvo galima pastebėti, jog kintamasis savyje neša riebios uodegos darinį, kas atitinkamai privertė koreguoti modelius. Toliau Granger testo ir mažiausių kvadratų lygties pagalba buvo pasirinkti modeliams sudaryti tinkamiausi pirmaujantys indikatoriai, kurie yra sudėtinis pirmaujantis indikatorius, politinis indikatorius ir finansinio streso indikatorius. Toliau šie kintamieji, atmetus kitus pasirinktus duomenis buvo naudojami prognozinuose modeliuose.

7. Sudarius mažiausių kvadratų regresiją, jos teikiami rezultatai buvo toliau naudojami siekiant išgauti modelio, kuriame naudojami pirmaujantys indikatoriai paklaidų dalinės autokoreliacijos grafiką. Šio grafiko pagalba buvo sudarytas geriausias ARMA(4;4) modelis, kuris buvo toliau naudojamas prognozėms sudaryti. Šis modelis pasirinktas ne tik panaudojant informaciją iš dalinių autokoreliacijos grafikų, kurie buvo sudaromi tiek mažiausių kvadratų lygčiai tiek AR(4) modeliui, tačiau kartu ir vertinat prieš tai sudarytų modelių AIC kriterijų, kuris ARMA(4;4) modelyje buvo aukščiausias, kas indikuoja, jog modelis yra tinkamiausias. Atsirinkus tinkamiausią modelį buvo sudaromos prognozės naudojant modelio teikiama informaciją. Iš ARMA modelio prognozių galima teigti, jog pirmaujantys indikatoriai turi įtakos prognozuojant nepastovumą finansų rinkose, nuspėjant kokia kryptimi kis nepastovumas rinkoje, tačiau tikslų nepastovumų judėjimų neparodė (nulinė hipotezė neatmetama). Tačiau modelyje toliau buvo regimas ARCH efektas, todėl toliau tyrimas plėtotas naudojant GARCH.

8. Toliau buvo sudarytas geriausiai duomenis atitinkantis FGARCH(1;1) modelis su asimetriškai pasiskirsčiusiu Studento skirstiniu, kurio teikiamos prognozės parodė, jog pirmaujančių indikatorių įtraukimas į modelį teikia perdėti neigiamas prognozes. Tai parodo, jog pirmaujančių indikatorių naudojimas GARCH modelyje neturėjo reikšmingos įtakos prognozėms (nulinė hipotezė neatmetama). Šis gautas rezultatas gali būti siejamas su dvejais autorių išryškintais sunkumais. Pirmas sunkumas yra tai, jog modelio kintamieji nors ir turi ekonominį ryšį su rinka, sunkiai perteikia informaciją

skaičiais, t. y. neaiškus kintamųjų patikimumas. Ir antra, jog pirmaujančių indikatorių įtraukimas į GARCH modelį persunkina modelį, kas sumažina modelio prognozes galimybes verčiau nei jas padidina. Šių dviejų sudarytų modelių problemas patvirtina ir kiti autoriai, kas parodo, jog pirmaujančių indikatorių naudojimas modeliuose yra ribotas.

Kadangi atlikta teorinės literatūros analizė parodė, jog egzistuoja platesnė ekonominių indikatorių įvairovė ir tai, kad pirmaujantys indikatoriai savyje neša tam tikrų prigimtinių problemų, rekomenduotina:

1. Atlikti papildomus tyrimus norint nustatyti ar pirmaujantys indikatoriai turi įtakos akcijų rinkos prognozėms trumpuoju ir ilguoju laikotarpiu. Siekiant įsitikinti, jog pirmaujantys indikatoriai tikrai turi įtakos tyrimo subjektui rekomenduotina prieš atliekant tyrimus įvertinti turimų duomenų kompleksiskumą, savitą nepastovumą, ekonominį pagrindimą bei patikimumą, kadangi šios problemos gali atsiliiepti tyrimo rezultatams ir pateikti dvejopas išvadas.
2. Kartu įvertinus tai, jog autoriai tyrimams sudaryti dažniausiai naudoja ARMA arba paprastus GARCH modelius, kurių naudojimas yra lengvai pritaikomas, rekomenduotina daugiau dėmesio skirti mažiau išsiplėtusių rinkų analizei, kur akcijų mainai nėra tiek išplitę kaip Šiaurės Amerikos ir Azijos rinkose. Puikus šio darbo pavyzdys yra tyrimui naudotina Europos akcijų rinka, kuri dėl žemo plėtojimo lygio ir ne tokio aukšto judrumo, ne tik parodo aiškų vaizdą ar egzistuoja statistiškai reikšmingas pirmaujančių indikatorių vaidmuo akcijų rinkos nepastovumo prognozėse, bet kartu leidžia pamatyti ar verta plėtoti pirmaujančių indikatorių panaudojimo ir radimo galimybes akcijų rinkos nepastovumams vertinti.
3. Taip pat rekomenduotina pasvarstyti algoritmo naudojimo galimybes, kuriant naujienų sentimentų pirmaujančių indikatorių, kuris teorijoje dažnai teikia aukštas prognozes tendencijas rinkai. Naujų pirmaujančių indikatorių įtraukimas ir teisingas sukūrimas ne tik leistų patobulinti efektyvios rinkos teorijos vedamą akcijų rinką, tačiau kartu leistų ir atrasti naujas prognozes galimybes siekiant nuspėti rinkos anomalijas.
4. Akivaizdu ir tai, jog didelis dėmesys turi būti skiriamas kompleksinių tyrimų plėtojimui, todėl iš šio darbo rezultatų rekomenduotina skirti dėmesį kompleksinių tyrimų plėtojimui, kas ne tik leistų padidinti tyrimų modelių paaiškinamumo galimybes, bet kartu ir sudarytų terpę naujų eksperimentinių kintamųjų naudojimui, kurie turi potencialo būti laikomais pirmaujančiais indikatoriais, kadangi pirmaujančių indikatorių apibrėžimas iš savęs rekomenduoja išbandyti ir rasti naujus kintamuosius, kurie nuspėtų pokyčių anksčiau termino.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- Abdelkader, N. A. M., ir Wahba, H. H. (2024). A proposed multidimensional model for predicting financial distress: An empirical study on Egyptian listed firms. *Future Business Journal*, 10(1), 42. doi.org/10.1186/s43093-024-00328-2
- Aoki, G., Ataka, K., Doi, T., ir Tsubouchi, K. (2023). Data-Driven Estimation of Economic Indicators with Search Big Data in Discontinuous Situation. *The Journal of Finance and Data Science* 9:100106. doi:10.1016/j.jfds.2023.100106
- Ballestra, L., V., Guizzardi, A., ir Palladini, F. (2019). Forecasting and Trading on the VIX Futures Market: A Neural Network Approach Based on Open to Close Returns and Coincident Indicators. *International Journal of Forecasting* 35(4):1250–62. doi: 10.1016/j.ijforecast.2019.03.022.
- Basse, T., Desmyter, S., Saft, D., ir Wegener, C. (2023). Leading Indicators for the US Housing Market: New Empirical Evidence and Thoughts about Implications for Risk Managers and ESG Investors. *International Review of Financial Analysis* 89:102765. doi: 10.1016/j.irfa.2023.102765.
- Berge, Travis J. (2015). Predicting Recessions with Leading Indicators: Model Averaging and Selection over the Business Cycle. *Journal of Forecasting* 34(6):455–71. doi: 10.1002/for.2345.
- Bloomberg Economics Decomposition of EA Stock Prices - EA Macro News — Bloomberg.com. Gauta 2024 m. birželio 16 d.
- Chen, Y., Qiao, G., ir Zhang F. (2022). Oil Price Volatility Forecasting: Threshold Effect from Stock Market Volatility. *Technological Forecasting and Social Change* 180:121704. doi: 10.1016/j.techfore.2022.121704.
- Chow, H. K., ir Choy, K. M. (2006). Forecasting the Global Electronics Cycle with Leading Indicators: A Bayesian VAR Approach. *International Journal of Forecasting* 22(2):301–15. doi: 10.1016/j.ijforecast.2005.07.002.
- Chun, D., Cho, H., ir Ryu, D. (2020). Economic indicators and stock market volatility in an emerging economy. *Economic Systems* 44(2):100788. doi: 10.1016/j.ecosys.2020.100788.
- Climent, F., Momparler, A., ir Carmona, P. (2019). Anticipating Bank Distress in the Eurozone: An Extreme Gradient Boosting Approach. *Journal of Business Research* 101:885–96. doi: 10.1016/j.jbusres.2018.11.015.

- Coincident Indicator (2023). *Cambridge Business English Dictionary*, Cambridge University Press. Gauta 2023 m. lapkričio 19 d. Prieiga per internetą: (<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/coincident-indicator>).
- Coluccia, D., Dabić, M., Del Giudice, M., Fontana, M., ir Solimene, S. (2020). R&D Innovation Indicator and Its Effects on the Market. An Empirical Assessment from a Financial Perspective. *Journal of Business Research* 119:259–71. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.04.015.
- Cook, D, ir Davíðsdóttir, B. (2021). An Appraisal of Interlinkages between Macro-Economic Indicators of Economic Well-Being and the Sustainable Development Goals. *Ecological Economics* 184:106996. doi: 10.1016/j.ecolecon.2021.106996.
- Cordis, A. S., ir Kirby, C. (2017). Capital expenditures and firm performance: Evidence from a cross-sectional analysis of stock returns. *Accounting & Finance*, 57(4), 1019–1042. <https://doi.org/10.1111/acfi.12193>
- Crude Oil Futures Price Today (WTI). (2024, birželio 14). Investing.Com. Prieiga per internetą: <https://www.investing.com/commodities/crude-oil>
- Černevičienė, J., ir Kabašinskas, A. (2024). Explainable artificial intelligence (XAI) in finance: A systematic literature review. *Artificial Intelligence Review*, 57(8), 216. doi.org/10.1007/s10462-024-10854-8
- Damonte, L. T., ir Woodside, A. G. (2021). Are Lodging Revenue Cycles Leading Indicators for Shifts in Financial Well-Being? *Journal of Business Research* 129:465–73. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.01.037.
- De Bondt, Gabe J., Hahn, E., ir Zekaite, Z.. (2021). ALICE: Composite Leading Indicators for Euro Area Inflation Cycles. *International Journal of Forecasting* 37(2):687–707. doi: 10.1016/j.ijforecast.2020.09.001.
- Diaz, E. M., ir Perez-Quiros, G. (2021). GEA Tracker: A Daily Indicator of Global Economic Activity. *Journal of International Money and Finance* 115:102400. doi: 10.1016/j.jimonfin.2021.102400.
- Di-Giorgi, G., Salas, R., Avaria, R., Ubal, C., Rosas, H., ir Torres, R. (2023). Volatility forecasting using deep recurrent neural networks as GARCH models. *Computational Statistics*. doi.org/10.1007/s00180-023-01349-1
- Duprey, T., ir Klaus, B. (2022). Early Warning or Too Late? A (Pseudo-)Real-Time Identification of Leading Indicators of Financial Stress. *Journal of Banking & Finance* 138:106196. doi: 10.1016/j.jbankfin.2021.106196.
- Euro Stoxx 50 | Dow Jones Euro Stoxx 50—Investing.com. (s.a.). Gauta 2024 m. birželio 16 d., Prieiga per internetą: <https://www.investing.com/indices/eu-stoxx50>

- Fernando, A. (2017). Macroeconomic Impact on Stock Market Returns and Volatility: Evidence from Sri Lanka (SSRN Scholarly Paper 3238532). doi.org/10.2139/ssrn.3238532
- Frankel, J., ir Saravelos, G. (2012). Can Leading Indicators Assess Country Vulnerability? Evidence from the 2008–09 Global Financial Crisis. *Journal of International Economics* 87(2):216–31. doi: 10.1016/j.jinteco.2011.12.009.
- Gaspar, R. M., ir Jiaming, X. (2023). Consumer Confidence and Stock Markets' Returns. Working Papers REM, Article 2023/0292. <https://ideas.repec.org/p/ise/remwps/wp02922023.html>
- GeoQuant Germany political risk score — Bloomberg.com. Gauta 2024 m. birželio 16 d
- Ghani, U., Bo, Z., Qin, Q., ir Ghan, M. (2023). Forecasting US Stock Market Volatility: Evidence from ESG and CPU Indices. *Finance Research Letters* 104811. doi: 10.1016/j.frl.2023.104811.
- Gong, X., Zhang, W., Xu, W., ir Li, Z. (2022). Uncertainty index and stock volatility prediction: Evidence from international markets. *Financial Innovation*, 8(1), 57. doi.org/10.1186/s40854-022-00361-6
- Hamill, P. A., Li, Y., Pantelous, A. A., Vigne, S. A., ir Waterworth, J. (2021). Was a Deterioration in 'Connectedness' a Leading Indicator of the European Sovereign Debt Crisis?. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 74:101300. doi: 10.1016/j.intfin.2021.101300.
- He, M., Wang, Y., Zeng, Q., ir Zhang, Y. (2023). Forecasting Aggregate Stock Market Volatility with Industry Volatilities: The Role of Spillover Index. *Research in International Business and Finance* 65:101983. doi: 10.1016/j.ribaf.2023.101983.
- Investopedia.com (2024), „EURO STOXX 50 (STOXX50E)“, Gauta: 2024 m. Sausio 8 d. Prieiga per internetą: <https://www.investing.com/indices/eu-stoxx50-historical-data>
- Yu, M. (2023). Forecasting Sector-Level Stock Market Volatility: The Role of World Uncertainty Index. *Finance Research Letters* 58:104568. doi: 10.1016/j.frl.2023.104568.
- Karfakis, C., ir Karfaki, E. (2018). Is the Financial Cycle a Leading Indicator of Real Output during Expansions and Contractions? A Quantile Analysis for Greece. *The Journal of Economic Asymmetries* 18:e00101. doi: 10.1016/j.jeca.2018.e00101.
- Kaur, S., ir Pritpal, S. (2020). Macroeconomic Variables and Stock Market Volatility: Evidence from India. 2249–2143.
- Kearney, F., Shang, H. L., ir Zhao, Y. (2023). Intraday foreign exchange rate volatility forecasting: Univariate and multilevel functional GARCH models (arXiv:2311.18477). arXiv. doi.org/10.48550/arXiv.2311.18477

- Kelley, E. K., ir Tetlock, P. C. (2017). Retail Short Selling and Stock Prices. *The Review of Financial Studies*, 30(3), 801–834. doi.org/10.1093/rfs/hhw089
- Kiss, T., ir Österholm, P. (2020). Fat Tails in Leading Indicators. *Economics Letters* 193:109317. doi: 10.1016/j.econlet.2020.109317.
- Korkusuz, B., Kambouroudis, D., ir McMillan, D. G. (2023). Do Extreme Range Estimators Improve Realized Volatility Forecasts? Evidence from G7 Stock Markets. *Finance Research Letters* 55:103992. doi: 10.1016/j.frl.2023.103992.
- Lagging Indicator (2023). *Cambridge Business English Dictionary*, Cambridge University Press
Gauta 2023 m. lapkričio 19 d. Prieiga per internetą:
(<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/lagging-indicator>)
- Leading Indicator (2023). *Cambridge Business English Dictionary*, Cambridge University Press
Gauta 2023 m. lapkričio 19 d. Prieiga per internetą:
(<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/leading-indicator>).
- Leading indicators—Composite leading indicator (CLI)—OECD Data. (s.a.). theOECD. Gauta 2024 m. birželio 15 d., Prieiga per internetą: <http://data.oecd.org/leadind/composite-leading-indicator-cli.htm>
- Li, D. (2024). Forecasting Stock Market Realized Volatility: The Role of Investor Attention to the Price of Petroleum Products. *International Review of Economics & Finance* 90:115–22. doi: 10.1016/j.iref.2023.11.015.
- 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* 88:102708. doi: 10.1016/j.irfa.2023.102708.
- Li, X., Liang, C., & Ma, F. (2022). Forecasting stock market volatility with a large number of predictors: New evidence from the MS-MIDAS-LASSO model. *Annals of Operations Research*. doi.org/10.1007/s10479-022-04716-1
- Li, Z., Xie, C., Wang, G., Zhu, Y., Long, J., ir Zhou, Y. (2023). Forecasting Stock Market Volatility under Parameter and Model Uncertainty. *Research in International Business and Finance* 66:102084. doi: 10.1016/j.ribaf.2023.102084.
- Li, Z., Xie, C., Zeng, Z., Wang, G., ir Zhang, T. (2023). Forecasting Global Stock Market Volatilities in an Uncertain World. *International Review of Financial Analysis* 85:102463. doi: 10.1016/j.irfa.2022.102463.
- Lingard, H., Hallowell, M., Salas, R., ir Pirzadeh, P. (2017). Leading or Lagging? Temporal Analysis of Safety Indicators on a Large Infrastructure Construction Project. *Safety Science* 91:206–20. doi: 10.1016/j.ssci.2016.08.020.

- Liu, G., ir Guo, X. (2022). Forecasting Stock Market Volatility Using Commodity Futures Volatility Information. *Resources Policy* 75:102481. doi: 10.1016/j.resourpol.2021.102481.
- 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, 103430. doi.org/10.1016/j.frl.2022.103430
- 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* 51:103430. doi: 10.1016/j.frl.2022.103430.
- Long, H., Zaremba, A., Zhou, W., ir Bouri, E. (2022). Macroeconomics Matter: Leading Economic Indicators and the Cross-Section of Global Stock Returns. *Journal of Financial Markets* 61:100736. doi: 10.1016/j.finmar.2022.100736.
- Lourenço, N., ir Rua, A. (2021). The Daily Economic Indicator: Tracking Economic Activity Daily during the Lockdown. *Economic Modelling* 100:105500. doi: 10.1016/j.econmod.2021.105500.
- Lundquist, D. P., ir Eck, D. J. (2024). Volatility Forecasting Using Similarity-based Parameter Correction and Aggregated Shock Information (arXiv:2406.08738). arXiv. doi.org/10.48550/arXiv.2406.08738
- Mohamed, A. R. (2022). Artificial Neural Network for Modeling the Economic Performance: A New Perspective. *Journal of Quantitative Economics* 20(3):555–75. doi: 10.1007/s40953-022-00297-9.
- Naimoli, A. (2023). The Information Content of Sentiment Indices in Forecasting Value at Risk and Expected Shortfall: A Complete Realized Exponential GARCH-X Approach. *International Economics* 176:100459. doi: 10.1016/j.inteco.2023.100459.
- Nannestad, P. (2020). I (Could Have) Told You! Early Warning Indicators and Crisis Performance of the 12 “Old” Euro-Countries under the Economic Crisis 2008–09. *European Journal of Political Economy* 63:101899. doi: 10.1016/j.ejpoleco.2020.101899.
- Niu, Z., Wang, C., ir Zhang, H. (2023). Forecasting Stock Market Volatility with Various Geopolitical Risks Categories: New Evidence from Machine Learning Models. *International Review of Financial Analysis* 89:102738. doi: 10.1016/j.irfa.2023.102738.
- OECD (2023), Composite leading indicator (CLI) (indicator). doi: 10.1787/4a174487-en Gauta: 2023 lapkričio 21 d
- OFR Financial Stress Index | Office of Financial Research. (s.a.). Gauta 2024 m. birželio 16 d., Prieiga per internetą: <https://www.financialresearch.gov/financial-stress-index/>

- Parnes, D. (2024). Copper-to-Gold Ratio as a Leading Indicator for the 10-Year Treasury Yield. *The North American Journal of Economics and Finance* 69:102016. doi: 10.1016/j.najef.2023.102016.
- Pérez-Hernández, F., Arévalo-de-Pablos, A., ir Camacho-Miñano, M. (2023). A hybrid model integrating artificial neural network with multiple GARCH-type models and EWMA for performing the optimal volatility forecasting of market risk factors. *Expert Systems with Applications* 122896. doi: 10.1016/j.eswa.2023.122896.
- Pintus, P. A., Wen, Y., ir Xing, X. (2022). The Inverted Leading Indicator Property and Redistribution Effect of the Interest Rate. *European Economic Review* 148:104219. doi: 10.1016/j.eurocorev.2022.104219.
- Plakandaras, V., Gogas, P., Papadimitriou, T., ir Gupta, R. (2019). A Re-Evaluation of the Term Spread as a Leading Indicator. *International Review of Economics & Finance* 64:476–92. doi: 10.1016/j.iref.2019.07.002.
- Polyzos, E. (2023). Inflation and the War in Ukraine: Evidence Using Impulse Response Functions on Economic Indicators and Twitter Sentiment. *Research in International Business and Finance* 66:102044. doi: 10.1016/j.ribaf.2023.102044.
- Segnon, M., Gupta, R., ir Wilfling, B. (2024). Forecasting Stock Market Volatility with Regime-Switching GARCH-MIDAS: The Role of Geopolitical Risks. *International Journal of Forecasting* 40(1):29–43. doi: 10.1016/j.ijforecast.2022.11.007.
- The World Bank (2023), „WDI - Economy“. Gauta 2023 m. lapkričio 18 d. Prieiga per internetą: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/themes/economy.html>.
- Tumala, M. M., Salisu, A. A., ir Gambo, A. I. (2023). Disentangled Oil Shocks and Stock Market Volatility in Nigeria and South Africa: A GARCH-MIDAS Approach. *Economic Analysis and Policy* 78:707–17. doi: 10.1016/j.eap.2023.04.009.
- VIX Index | CBOE Volatility (indexcboe: Vix). (2024, birželio 14). Investing.Com. Prieiga per internetą: <https://www.investing.com/indices/volatility-s-p-500>
- Wallin, E. (2020). Do changes in macroeconomic variables affect stock market volatility? A GARCH-S approach in examining the volatility of the Swedish stock market. *Umea University*. Prieiga per internetą: <https://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1444485/FULLTEXT01.pdf>
- Wang, L., Wu, J., Cao, Y., ir Hong, Y. (2022). Forecasting Renewable Energy Stock Volatility Using Short and Long-Term Markov Switching GARCH-MIDAS Models: Either, Neither or Both? *Energy Economics* 111:106056. doi: 10.1016/j.eneco.2022.106056.

- Wasserbacher, H., ir Spindler, M. (2022). Machine learning for financial forecasting, planning and analysis: Recent developments and pitfalls. *Digital Finance*, 4(1), 63–88. doi.org/10.1007/s42521-021-00046-2
- Wilms, I., Rombouts, J., ir Croux, C. (2021). Multivariate Volatility Forecasts for Stock Market Indices. *International Journal of Forecasting* 37(2):484–99. doi: 10.1016/j.ijforecast.2020.06.012.
- Wu, K., ir Karmakar, S. (2023). A model-free approach to do long-term volatility forecasting and its variants. *Financial Innovation*, 9(1), 59. doi.org/10.1186/s40854-023-00466-6
- Zeng, Q., Tang, Y., Yang, H., ir Zhang, X. (2024). Stock Market Volatility and Economic Policy Uncertainty: New Insight into a Dynamic Threshold Mixed-Frequency Model. *Finance Research Letters* 59:104714. doi: 10.1016/j.frl.2023.104714.
- Zhang, Y., ir 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* 82:145–62. doi: 10.1016/j.qref.2021.08.003.
- Zhang, Z., Yousaf Raza, M., Wang, W., ir Sui, L. (2023). Volatility Predictability in Crude Oil Futures: Evidence Based on OVX, GARCH and Stochastic Volatility Models. *Energy Strategy Reviews* 50:101209. doi: 10.1016/j.esr.2023.101209.
- Zhao, C., Yuan, X., Long J., Jin, L., ir Guan, B. (2023). Financial Indicators Analysis Using Machine Learning: Evidence from Chinese Stock Market. *Finance Research Letters* 58:104590. doi: 10.1016/j.frl.2023.104590.
- Zhao, M., ir Zhang, L. (2023). Foreign Ownership, Heterogeneous Beliefs, and Stock Market Volatility. *Finance Research Letters* 55:103872. doi: 10.1016/j.frl.2023.103872.

SANTRAUKA
PIRMAUJANČIŲ INDIKATORIŲ VAIDMUO PROGNOZUOJANT
NEPASTOVUMĄ FINANSŲ RINKOSE

TOMAS ZYKAS

Baigiamasis magistro darbas

Magistro studijų programa, finansai ir bankininkystė

Vilniaus Universitetas, Ekonomikos ir Verslo Administravimo fakultetas

Darbo vadovė – doc. dr. Greta Keliuotytė - Staniulėnienė

Vilnius, 2025

SANTRAUKA

70 lapų, 12 paveikslų, 8 lentelės, 78 šaltiniai, 10 priedų.

Pagrindinis šio magistro baigiamojo darbo tikslas yra nustatyti ar pirmaujančių indikatorių naudojimas turi statistiškai reikšmingą poveikį Europos akcijų rinkos prognozėms sudaryti.

Darbas sudarytas iš trijų pagrindinių dalių: pirmaujančių indikatorių panaudojimo akcijų rinkos grąžai/nepastovumui prognozuoti teorinių aspektų, pirmaujančių indikatorių panaudojimo, prognozuojant nepastovumą akcijų rinkoje, metodikos bei atitinkamai tyrimo.

Pirmajame skyriuje apibrėžiamos ekonominių indikatorių rūšys išskiriant kokią naudą teikia kiekvienas ekonominis indikatorius. Taip pat nurodomi dažniausiai tyrimuose pasikartojantys pirmaujantys indikatoriai bei jų nauda. Vėliau nurodomos dažniausiai kylančios pirmaujančių indikatorių panaudojimo problemos bei dažniausiai sudaromi ekonominiai tyrimai, kurie naudoja pirmaujančius indikatorius sudarant akcijų rinkos prognozes.

Po teorinės temos apžvalgos, darbe buvo aprašoma prognozinio tyrimo eiga. Sudarant prognozinį modelį buvo naudojami 6 skirtingi pirmaujantys kintamieji, kurie buvo laikomi nepriklausomais rodikliais siekiant nustatyti jų poveikį priklausomajam tyrimo subjektui: EUROSTOXX 50 akcijų paketo grąžos nepastovumui. Siekiant nustatyti ar pirmaujantys indikatoriai turi įtakos nepastovumo prognozėms, buvo sudaromi ARMA ir GARCH modeliai pagal apibrėžtą tyrimo eigą.

Prognozinio tyrimo rezultatas rodo, jog pirmaujančių indikatorių įtraukimas į paprastesnius modelius tokius, kaip ARMA gali duoti statistiškai reikšmingos informacijos nuspėjant nepastovumo kitimo kryptį. Tačiau įtraukus pirmaujančius indikatorius į kompleksiškesnius GARCH modelius, šis efektas išnyksta dėl perdėto modelio sudėtingumo.

Išvados bei rekomendacijos buvo pateiktos remiantis teorinėje dalyje minėta informacija bei atliktais prognoziniais tyrimais.

SUMMARY
THE ROLE OF LEADING INDICATORS IN PREDICTING VOLATILITY
IN FINANCIAL MARKETS

TOMAS ZYKAS

Master's Thesis

Master's study program, finance and banking

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – doc. dr. Greta Keliuotytė - Staniulėnienė

Vilnius, 2025

SUMMARY

70 pages, 12 figures, 8 tables, 78 references, 10 appendices.

The main goal of this master's thesis is to determine whether the use of leading indicators has a statistically significant impact on forecasting the European stock market.

The thesis is divided into three main parts: theoretical aspects of using leading indicators to predict stock market returns/volatility, the methodology for applying leading indicators in stock market volatility forecasting, and the corresponding empirical study.

In the first chapter, the types of economic indicators are defined, highlighting the benefits of each economic indicator. The most frequently recurring leading indicators in studies are also identified, along with their benefits. Subsequently, the most common challenges in the use of leading indicators are outlined, as well as frequently conducted economic studies that utilize leading indicators in forming stock market forecasts.

Following the theoretical overview, the thesis describes the process of the forecasting study. While creating the forecasting model, 6 different leading variables were used, treated as independent variables, to determine their impact on the dependent variable: the volatility of returns of the EUROSTOXX 50 stock package. To assess whether leading indicators influence volatility forecasts, ARMA and GARCH models were constructed following the defined research methodology.

The results of the forecast studies indicate that incorporating leading indicators into simpler models, such as ARMA, can provide statistically significant information for predicting the direction of volatility changes. However, when leading indicators are included in more complex GARCH models, this effect diminishes due to the excessive complexity of the model.

Conclusions and recommendations were made based on the information mentioned in the theoretical section and the predictive studies conducted.

PRIEDAI

1 Priedas. Mokslinėje literatūroje naudojami ekonominiai pirmaujantys indikatoriai.
Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis priede išvardintais autoriais.

Autoriai	Pirmaujantys indikatoriai	Tyrimo subjektas
N. Lourenco ir A. Rua (2021)	Kasdienės ekonomikos augimo tendencijos	Ekonominiai indikatoriai
V. Plakandaras, P. Gogas, T. Papadimitriou ir R. Gupta (2019)	Sąlyginis pasiskirstymas indeksas (angl. Term Spread).	Bendrojo vidaus produkto augimo tempas ir infliacijos augimas
G. Aoki, K. Ataka, T. Doi ir K. Tsubouchi (2023)	Realus ir nominalus vartojimo indeksas ; Gamintojų kainų indeksas ; Palūkanų norma ; Darbo jėgos našumo indeksas .	Ekonominiai indikatoriai
T. Duprey ir B. Klaus (2022)	Skolos paslaugų dydis; Skolos ir BVP atotrūkis; Namų kainos ir pajamų santykis ; Kainos ir nuomos santykis .	Finansų krizės.
C. Zhao, X. Yuan. J Long, L. Jin ir B. Guan (2023)	Atsirinktų pelningumo rodiklių indeksas ; Atsirinktų ekonomikos augimo rodiklių indeksas .	Kinijos akcijų birža.
P. Nannestad (2020)	Palūkanų norma	Bankų sektoriaus krizės.
T. Kiss ir P. Osterholm (2020)	Įmonių obligacijų pajamingumo skirtumas; SM pirkimo vadybininkų indeksas ; Konferencijos valdybos pirmaujančio indikatoriaus ekonominis indeksas ; Aruoba-Diebold-Scotti verslo sąlygų indeksas .	Verslo ciklai.
E. M. Diaz ir G. Perez (2021)	Globalios ekonomikos aktyvumo indeksas	Akcijų rinkos grąža.
D. Chun, H. Cho ir D. Ryu (2020)	Numanomo nepastovumo indeksas VKOSPI (angl. Implied Volatility Index VKOSPI), VIX kainų indeksas .	Trumpo laikotarpio rinkos nepastovumas.

L. V. Ballestra, A. Guizzardi ir F. Palladi (2019)	VIX ateities kaina.	Atidarymo - uždarymo ateities akcijų rinkos grąža (angl. open-to-close returns).
T. J. Berge (2015)	VIX kainų indeksas	Ekonominės recesijos signalai.
Y. Zhang ir S. Hamori (2021)	Žalios naftos ateities kainos.	Finansų rinkų nepastovumo generuojama grąža.
G. De Bondt ir B. Davíðsdóttir (2021)	Žalios naftos rodiklis.	Euro zonos infliacijos ciklai.
E. Polyzos (2023)	Žalios naftos rodiklis.	Akcijų rinkos nepastovumas.
J. Liu ir Z. Chen (2023)	Sudėtinis pirmaujantis indikatorius.	Akcijų rinkos nepastovumas.
H. Long, A. Zaremba, W. Zhou ir E. Bouri (2022)	Trumpo laikotarpio sudėtinio pirmaujančio indikatoriaus pokyčiai.	Globali akcijų grąža.
T. L. Damonte ir A. G. Woodside (2021)	Savaitinis nakvynės paklausos pokytis	Verslo ciklai
Y. Zhang ir S. Hamori (2021)	Naujienu antraščių sentimentų indeksas;	Finansų rinkų nepastovumo generuojama grąža
P. A. Hamill, A. A. Pantelous, S. A. Vigne ir J. Waterworth (2021)	Tinklo ryšys.	Europos užsienio vekselių rinka.
P. Nannestad (2020)	Politiniai indikatoriai (Valdymo kokybė, politikos stabilumas, valdžios efektyvumas, reguliavimo kokybė, teisės galia ir korupcijos kontrolės priemonė).	Bankų sektoriaus krizės.
D. Parnes (2024)	Vario ir aukso santykis.	10 metų išdo vekseliai
P. A. Pintus, Y. Wen ir X. Xing (2022)	Darbo valandos	Infliacija

2 Priedas. Sudarytų ekonominių modelių, naudojant pirmaujančius indikatorius, pavyzdžiai.

Tyrimo metodas	Darbo tikslas	Rezultatų reikšmingumas	Autoriai
Vienanarė regresinė analizė.	Trumpo laikotarpio akcijų rinkos nepastovumas	Aptiktas statistiškai nereikšmingas ryšys tarp pirmaujančio indikatoriaus ir subjekto	D. Chun, H. Cho ir D. Ryu (2020)
Vienanarė ir daugianarė regresija.	10 metų išdo vekselių pajamingumo prognozės	Rastas stat. reikšmingas rezultatas	D. Parnes (2024)
Vienanarė regresinė analizė.	Verslo sąlygų prognozės	Rastas stat. reikšmingas tyrimo rezultatas vertinant besivystančias šalis	E. M. Diaz ir G. Perez (2021)
Daugianarė regresija.	Finansų krizės prognozės.	Rastas stat. nereikšmingos pirmaujančių indikatorių prognozės galimybės.	J. Frankel ir G. Sarvelos (2012)
Daugianaris regresinis modelis.	Globalių akcijų gražos prognozė	Gautas stat. reikšmingas pirmaujančių indikatorių poveikis.	H. Long, A. Zaremba, W. Zhou ir E. Bouri (2022)
Lasso, Ridge ir Autoregresinis (AR) modeliai.	Verslo ciklų prognozė	Rastas stat. reikšmingos prognozės galimybės 3-4 mėnesius į priekį.	G. De Bondt ir B. Davíðsdóttir (2021)
Autoregresinis (AR) modelis	Verslo ciklų prognozės.	Rastas stat. nereikšmingas rezultatas, išryškinant aukštą heteroskedastiškumo tikimybę.	T. Kiss ir P. Osterholm (2020)
Impulso ir atsako funkcija.	Ekonominių indikatorių prognozė	Rastas stat. reikšmingas poveikis Europos akcijų biržai.	E. Polyzos (2023)
OLS regresija.	Efekto rinkai prognozės	Rastas stat. reikšmingas teigiamas tyrimo rezultatas	D. Coluccia, M. Dabrič, M. De Giudice, S. Fontana ir Solomene (2020)
Laike kintančio parametro vektoriaus	Akcijų nepastovumo	Rastas stiprus stat. reikšmingas informacinio	Y. Zhang ir S. Hamori (2021)

autoregresinis (TVPPVAR) modelis.	grąžos prognozės	pirmaujančio indikatoriaus ryšys su subjektu.	
GARCH-MIDAS regresinis modelis	Akcijų rinkos nepastovumas	Rastas stat. reikšmingos CLI kintamojo pokyčio poveikis prognozėms.	J. Liu ir Z. Chen (2023)
Autoregresinis vektorių modelis (VAR)	Europos užsienio išdo vekselių rinkos pokyčių prognozės	Rastas stat. reikšminga pirmaujančio naujienų indekso įtaka subjektui.	P. A. Hamill, A. A. Pantelous, S. A. Vigne ir J. Waterworth (2021)
Logit ir Markov pasikeitimo modeliai	Finansų krizės prognozės.	Rodo stat. nereikšmingus tyrimo rezultatus.	T. Duprey ir B. Klaus (2022)
Neuroninio tinklo modelis.	VIX indekso ateities kainų prognozavimas	Pirmaujantis indikatorius stat. reikšmingai prognozavo tyrimo subjektą.	L. V. Ballestra, A. Guizzardi ir F. Palladi (2019)
Neuroninio tinklo modelis.	Akcijų biržos nepastovumo prognozė.	Buvo rastas stat. reikšmingas finansinių indikatorių naudojimas prognozėms	C. Zhao, X. Yuan. J Long, L. Jin ir B. Guan (2023)
Matematinio algoritmo kūrimas	BVP augimo tempo prognozė.	Gautas stat. nereikšmingas pirmaujančio indikatoriaus naudojimo rezultatas	V. Plakandaras, P. Gogas, T. Papadimitriou ir R. Gupta (2019)
Matematinio algoritmo kūrimas.	Euro zonos bankų sektoriaus stabilumo prognozės	Rasti 4 stat. reikšmingi pirmaujantys indikatoriai 2 metų prognozėms sudaryti.	F. Climent, A. Momparler, ir P. Carmona (2019)
Bajeso modelis, neuroninio tinklo modelis	Globalių akcijų grąžos prognozės.	Teigiamų naujienų paveiktas pirmaujančio indikatoriaus pokytis pateikė stat. reikšmingus rezultatus.	T. J. Berge (2015)

3 Priedas. Akcijų biržos nepastovumo tyrimų apžvalga.

Tyrimo metodas	Tyrimo subjekto išraiška (prieš transformuojant į nepastovumo kintamąjį)	Rezultatai (+ reikšm., - nereikšm., +/- dalinai reikšm.)	Ar naudojami anksčiau minėti pirm. indikatoriai	Autoriai
Hibridiniai GARCH ir	Rinkos rizikos	+	+	F. Perez-Hernandez, A. Arevalo-de-Pablos ir M.

algoritmo modeliai	indeksas.			Camacho-Minano (2023)
GARCH-MIDAS modelis.	Akcijų grąža.	+	+	M.M. Tumala, A. A. Salisu ir A. I. Gambo (2023)
HAR-RV modelis	G7 akcijų birža išreikšta akcijų grąža biržų grąža nuo uždarymo iki uždarymo.	+	-	B. Korkusuz, D. Kambouroudis ir D. G. McMillan (2023)
AR modelis	Agreguotas akcijų biržos nepastovumas paskaičiuotas pagal S&P500 indeksą.	+	+	M. He, Y. Wang, Qing Zeng ir Y. Zhang (2023)
HAR-RV modelis	Įvairių šalių indeksų mėnesiniai šuoliai	+	+	Z. Li, C. Xie, Z. Zeng, G.Wang ir T. Zhang. (2023)
GARCH-MIDAS modelis.	Specifinės akcijų grupės grąža.	+	+	L. Wang, J. Wu, Y. Cao ir Y. Hong (2022)
AR modelis.	Sektoriaus akcijų grąža.	+	+	M. Yu (2023)
AR modelis.	Kinijos akcijų biržos grąža.	+/-	+	D. Li (2024)
Ar modelio variacijos.	Akcijų rinkos grąža.	+	-	Z. Li, C. Xie, G. Wang, Y. Zhu, J. Long ir Y. Zhou (2023)
Lasso modelis	JAV akcijų biržos grąža.	+	+	G. Liu ir X. Guo (2022)
GARCH-MIDAS modelis.	„Dow Jones Industrial Average“ grąža.	+	+	M. Segnon, R. Gupta ir B. Wilfling (2024)
SVR metodas.	JAV akcijų biržos grąža.	+	+	Z. Niu, Chenlu Wang, ir Hongwei Zhang. (2023)
GARCH-MIDAS modelis.	Akcijų rinkos grąža.	+	+	D. Li, L. Zhang ir L. Li (2023)
GARCH-MIDAS modelis.	JAV akcijų rinkos grąža.	+	+	U. Ghani, Z. Bo, Q. Qin ir M. Ghan (2023)
Panelinė regresija.	Kinijos akcijų rinkos indekso grąža.	+	+	M. Zhao ir L. Zhang (2023)
HAR modelis	Akcijų biržų grąžos.	+	+	I.Wilms, J. Rombouts ir

				C. Croux (2021)
TAR modelis	S&P500 kainų indekso grąža.	+/-	+	Y. Chen, G. Qiao ir F. Zhang (2022)
MS-MIDAS modelis	JAV akcijų rinkos grąža.	+	+	Q. Zeng, Y. Tang, H. Yang ir X. Zhang (2024)
GARCH modelis	Rinkos rizikos rodikliai išvesti iš S&P 500 indekso.	+	+	A. Naimoli (2023)
GJR-GARCH modelis	Naftos įmonių akcijų kainų grąža.	+	+	Z. Zhang, M. Yousaf Raza, W. Wang ir L. Sui (2023)

4 Priedas. Mažiausių kvadratų regresijos sudarymo eiga.

```
Call:
lm(formula = Nepastovumas ~ X$Oil + X$CLI + X$SE + X$PI + X$FSI +
  X$VIX)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.89537 -0.34342 -0.04612  0.26969  1.78967
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  13.883179   0.884033   15.704 < 2e-16 ***
X$Oil        -0.152836   0.240824   -0.635  0.526
X$CLI        -0.126135   0.008940  -14.109 < 2e-16 ***
X$SE         0.973595   1.802915    0.540  0.589
X$PI        -11.086183   2.171997   -5.104 3.99e-07 ***
X$FSI         0.085283   0.008617    9.897 < 2e-16 ***
X$VIX        -0.061196   0.188370   -0.325  0.745
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.4546 on 974 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5402, Adjusted R-squared:  0.5373
F-statistic: 190.7 on 6 and 974 DF, p-value: < 2.2e-16
```

```
Call:
lm(formula = Nepastovumas ~ X$Oil + X$CLI + X$SE + X$PI + X$FSI)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.89499 -0.34596 -0.04723  0.27082  1.79675
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  13.879549   0.883557   15.709 < 2e-16 ***
X$Oil        -0.144347   0.239292   -0.603  0.547
X$CLI        -0.126098   0.008935  -14.113 < 2e-16 ***
X$SE         0.965038   1.801896    0.536  0.592
X$PI        -11.091445   2.170940   -5.109 3.89e-07 ***
X$FSI         0.085330   0.008612    9.909 < 2e-16 ***
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.4544 on 975 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5401, Adjusted R-squared:  0.5378
F-statistic: 229 on 5 and 975 DF, p-value: < 2.2e-16
```

```

Call:
lm(formula = Nepastovumas ~ X$Oil + X$CLI + X$PI + X$FSI)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.89232 -0.34148 -0.05005  0.26761  1.81068

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  13.861693   0.882605   15.705 < 2e-16 ***
X$Oil        -0.147729   0.239121   -0.618  0.537
X$CLI        -0.125916   0.008925  -14.107 < 2e-16 ***
X$PI        -11.097890   2.170114   -5.114 3.8e-07 ***
X$FSI         0.085515   0.008602    9.942 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4542 on 976 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.54,    Adjusted R-squared:  0.5381
F-statistic: 286.4 on 4 and 976 DF,  p-value: < 2.2e-16

Call:
lm(formula = Nepastovumas ~ X$CLI + X$PI + X$FSI)

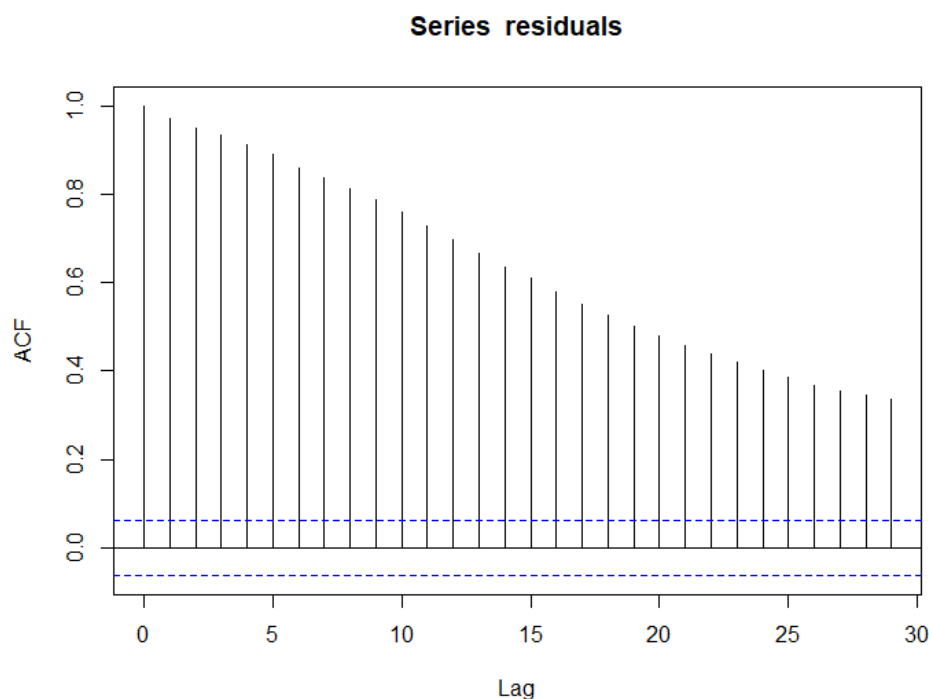
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.89366 -0.34469 -0.04744  0.26994  1.81095

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  13.857741   0.882302   15.706 < 2e-16 ***
X$CLI        -0.125875   0.008922  -14.108 < 2e-16 ***
X$PI        -11.109893   2.169340   -5.121 3.65e-07 ***
X$FSI         0.085593   0.008598    9.955 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

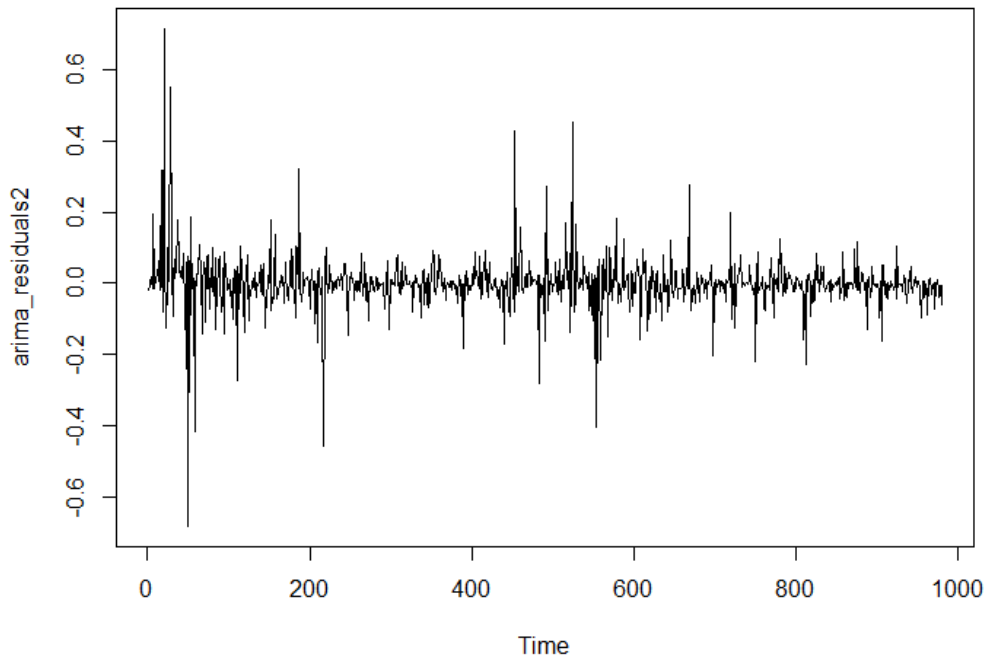
Residual standard error: 0.4541 on 977 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5398,    Adjusted R-squared:  0.5384
F-statistic: 382 on 3 and 977 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

5 Priedas. Mažiausių kvadratų regresijos ACF grafikas.



6 Priedas. ARMA modelio paklaidų grafikas.



7 Priedas. GARCH modelių Akaike kriterijai.

Modelis	FGARCH	EGARCH	GJR-GARCH
Akaike	-0.57914	-0.48029	-0.55258

8 Priedas. FGARCH(1;1) su asimetriškai iškraipytu Studento t skirstiniu.

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

Conditional Variance Dynamics

```
GARCH Model      : fGARCH(1,1)
fGARCH Sub-Model : APARCH
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : sstd
```

Optimal Parameters

```
      Estimate  Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      4.219810    0.006898  611.7867      0
```

mxreg1	-0.032161	0.000071	-451.8394	0
mxreg2	-2.716126	0.125910	-21.5720	0
mxreg3	0.044672	0.000491	90.9620	0
omega	0.077233	0.012791	6.0380	0
alpha1	1.000000	0.038548	25.9417	0
beta1	0.242289	0.027227	8.8988	0
eta11	0.000000	NA	NA	NA
lambda	0.652145	0.082730	7.8828	0
skew	0.324815	0.018516	17.5420	0
shape	2.536423	0.099499	25.4918	0

Robust Standard Errors:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	4.219810	0.042593	99.0727	0.000000
mxreg1	-0.032161	0.000447	-71.9507	0.000000
mxreg2	-2.716126	0.136052	-19.9639	0.000000
mxreg3	0.044672	0.002032	21.9854	0.000000
omega	0.077233	0.051314	1.5051	0.132298
alpha1	1.000000	0.074806	13.3679	0.000000
beta1	0.242289	0.032118	7.5437	0.000000
eta11	0.000000	NA	NA	NA
lambda	0.652145	0.362243	1.8003	0.071814
skew	0.324815	0.048974	6.6324	0.000000
shape	2.536423	0.448519	5.6551	0.000000

LogLikelihood : 294.067

Information Criteria

Akaike	-0.57914
Bayes	-0.52931
Shibata	-0.57934
Hannan-Quinn	-0.56018

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	663.0	0
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	966.5	0
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1755.8	0
d.o.f=0		
H0 : No serial correlation		

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.4600	0.4976
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]	0.4962	0.9583
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]	0.5995	0.9972
d.o.f=2		

Weighted ARCH LM Tests

	Statistic	Shape	Scale	P-Value
ARCH Lag[3]	0.0003549	0.500	2.000	0.9850
ARCH Lag[5]	0.0836904	1.440	1.667	0.9898
ARCH Lag[7]	0.1404693	2.315	1.543	0.9987

Nyblom stability test

Joint Statistic:	65.7523
Individual Statistics:	
mu	0.11966
mxreg1	0.11753
mxreg2	0.13907
mxreg3	0.06886
omega	0.08267
alpha1	1.96074
beta1	0.84127
lambda	1.72307
skew	0.47628
shape	0.43486

Asymptotic Critical Values (10% 5% 1%)	
Joint Statistic:	2.29 2.54 3.05
Individual Statistic:	0.35 0.47 0.75

Sign Bias Test

	t-value	prob	sig
Sign Bias	1.692	0.09093	*
Negative Sign Bias	1.513	0.13070	
Positive Sign Bias	1.649	0.09950	*
Joint Effect	5.037	0.16911	

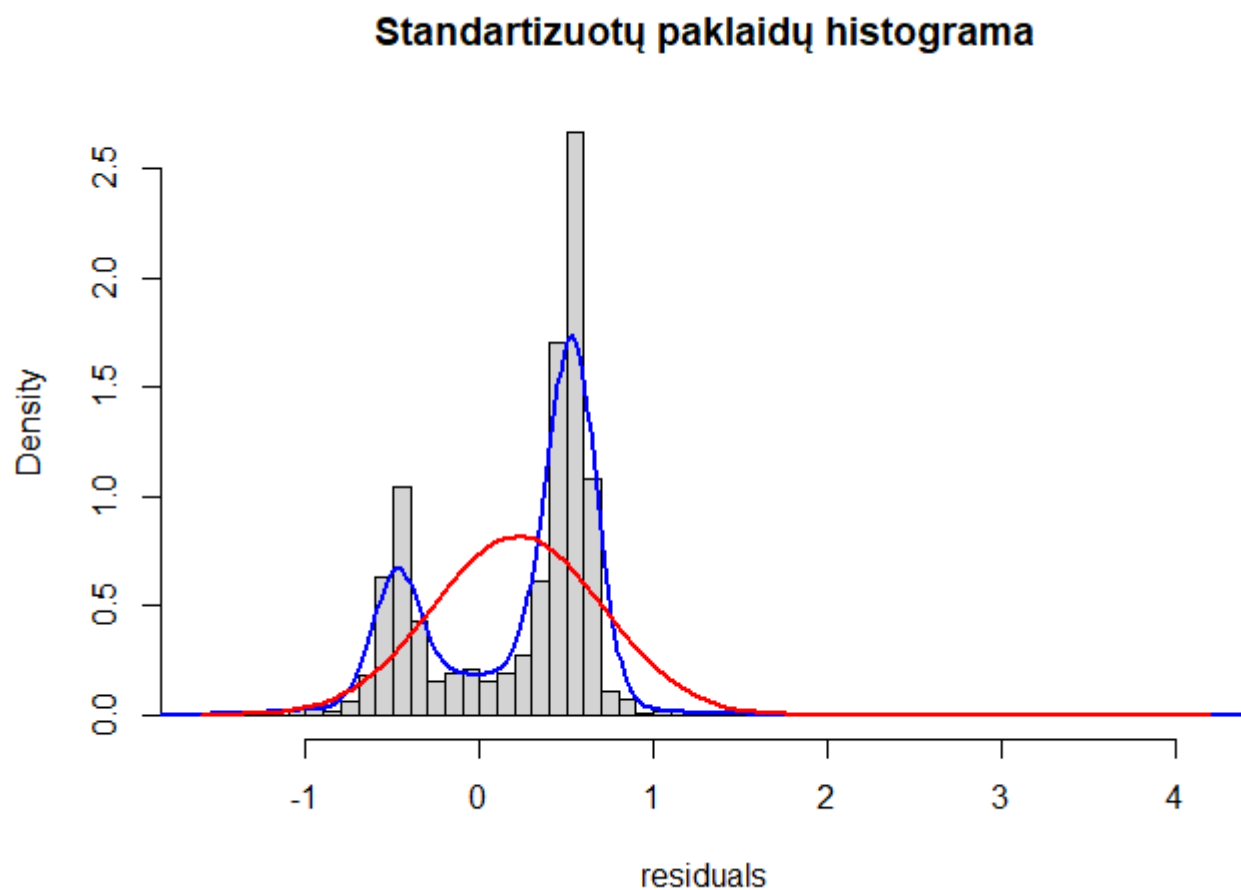
Adjusted Pearson Goodness-of-Fit Test:

group	statistic	p-value(g-1)
1 20	710.7	1.919e-138

2	30	861.2	1.619e-162
3	40	884.2	3.221e-160
4	50	911.1	3.592e-159

Elapsed time : 21.82174

9 priedas. Standartizuotų paklaidų histograma.



10 priedas. QQ (kvantilis-kvantilis) diagrama.

