

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS

Ekonometrinis projektas - kursinis darbas

**ĮTRAUKIMO Į S&P 500 AKCIJŲ
INDEKSĄ EFEKTAS AKCIJOS
GENERUOJAMAI GRAŽAI**

**S&P 500 INCLUSION EFFECT ON
STOCK'S RETURN**

VILNIUS 2022

EKONOMETRIJOS STUDIJŲ PROGRAMA

III kursas

Darbą atliko: Rokas Karpavičius,
Darbo vadovas: Doc. Dr. Rūta Levulienė

Turinys

1	Įvadas	5
2	Temos aprašymas	5
2.1	S&P 500 akcijų indekso įvadas	5
2.2	Literatūros apžvalga	7
3	Duomenys ir metodologija	9
3.1	Duomenys	9
3.2	Kintamieji	10
3.3	Tendencijos	11
3.4	Metodologija	14
4	Modelio sudarymas	15
4.1	Modelio pasirinkimas	15
4.2	Skirtumo-tarp-skirtumų modelis	16
4.2.1	Geometerinė interpretacija	16
4.2.2	Modelio įvertinys	17
4.2.3	Regresijos modelis	17
4.3	Modelio interpretacija	18
4.4	Modelio adekvatumo vertinimas	21
5	Išvados bei rekomendacijos	22
6	Priedai	24

Įtraukimo į S&P 500 indeksą efektas akcijos generuojamai grąžai

Santrauka

Nesuklysimė pasakę, jog S&P 500 akcijų indeksas yra vienas iš žinomiausių tarp investuotojų. Toks epitetas yra nebereikalingas, šis indeksas yra dažnai laikomas visos JAV akcijų rinkos ir šalies verslo būklės atspindžiu. Jis apskaičiuojamas naudojant 500 bendrovių, kotiruojamų Niujorko vertybinių popierių (NYSE) bei „Nasdaq“ (NASDAQ) biržose, akcijų kainas. Tai yra vienas labiausiai nagrinėjamų indeksų finansų rinkoje, tad natūralu, jog esti tokių mokslinių darbų bei straipsnių, kurie bando išsiaiškinti įtraukimo į indeksą efektą akcijos generuojamai grąžai ar jos kainos pokyčiams. Šio darbo tikslas yra nustatyti ar egzistuoja efektas akcijos generuojamai grąžai trumpuoju laikotarpiu (praėjus metams po to, kai įmonė buvo įtraukta į indeksą) lyginant ją su akcija, kuri nebuvo įtraukta. Pritaikius skirtumo-tarp-skirtumų (angl. difference in differences) modelį nebuvo nustatytas joks teigiamas efektas akcijos grąžai lyginant įmones, kurios buvo įtrauktos ir tos, kurios nebuvo.

Raktiniai žodžiai : S&P 500 akcijų indeksas; NYSE; NASDAQ; finansų rinka; įtaka akcijos grąžai; skirtumo-tarp-skirtumų modelis.

S&P 500 inclusion effect on stock's return

Abstract

If we were to talk about the most popular stock market index, the first thing that comes to mind is S&P 500. It is not an exaggeration; SP500 is often considered a reflection of the state of the US stock market as a whole and the state of business in the country. It is calculated using the share prices of 500 companies listed on the New York Stock Exchange (NYSE) and Nasdaq (NASDAQ). Considering the fact about the index popularity, it is quite natural that there are lots of scientific papers and articles written about whether there is an positive inclusion effect on stock's return or its price. The purpose of this term paper is to identify such an effect in the short-term (a year after a firm was included in an index). Having applied difference-in-differences model, no such effect was noticed. In fact, companies that weren't included in an index showed a greater yearly return.

Key words : S&P 500 akcijų indeksas; NYSE; NASDAQ; financial markets; inclusion effect; difference-in-differences model.

Santrumpos

S&P 500/SP500	Standard & Poor's 500 akcijų indeksas
NYSE	Niujorko vertybinių popierių birža (angl. New York Stock Exchange)
DJIA	Dow Jones Industrial Average
IPO	Pirminis viešas akcijų pasiūlymas (angl. Initial Public Offering)
CHD	Church & Dwight
ILMN	Illumina
VRSK	Verisk
NWS	News Corp (Class B)
DiD	Skirtumo-tarp-skirtumų modelis (angl. difference-in-differences)

1 Įvadas

Turbūt kiekvienas bent kiek domėjęsis investavimu, yra girdėjęs apie Standard & Poor's 500 akcijų indeksą. Kitaip tiesiog trumpinamas S&P 500. Nesuklysimė pasakę, jog šis indeksas yra pats žinomiausias (arba bent vienas iš tokių) tarp investuotojų. S&P 500 yra dažnai laikomas visos JAV akcijų rinkos ir šalies verslo būklės atspindžiu. Jis apskaičiuojamas naudojant 500 bendrovių, kotiruojamų Niujorko vertybinių popierių (NYSE) bei „Nasdaq“ (NASDAQ) biržose, akcijų kainas.

Įdomu tai, jog esti daugybė mokslinių straipsnių apie įtraukimo į pastarąjį indeksą efektą akcijos kainai ar jos generuojamai grąžai. Finansų rinkų kontekste labiau yra analizuojamos akcijų generuojamos grąžos nei, kad jų kainų pokyčiai per tam tikrą laikotarpį. Būtent dėl to, šio darbo tikslas yra patikrinti ar egzistuoja indekso efektas (trumpuoju laikotarpiu, t.y. metai po įtraukimo) akcijos generuojamai grąžai po to, kai ji buvo įtraukta į S&P 500. Tyrimui atlikti buvo išsikelti tokie uždaviniai:

- S&P 500 akcijų indekso įvadas;
- Reikalavimų, kuriais remiantis įmonė yra įtraukiama į S&P 500 akcijų indeksą, analizė;
- Akcijos įtraukimo į indeksą efekto analizė grąžai;
- Hipotezių išsikėlimas bei jų tikrinimas;
- Naudojantis skirtumo-tarp-skirtumų (angl. Difference in Differences) modeliu palyginti įtrauktų akcijų grąža su neįtrauktų.

2 Temos aprašymas

2.1 S&P 500 akcijų indekso įvadas

Finansų rinkos investuotojui siūlo daugybę instrumentų. Tam tikru metu vieni iš jų brangsta, tuo tarpu kiti - tuo pat metu pinga. Tam, jog būtų lengviau suprasti bendrą rinkos pasikeitimą (suvokti kur ji juda), investicinės firmos bei biržos sudarinėja rinkos indeksus (angl. market index). Šie indeksai gali būti įvairūs, nuo tam tikros grupės akcijų, vienos šalies akcijų iki rinkos nepastovumo (angl. volatility) indeksų. Tuo tarpu pasaulinės ekonomikos būklės pokyčius rodo tokie indeksai kaip S&P 500, Dow Jones Industrial Average (DJIA), Nasdaq-100 ir kt.

S&P 500 visame pasaulyje pripažįstamas kaip vienas iš pirmaujančių JAV akcijų rinkos veiklos etalonų. Tai nėra tik indeksas, apimantis 500 didžiausių akcijų, veikiau tai yra indeksas, apimantis pirmaujančias pirmaujančių sektorių įmonių akcijas. Jis yra apskaičiuojamas naudojant 500 bendrovių, kotiruojamų Niujorko vertybinių popierių (NYSE) bei „Nasdaq“ biržose, akcijų kainas. Skirtingai nei DJIA atveju, sudedamas tik tas akcijų kiekis, kuris yra prieinamas viešai, t.y. neįskaitant vadovybės, vyriausybės ir kitų įmonių turimų akcijų (angl. float-adjusted market capitalization). Indekse, kuris buvo pradėtas skaičiuoti 1957 m., esančios įmonės sudaro daugiau nei 83 proc. [2] visos JAV akcijų rinkos kapitalizacijos. Remiantis viena iš populiariausių finansinės žiniasklaidos svetainių [15], kiek mažiau nei pusę indekso reikšmės sudaro informacinių technologijų, sveikatos apsaugos ir ne pirmo būtinumo prekių (angl. consumer discretionary) sektorių akcijos. Pagal rinkos svorį, didžiausios šiuo metu indekse esančios bendrovės yra „Apple“, „Microsoft“, „Amazon“ bei „Tesla“ (atitinkamai 7, 5.6, 3.3 ir 2 proc.).

Nepaisant to, kad indeksą sudaro net 500 įvairių kompanijų, kiekvienai tenkanti indekso dalis ir svoris yra skaičiuojamas pagal jos rinkos kapitalizaciją, t.y. kuo didesnė įmonės vertė, tuo didesnį svorį ir įtaką ji turės indeksui. Dėl šios priežasties, indeksas yra dažnai vadinamas itin didelių kompanijų indeksu, kadangi mažesnės vertės įmonės turi daug mažiau įtakos indekso pokyčiams.

Kaip buvo minėta anksčiau, šis indeksas siekia reprezentuoti pirmaujančias pirmaujančių sektorių įmones. Nors daugelio šių įmonių pavadinimai eiliniam investuotojui nėra žinomi, tačiau indekso esmė ne joje esančių bendrovių populiarumas. Tai reiškia, jog į indeksą taip pat yra įtraukiamos mažiau žinomos kompanijos tol, kol jos atitinka keliamus reikalavimus. Pastarieji yra tokie [15]:

- Privalo būti labai likvidi (angl. highly liquid) ir JAV kapitalo įmonė;
- Įmonės rinkos kapitalizacija turi siekti bent 14.8 milijardus JAV dolerių (2022 m. kovo duomenimis);
- Rinkos kapitalizacijos vertė yra suprekiaujama kasmet (t.y. suprekiaujamų akcijų bendra vertė siekia įmonės rinkos kapitalizacijos vertę);
- Per kiekvieną iš ankstesnių šešių mėnesių prekiaujama bent ketvirtadaliu milijono jos akcijų;
- Didžioji dalis biržoje kotiruojamų akcijų yra viešos bei įmonė turi ne mažiau kaip 10 proc. apyvartinių akcijų (angl. shares outstanding);

- Turėjo pirminį viešą akcijų pasiūlymą (angl. Initial Public Offering, IPO) bent jau prieš metus;
- Teigiamas ankstesnių keturių bei paskutiniojo ketvirčių veiklos pelnas (angl. earnings).

Šis indeksas yra pakankamai išsamus, jog parodytų santykinę didesnės ekonomikos stiprumą ar silpnumą, tačiau ne per daug išsamus, kad pritrauktų bereikalingos informacijos. Apibendrinant galima būtų teigti, jog tai yra „indeksų indeksas“ - kelrodė žvaigždė, kuria naudojasi rinkos analitikai, įprasti rinkos dalyviai ir t.t.

2.2 Literatūros apžvalga

S. Bankoviča ir J. Praņevičas [4] atlikto tyrimo metu buvo pastebėta, jog paskelbimo dieną (kuomet buvo pranešama, jog tam tikru metu akcija bus įtraukta į indeksą) yra matomas žymus kainos pokytis, o investicijos į tokias akcijas per ateinantį mėnesį uždirbdavo apie 5.1 proc. grąžą. Įdomu tai, jog tyrimo metu nebuvo išgauta jokia naudinga informacija, kuri patvirtintų apie žymius kainos pokyčius įtraukimo dieną. Tyrimo metu buvo pasitelktos dvi skirtingos J-statistikos (angl. J-statistics) bei Patell standartizuotas liekanų testas (angl. Patell's Standardized Residual Test).

Ši tema yra plačiai nagrinėjama finansų pasaulyje, tad ją taip pat 2003 m. tyrė H. Chen, G. Noronha bei V. Singal [8]. Buvo pastebėta, jog yra pastovus kainos pokytis po to, kai firma buvo įtraukta į S&P 500 indeksą. Autoriai teigia, jog toks pokytis galimai yra įtakotas investuotojų informuotumo pokyčių, t.y. kai investuotojas sužino, jog tam tikra akcija bus įtraukta į indeksą, tai indikuoja, jog įmonė pasiekė tam tikrus reikalavimus (vienas iš pagrindinių yra rinkos kapitalizacija). Tai investuotojui suteikia didesnę pasitikėjimą įmone ir didina norą investuoti į ją. Tyrime vienas iš naudotų įrankių buvo regresinė analizė.

Kiek naujesnis tyrimas, kurį atliko M.Kasch bei A. Sarkar 2012 m. [11] teigia kiek kitaip nei ankstesni. Šio tyrimo metu autoriai nesutinka su nuomone, jog toks įtraukimas turi kokį nors ilgalaikį efektą įmonės akcijų kainai. Tiesa, prieš tai, kai įmonė yra paskelbiama, jog bus įtraukta į indeksą – jos rezultatai ženkliai pagėrėja. Tas pats momentas buvo pastebėtas ir S. Bankoviča bei J. Praņevičas atliktame tyrime. Po įtraukimo į indeksą, nebuvo pastebėta jokio svarbaus pokyčio. Šiuo atveju taip pat buvo naudojama daugiamatė regresinė analizė, tikrinama koreliacija tarp tam tikrų akcijų rodiklių

(akcijos rinkos vertės bei įmonės pajamingumo). Taip pat, buvo pasitelktas skirtumo-tarp-skirtumų modelis (angl. Difference-in-Differences model).

Tyrimas, atliktas Y. Chang, H. Hong bei I. Liskovich 2013 m. [7] sako, jog kai kompanijos akcija yra perkeliama iš Russell 1000 indekso į Russell 2000, jos akcijų kaina pakyla. Įdomus faktas yra tai, jog jei įvyksta priešingas veiksmas, tai turi neigiamą efektą akcijos kainai. Svarbu paminėti, jog Russell 1000 yra toks indeksas, kuriame listinguojamos akcijos reprezentuoja tūkstantį didžiausių JAV akcijų pagal rinkos kapitalizaciją. Tuo tarpu Russell 2000 listinguojamos akcijos yra laikomos mažos kapitalizacijos (angl. small cap) įmonėmis. Taigi, toks efektas yra iš ties įdomus, kai akcijos rinkos kapitalizacija sumažėja, ji perkeliama į Russell 2000, tačiau jos akcijų kaina padidėja. Autoriai tyrimo metu pagrįdė naudojo regresijos nenuoseklumo modelį (angl. regression discontinuity model).

Autorių A. W. Lynch bei R. R. Mendenhall 1997 m. [12] atlikto tyrimo metu buvo analizuojamos įmonių akcijos, kurios buvo pridėtos ir pašalintos iš S&P 500 indekso nuo 1989 m. spalio mėn. Tyrime yra minima, jog egzistuoja nedidelis teigiamas efektas akcijų kainai, kai pranešama, jog tam tikra įmonė bus įtraukta į indeksą (ta pati tendencija buvo taip pat pastebėta ir prieš tai nagrinėtuose dvejose studijose). Taip pat, buvo nustatyta apie 3.8 proc. grąža periodui, kai pranešama apie įmonės įtraukimą ir baigiant dieną, kai akcija yra oficialiai įtraukiama. Grįžtant prie pirmojo tyrimo, buvo minima panaši išvada - investicijos į tokias akcijas atnešdavo 5.1 proc. grąžą per ateinantį mėnesį (po viešo pranešimo apie akcijos įtraukimą į indeksą). Įdomu, jog nustatytas neigiamas efektas, po to kai įmonė yra įtraukiama. Aprašyta metodologija yra ganėtinai specifinė. Buvo naudojami nereguliarios grąžos bei nereguliarios prekybos apimties nustatymo modeliai (angl. abnormal return, abnormal volume models) tam, jog būtų įmanoma apskaičiuoti akcijos grąžą bei prekybos apimties pokyčius. Taip pat įvairūs statistiniai testai tikrinti hipotezėms.

Na ir galiausiai apžvelgsime dar vieną tyrimą, atliktą 2004 m. autorių M. H. Goedhart bei R. Huc [10]. Jo metu, kaip ir prieš tai aptartų, buvo bandoma išsiaiškinti ar egzistuoja akcijų indekso efektas. Analizuojamos įmonių akcijos buvo paimtos tarp 1999 ir 2004 m. Buvo išsiaiškinta, jog toks efektas egzistuoja tik trumpuoju laikotarpiu, apie 45 dienas. Kai įmonės akcija yra įtraukiama į vieną iš didžiųjų indeksų (pvz. S&P 500), paklausa tokiai akcijai tarp investuotojų ženkliai padidėja ir automatiškai jos kaina kyla. Kol tokia paklausa laikysis, tol didės ir kaina. Tuo tarpu, kai kompanija buvo pašalinama iš indekso, jos akcijų kaina krisdavo apie 7.5 proc. per tris dienas.

Kaip ir prieš tai aptartame tyrime, taip ir čia buvo naudojamas nereguliarios gražos nustatymo modelis (angl. *abnormal return*), t.y. buvo skaičiuojama graža 80 dienų periodui (20 dienų iki įtraukimo ir 60 dienų po). Buvo pastebėta, jog likus 10 dienų iki akcijos įtraukimo į indeksą termino, graža vidutiniškai šoktelėjo iki 7 proc., tačiau 45 dienos po įtraukimo ji grįžo ties 0 proc. Kalbant apie statistiškai reikšmingą teigiamą gražą, efektas išblėso dar greičiau – per 20 dienų.

Remiantis išanalizuota literatūra, tyrimas bus atliekamas pasirenkant 15 įmonių, kurios 2015 m. buvo įtrauktos į akcijų indeksą ir lyginant jas su atsitiktinai parinktomis 30 įmonių, kurios priešingai nei prieš tai minėtos – nėra įtrauktos į indeksą. Į šį rinkinį įeis tik JAV kapitalo įmonės ir nagrinėjamas akcijų indeksas bus taip pat vienas populiariausių – S&P 500. Tam, kad ištirtume efekto reikšmę akcijų gražai, pritaikysime skirtumo-tarp-skirtumų (angl. *Difference-in-Differences*) modelį su įtrauktąja ir neįtrauktąja grupėmis. Penkiolika įmonių akcijų, kurios buvo įtrauktos į indeksą reprezentuos įtrauktąją grupę, o likusios – neįtrauktąją grupę.

3 Duomenys ir metodologija

3.1 Duomenys

Tyrimui pasirinkti duomenys apie indekso įtraukimo efektą akcijos gražai, buvo surinkti R bibliotekos `quantmod` pagalba. Tam yra naudojama funkcija `getSymbols`. Ji yra skirta surinkti duomenis apie tam tikro laikotarpio (pvz. nuo 2016-01-01 iki 2016-12-31) akcijos kainos pokyčius bei kitus rodiklius. Pagal dokumentaciją, funkcija surenka duomenis iš daugiau nei vieno šaltinio, tačiau pagal nutylėjimą, tai yra *Yahoo Finance* duomenys.

Buvo nuspręsta pasirinkti penkiolika įmonių (žr. 7 lent.), kurios 2015 m. buvo įtrauktos į S&P 500 akcijų indeksą [17] bei atsitiktiniu būdu parinkti papildomas trisdešimt (žr. 8 lent.), didelės bei vidutinės kapitalizacijos įmonių, kurios nebuvo įtrauktos į pastarąjį indeksą [3]. Verta pabrėžti, jog egzistuoja variantas rinktis vienodą skaičių įtrauktų ir neįtrauktų įmonių. Problema yra tame, jog tokiu atveju kompanijos (įtraukta ir neįtraukta) turėtų būti labai panašios (t.y. jeigu yra tokios dvi įmonės, kurios yra beveik identiškos, bet viena iš jų įtraukta, o kita – ne – tuomet būtų galima pamatuoti įtraukimo poveikį). Kadangi nustatyti panašias įmones yra sudėtinga, bus imamas didesnis skaičius firmų (šiuo atveju du kartus daugiau), kurios

nebuvo įtrauktos. Tada tikėtina, kad bus įvairias akcijų grąžas turinčios įmonės ir tai leis nustatyti ar yra skirtumas nuo tų, kurios įtrauktos į indeksą.

2015 m. į indeksą buvo įtraukta viso dvidešimt įmonių akcijų, tačiau penkios iš jų buvo sąlyginai jaunos įmonės, kurios iki 2015 m. neegzistavo. Kadangi šie metai buvo apsibrėžti kaip įtraukimo į indeksą metai, tai reiškia, jog bus analizuojamos 2014 m. (t.y. prieš įtraukimą) ir 2016 m. (t.y. praėjus apytikriai metams po to, kai akcija galėjo būti įtraukta į indeksą) akcijų grąžos. Todėl dėl šios priežasties vietoje visų dvidešimties įmonių, buvo pasirinktos penkiolika, kurios bus lyginamos su likusiomis (neįtrauktomis į indeksą).

Svarbu paminėti, jog atsitiktinai renkantis neįtrauktas kompanijas, buvo iškelta sąlyga, jog jos akcijos kainos duomenys būtų prieinami bent jau nuo 2000 m. sausio mėn. Tokiu būdu užtikrinant, kad parinkta įmonė nėra jauna, t.y. veikianti bent jau 15 metų. Nekreipiant dėmesio į šią sąlygą, būtų galima pririnkti įvairių firmų, kurių amžius gali nesiekti net kelių metų. Tai galėtų neigiamai įtakoti galutinį rezultatą, kadangi naujai akcijai rinkoje dažnu atveju teikiamas didesnis dėmesys. Didėjant dėmesiui, didėja akcijos paklausa ir tuo pačiu jos kaina. Todėl jaunas įmones įtraukti į šį sąrašą būtų netikslinga dėl galimo rezultatų iškraipymo.

3.2 Kintamieji

Tyrimui naudojami duomenys turi tokius kintamuosius:

- P_{open} - tai dienos atsidarymo kaina (angl. open price). Kitaip tariant, tai kaina, kuri yra fiksuojama, kai atsidaro Niujorko akcijų birža (toliau, akcijų birža);
- P_{high} - tai aukščiausia dienos kaina (angl. highest price);
- P_{low} - tai žemiausia dienos kaina (angl. lowest price);
- P_{close} - tai užsidarymo kaina (angl. closing price). Tai yra paskutinė užfiksuota kaina pasibaigus akcijų biržos darbo valandoms;
- $volume$ - tai yra akcijų kiekis (apimtis), kuriomis buvo suprekiauta per tam tikrą periodą (angl. volume);

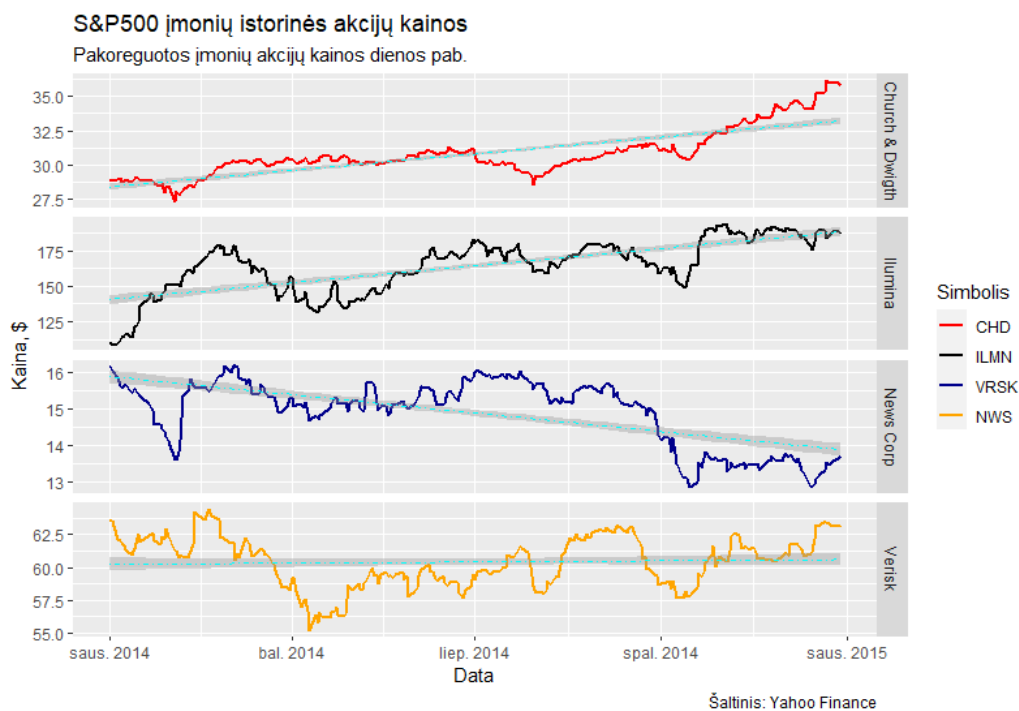
- P_{adj} - tai yra pakoreguota akcijos kaina (angl. adjusted closing price), kuri atsižvelgia į tokius veiksnius kaip įmonės daromi sprendimai, kainos pokyčiai po akcijų biržos darbo valandų ir pan.

Tiesa, mūsų apsibrėžtam tikslui pasiekti bus naudojamas tik vienas iš šių kintamųjų - P_{adj} . Kaip žinia, šis matavimo vienetas [9] yra dažnai naudojamas analizuojant istorines akcijų grąžas, kadangi jis atsižvelgia į tokius faktorius kaip dividendai, vadinamieji *stock splits*, naujos akcijų emisijos ir t.t. Verta paminėti, jog P_{close} yra tiesiog gryna akcijos vertė (angl. raw value), kuri yra užfiksuojama užsidarius akcijų biržai. Ja taip pat galima naudotis skaičiuojant grąžą, tačiau P_{adj} labiau atspindi tikrąją akcijos vertę rinkoje.

3.3 Tendencijos

Išbrėžti pirmiesiems grafikams buvo parinktos penkios pirmos firmų akcijos iš S&P 500 indekso. Palyginimui, buvo pasirinkta panaudoti 2014 m. pakoreguotos akcijos kainos duomenis (kuomet akcija dar nebuvo indekso sudėtyje) ir palyginti juos su 2016 m. akcijos kainos duomenimis (t.y. praėjus metams po įmonės įtraukimo į indeksą).

Kaip matome, *CHD* bei *ILMN* akcijos turi teigiamą bei auganti trendą. Tuo tarpu situacija su *VRSK* yra atvirkščia, t.y. pastebimas neigiamas, tačiau ne ženkliai žemėjantis trendas. Galiausiai, ketvirtosios akcijos grafikas iš pažiūros atrodo stabiliausias, t.y. jos trendas laikosi maždaug viename lygyje. Nepaisant to, matome nemažai staigesnių kritimų.

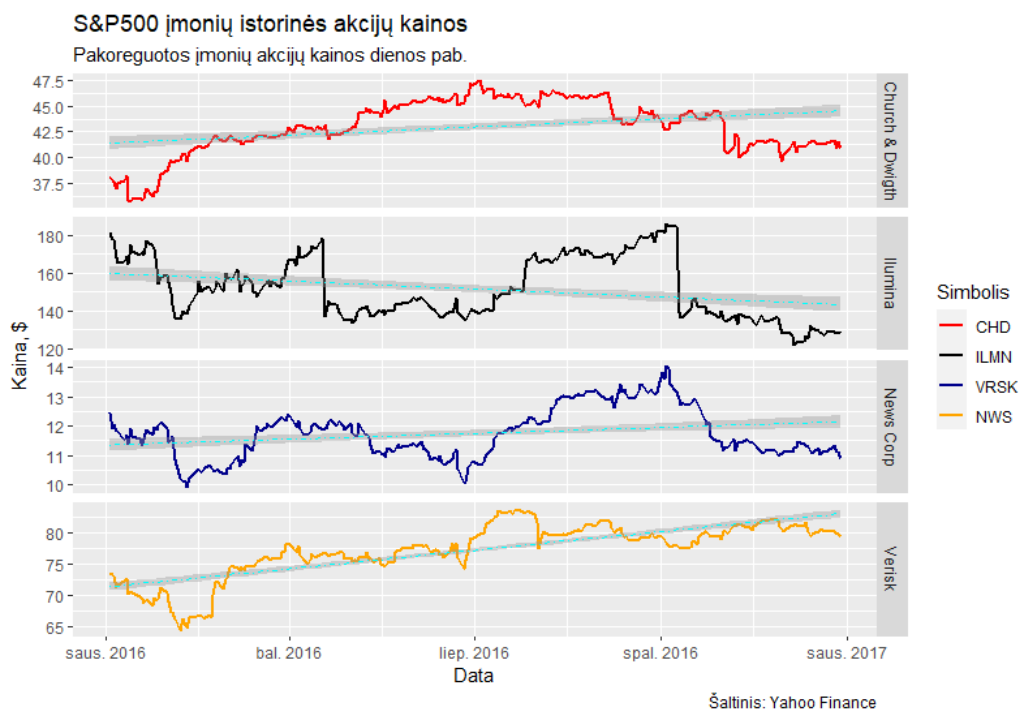


1 pav.: Pakoreguotos akcijų kainos

CHD	ILMN	VRSK	NWS
24%	69%	-0.5%	-15%

1 lentelė: Akcijų grąžos

Taip pat, pasižiūrėsime kaip atrodė tų pačių akcijų kainų tendencijos praėjus metams po to, kai 2015 m. jos buvo įtrauktos į S&P 500 indeksą. Žiūrint į pateiktus grafikus, nepastebime, jog įtraukimas į akcijos indeksą būtų parodęs kokius nors žymesnius trumpalaikius (metų trukmės) efektus akcijos kainai ar augimo trendui. Gautos grąžos taip pat nestebina, pvz. *ILMN* akcijos grąža per 2016 m. buvo neigiama, netgi -30%. Tuo tarpu *VRSK* grąža pakilo per 7.5%.



2 pav.: Pakoreguotos akcijų kainos

CHD	ILMN	VRSK	NWS
7.5%	-30%	8%	-12%

2 lentelė: Akcijų grąžos

Apart esminio pirminės duomenų analizės tikslo, t.y. akcijų grąžų palyginimo (bei vėliau - akcijų grąžų efekto nustatymo), taip pat galime pasinaudoti kitais kintamaisiais, kurie buvo apsibrėžti anksčiau ir žvilgtelėti į aprašomosios statistikos pusę. Patikrinsime aukščiausią (P_{high}) bei žemiausią (P_{low}) akcijų reikšmes 2014 bei 2016 m. Pažvelkime iš arčiau:

Simbolis	P_{high}	P_{low}	Data
CHD	36.14	27.35	12-23 / 02-03
ILMN	194.33	108.61	11-03 / 01-03
VRSK	64.44	55.17	02-20 / 04-11
NWS	16.15	12.86	03-05 / 12-16

3 lentelė: Aukščiausia ir žemiausia akcijų kainos 2014 m.

Lentelėje pateiktos keturių akcijų aukščiausios bei žemiausios kainos per 2014 metus. Stulpelyje *Data*, išskirtos dvi reikšmės: pirmoji - aukščiausios kainos data, antroji - žemiausios. Lyginti šias akcijas tarpusavyje būtų beprasmiška, kadangi įmonės nėra panašios. Nepaisant to, galbūt bus įmanoma išvelgti kokias nors tendencijas apžvelgus 2016 m. duomenis.

Simbolis	P_{high}	P_{low}	Data
CHD	47.48	35.67	07-05 / 01-14
ILMN	186.17	122.02	10-05 / 12-07
VRSK	83.66	64.35	07-22 / 02-08
NWS	14.02	9.91	10-05 / 02-11

4 lentelė: Aukščiausia ir žemiausia akcijų kainos 2016 m.

Turint 2014-ųjų bei 2016-ųjų metų akcijų kainos rodiklių lenteles, pastebimi keli pasikeitimai. Matome, jog *CHD* akcijos aukščiausia kaina 2014 m. buvo pasiekusi \$36.14, kai tuo tarpu 2016 m. ji kiek paaugo ir siekė \$47.48. Teigiamu aukščiausios kainos prieaugiu taip pat gali pasigirti *VRSK* bei *NWS* akcijos. Tuo tarpu *ILMN* buvo vienintelė akcija, kurios aukščiausia metų kaina sumažėjo per \$8.16.

Apžvelgus pateiktus grafikus bei akcijų generuojamas grąžas, kol kas būtų sunku ir netikslinga daryti išvadas. Analizuojant tik keletą firmų sunku įvertinti gautus rezultatus, tad juos toliau tikslinsime tikrinant hipotezes bei sudarinėjant matematinį modelį, kuris apims žymiai didesnę dalį įvairių įmonių akcijų.

3.4 Metodologija

Tam, jog būtų išsiaiškinta ar egzistuoja įtraukimo į S&P 500 akcijų indeksą efektas jų grąžoms, bus skaičiuojamos įtrauktų bei neįtrauktų įmonių akcijų grąžos 2014-iems ir 2016-iems metams. Tuomet, 2015 m. yra tas laikotarpis, kai įmonė galėjo būti įtraukta į indeksą. Norint apskaičiuoti akcijos generuojamą grąžą [13] (procentais) tam tikram periodui (duotuoju atveju - metams), naudojama tokia formulė:

$$\text{Graża} = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \cdot 100 ,$$

kur P_1 - užsidarymo kaina metų pab., P_0 - užsidarymo kaina metų pr.

Apskaičiavus akcijų gražas, bus konstruojamas skirtumo-tarp-skirtumų (angl. Difference in Differences) modelis tam, jog būtų galima jas palyginti ir nustatyti kaip keičiasi akcijos generuojama graža lyginant jos gražą prieš įtraukimą ir po įtraukimo, kartu atsižvelgiant į indeksą neįtrauktų akcijų gražą. Kitaip tariant, matematinis modelis bus taikomas 2014 ir 2016 m. gražoms.

Šis modelis gali būti įgyvendinamas kaip laiko ir intervencijos fiktyvių kintamųjų sąveika regresiniame modelyje

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 sT_i + \gamma t_i + \delta(T_i \cdot t_i) + \varepsilon_i.$$

Svarbu atkreipti dėmesį į tai, jog akcijų gražoms yra būdingas sąlyginis heteroskedastiškumas (angl. heteroscedasticity), tad tyrimo metu gali prireikti koreguoti standartines paklaidas (tam, kad būtų galima išsiaiškinti, ar koeficientai yra statistiškai reikšmingi). Praktikoje yra atliekami HCE [6] (angl. heteroskedastic errors) arba HAC [5] (angl. Heteroskedasticity-and-Autocorrelation-Consistent) testai.

4 Modelio sudarymas

4.1 Modelio pasirinkimas

Tam, kad nustatytume efekto reikšmę akcijų gražai, pritaikysime skirtumo-tarp-skirtumų (angl. Difference-in-Differences; toliau, DiD) modelį su įtrauktąja ir neįtrauktąja grupėmis. Penkiolika įmonių akcijų, kurios buvo įtrauktos į indeksą reprezentuos įtrauktąją grupę, o likusios – neįtrauktąją grupę. Literatūroje [1] taip pat naudojamas ir kitas šio metodo pavadinimas - dvigubo skirtumo analizė (arba kontrafaktinė analizė). Tokio tipo analizė skirta palyginti dvi grupes skirtingais laiko tarpais. Metodas yra skiriamas į du laiko tarpus:

- Pirma, įvertinamas skirtumas, atsirandantis tarp dviejų grupių.
- Toliau, nustatomas savybių skirtumas, atsirandantis per tam tikrą laikotarpį.

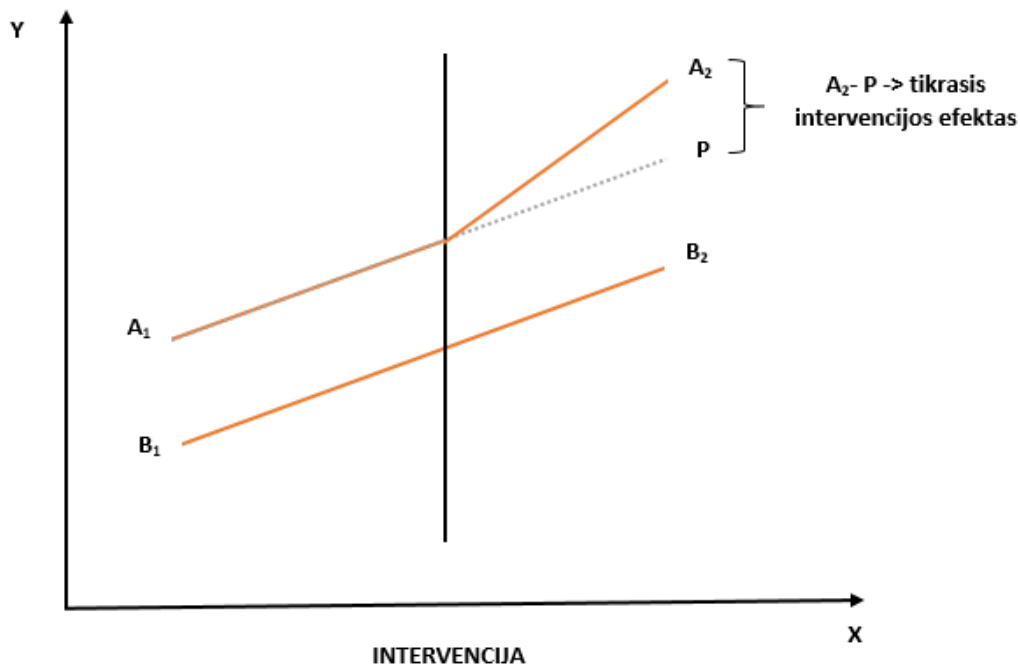
4.2 Skirtumo-tarp-skirtumų modelis

DiD [16] yra statistinis metodas, naudojamas ekonometrijoje bei kiekybiniuose soc. mokslų tyrimuose, kai norima pamatuoti ar tam tikras pokytis (intervencija) sukėlė kokį nors pokytį nagrinėjamoje imtyje. Nagrinėjamu atveju būtų kiek netikslinga įvardinti akcijos įtraukimą į indeksą kaip intervenciją, taigi, paprastumo dėlei naudosime terminą *įtraukta*. Naudojantis šiuo metodu, apskaičiuojamas įtraukimo (nepriklausomo kintamojo) poveikis rezultatui (t.y. akcijos grąžai, priklausomam kintamajam).

Lyginamas vidutinis priklausomo kintamojo pasikeitimas įtrauktoje grupėje su to paties kintamojo pasikeitimu neįtrauktoje grupėje. Viena iš metodo sąlygų yra ta, jog tiriami grupių rodikliai (akcijų grąžos) turi egzistuoti bent dvejose laiko momentuose. Mūsų nagrinėjamu atveju, lyginamos 2014 m. grąžos su 2016 m. Tuo tarpu 2015 m. - laikotarpis, kai bendrovė galėjo būti įtraukta į SP500.

4.2.1 Geometerinė interpretacija

Pateiktame pavyzdyje (žr. 3 pav.) linijos A ir B žymi įtrauktąją bei neįtrauktąją grupes, atitinkamai. Tuo tarpu taškai A_1 ir B_1 žymi priklausomą kintamąjį iki momento, kai įmonė galėjo būti įtraukta į akcijų indeksą. Vertikali linija šiuo atveju žymi atliktą intervenciją (arba įtraukimą). Po šio momento, vėl atliekamas matavimas grupėse, kurį žymi taškai A_2 ir B_2 . Punktyrinė linija P šiuo atveju žymi *natūralų* skirtumą tarp grupių tuo atveju, jei nei viena iš jų nebūtų įtraukta į indeksą (t.y. nebūtų patyrusi *intervencijos*). Taip pat, grafike yra pažymėtas skirtumas $A_2 - P$. Pastarasis žymi tikrąją intervencijos (įtraukimo) efektą.



3 pav.: DiD modelio grafinis paaiškinimas

4.2.2 Modelio įvertinys

Susipažinę su DiD metodu bei apžvelgę jo geometrinę interpretaciją, galime pasigilinti kaip sudaromas modelio įvertinys. Šiuo atveju, apie tai ar įmonė buvo įtraukta į SP500 indikuoja 1, tuo tarpu neįtraukimas žymimas 0. Sudaryti įvertiniui pasitelksime tokią lentelę:

	2014 m. (iki įtraukimo)	2016 m. (po įtraukimo)	Po - Iki skirtumas
1	$\bar{Y}_{A,0}$	$\bar{Y}_{A,1}$	$\bar{Y}_{A,1} - \bar{Y}_{A,0}$
0	$\bar{Y}_{B,0}$	$\bar{Y}_{B,1}$	$\bar{Y}_{B,1} - \bar{Y}_{B,0}$
	$\bar{Y}_{A,0} - \bar{Y}_{B,0}$	$\bar{Y}_{A,1} - \bar{Y}_{B,1}$	$(\bar{Y}_{A,1} - \bar{Y}_{A,0}) - (\bar{Y}_{B,1} - \bar{Y}_{B,0})$

5 lentelė: DiD įvertinys (1)

4.2.3 Regresijos modelis

Kaip ir buvo minėta anksčiau, šis modelis gali būti įgyvendinamas kaip laiko ir intervencijos fiktyvių kintamųjų sąveika regresiniame modelyje

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \gamma t_i + \delta(T_i \cdot t_i) + \varepsilon_i, \text{ kur}$$

Y_i - dominuojantis priklausomas kintamasis,
 t_i - lygus 1 stebėjimams po įtraukimo ir 0 iki jos,
 T_i - lygus 1 stebėjimams iš įtrauktosios grupės ir 0 stebėjimams iš
 neįtrauktosios grupės,
 β_0 - pseudo-kintamasis (angl. dummy variable),
 ε_i - nestebimos atsitiktinės paklaidos,
 β_1, γ, δ - nežinomi parametrai. Pastarųjų interpretacija gali būti tokia:

β_1 - natūralus skirtumas tarp grupių,
 γ - bendra laiko tendencija, galiojanti abiems grupėms,
 δ - tikrasis intervencijos efektas.

Taip pat, modelio sudarymui reikalingos prielaidos sutampa su mažiausių kvadratų metodo (angl. the method of least squares) prielaidomis:

- Populiacija yra apibūdinama tiesiniu modeliu;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

- Paklaidų vidurkis lygus nuliui;

$$E[\varepsilon_i] = 0$$

- Paklaidos ir nepriklausomi kintamieji yra nekoreliuoti;
- Paklaidos tarpusavyje yra nekoreliuotos (kitaip tariant, autokoreliacija neegzistuoja) ir turi pastovią dispersiją (homoskedastiškumas (angl. homoscedasticity));
- Paklaidos yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį.

4.3 Modelio interpretacija

Naudojantis prieš tai apsibrėžta DiD lygtimi, sudarysime tiesinės regresijos modelį

$$return_i = \beta_0 + \beta \cdot arItraukta + \gamma \cdot arPeriodasPoItraukimo + \delta(arItraukta \cdot arPeriodasPoItraukimo) + \varepsilon.$$

Surašę atitinkamus koeficientus į jiems skirtas vietas, turime

$$return_i = 29.363 \cdot arItraukta + 0.788 \cdot arPeriodasPoItraukimo - 39.444(arItraukta \cdot arPeriodasPoItraukimo) + \hat{\varepsilon},$$

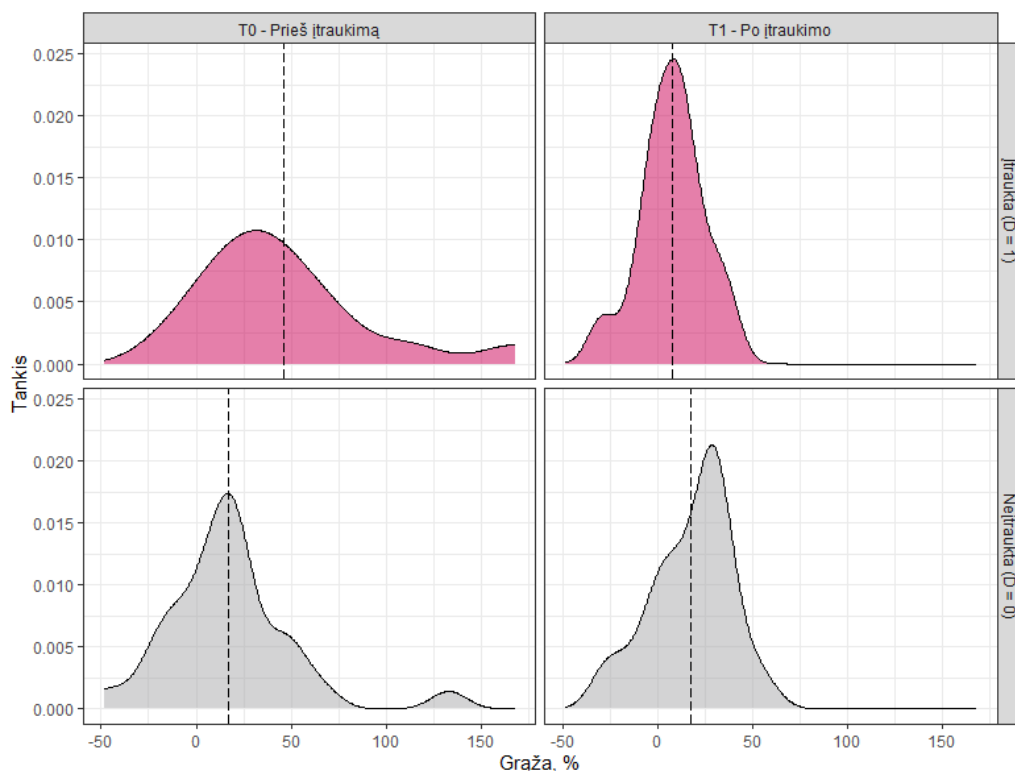
Sudarius modelį, galime grįžti prie prieš tai sudarytos įvertinio lentelės ir į ją surašyti atitinkamas reikšmes. Tokiu būdu, bus lengviau interpretuoti modelio rezultatus

	2014 m. (iki įtraukimo), %	2016 m. (po įtraukimo), %	Po - Iki skirtumas, %
1	46.282	7.626	-38.656
0	16.919	17.707	0.788
	29.363	-10.707	-39.444

6 lentelė: DiD įvertinys (2)

Kaip ir buvo minėta anksčiau, šie skaičiavimai iš esmės yra grupių vidurkiai bei jų skirtumai. Taip pat, šiuo atveju 1 žymi įtrauktąją grupę, o 0 savo ruožtu - neįtrauktąją. Pasirinkus 2014 m. ir lyginant dvi grupes, galime pastebėti, jog pirmosios grupės akcijos vidutiniškai generavo 29.363 proc. didesnę grąžą. Tuo tarpu, 2015 m. buvo tie metai, kuriais įmonė galėjo būti įtraukta į SP500 indeksą. Taip atsitiko 15-ai iš 45-ių bendrovių. Praėjus metams po įtraukimo į indeksą pastebime, jog situacija kiek pasikeitė. Matome, jog pirmoji grupė generavo 10.707 proc. mažesnę grąžą nei, kad antroji, kuri savo ruožtu, nei 2014 nei 2015 m. nebuvo įtraukta į akcijų indeksą. Visumoje, modelis mums leidžia teigti, jog akcijos, kurios buvo įtrauktos į indeksą vidutiniškai trumpuoju laikotarpiui (iki vienerių metų) generavo 39.444 proc. mažesnę grąžą.

Taip pat, galime pasižiūrėti į išbrėžtus tankio grafikus, kurie iliustruoja prieš tai aptartus rezultatus.

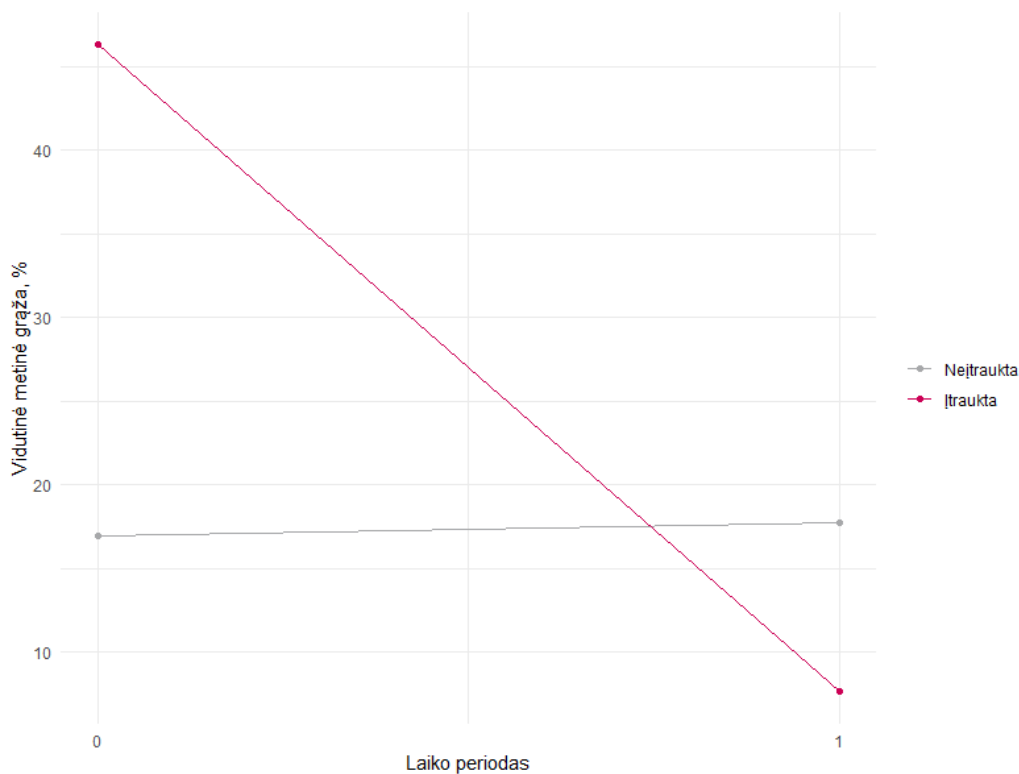


4 pav.: Vidutinės metinės grąžos tankio sklaidos grafikai

Viso matome keturis grafikus, du viršutiniai indikuoja, jog įmonių grupė buvo įtraukta į indeksą, kai $D = 1$ ir taip pat turime du laiko periodus, $T0$ - prieš įtraukimą bei $T1$ - po įtraukimo. Žiūrint į pirmąją grafikų porą, pastebime, jog $T1$ laiku, tankio grafiko sklaida yra gerokai mažesnė nei $T0$ laiku. Tai reiškia, jog imant vidurkį (kuris pažymėtas punktyrine linija), jis bus pasislinkęs labiau į dešinę, kas reikštų, jog $T0$ laiku akcijos, kurios vėliau bus įtrauktos į indeksą, generavo didesnę grąžą nei, kad po įtraukimo.

Taip pat, galime pažvelgti į antrąją grafikų porą. Rezultatas šiuo atveju buvo atvirkštinis, tai būtų galima pasiremti simetriškumu. $T0$ laiku grafikas, nepaisant šiek tiek didesnės sklaidos, vidurkio atžvilgiu yra simetriškesnis, o $T1$ laiku - labiau pasislinkęs į dešinę.

Kalbant apie geomterinę šių rezultatų interpretaciją, būtų galima apvežgti sekantį grafiką:



5 pav.: Vidutinės metinės grąžos geometrinis atvaizdavimas

Grafike taip pat matome pažymėtus du laiko momentus: T_0 - prieš įtraukimą bei T_1 - po įtraukimo. Galime pastebėti, jog T_0 laiku akcijos, kurios vėliau bus įtrauktos į indeksą, generavo didesnę vidutinę metinę grąžą nei tos, kurios nagrinėjamu periodu nebuvo įtrauktos. Perėjus iš T_0 į T_1 situacija pasikeičia - neįtrauktų akcijų vidutinė metinė grąža yra didesnė nei, kad įtrauktų.

4.4 Modelio adekvatumo vertinimas

Taip pat, prisimename, jog akcijų grąžoms yra būdingas sąlyginis heteroskedastiškumas (angl. heteroscedasticity). Dėl šios priežasties tikriname hipotezę

$$\begin{cases} H_0: \text{liekanos yra homoskedastiškos} \\ H_1: \text{liekanos yra heteroskedastiškos} \end{cases}$$

Šiai hipotezei patikrinti pasinaudosime bendriniu heteroskedastiškumo testu (angl. generalized Breusch–Pagan Test). Jis buvo pasirinktas dėl paprastumo. Atlikto testo rezultatai parodė, jog negalime atmesti nulinės hipotezės.

Taigi, modelio liekanos yra homoskedastiškos.

Taip pat, tikriname hipotezę ar liekanos tarpusavyje yra nekoreliuotos, kitaip tariant

$$\begin{cases} H_0 : \text{liekanos nėra autokoreliuotos} \\ H_1 : \text{liekanos yra autokoreliuotos} \end{cases}$$

Hipotezei patikrinti pasitelkiame *Durbin-Watson* testą. Pastarojo rezultatas mums neleido atmesti nulinės hipotezės. Taigi, sakome, jog modelio liekanos yra autokoreliuotos.

Sudarius modelį ir patikrinus *p-reikšmes* prie atitinkamų kintamųjų buvo pastebėta, jog *arPeriodasPoltraukimo* kintamojo *p-reikšmė* yra mažesnė nei 0.05. Dėl šios priežasties atsirado poreikis koreguoti standartines paklaidas. Šiam tikslui yra naudojama HCE tipo korekcija, kitaip žinoma kaip *White correction*. Atlikus šią korekciją mūsų sudarytam modeliui, kintamojo *arPeriodasPoltraukimo p-reikšmė* buvo pakoreguota. Galime teigti, jog visi modelyje esantys koeficientai yra statistiškai reikšmingi.

5 Išvados bei rekomendacijos

Sudarytas tiesinės regresijos modelis taikant DiD metodologiją parodė, jog nėra jokio teigiamo poveikio akcijos generuojamai grąžai trumpuoju laikotarpiu po to, kai ji buvo įtraukta į SP500 akcijų indeksą. Tai iš esmės patvirtina daugiau nei keletas prieš tai nagrinėtų mokslinių straipsnių, kurie teigė tą patį. Verta paminėti, jog ši tendencija pasitvirtina ne tik su SP500 indeksu, tačiau taip pat ir su kitais. Ši išvada leidžia mums teigti, jog sudarinėjant asmeninį akcijų portfelį nevertėtų per daug dėmesio kreipti į tai ar tam tikra įmonė yra įtraukta į vieną iš daugybės akcijų indeksų, mūsų atveju - SP500.

Didesnis dėmesys turėtų būti skiriamas nagrinėjant bendrovės fundamentalią vertę, t.y. kaip jai sekasi vykdyti įsipareigojimus, siekti užsibrėžtų pelno tikslų ir t.t. Tiesa, įtraukimas į indeksą reiškia, jog įmonė pasiekė tam tikrus rodiklius, pvz.: yra labai likvidi, kas reiškia, jog turi daug laisvų pinigų, kuriuos bet kada gali panaudoti (t.y. tie pinigai nėra turto forma ar pan.). Toks rodiklis yra iš ties svarbus. Nepaisant to, tai nebūtinai reiškia, jog įmonė generuos didesnę grąžą.

Taip pat svarbu paminėti, jog 2015 m. įvyko du labai staigūs akcijų vertės kritimo etapai (angl. flash crash) [14]. Pirmasis buvo užfiksuotas rugpjūčio 24 d., kuomet SP500 atsidarė su \$1965.15 ir per kelias minutes krito iki \$1867.01, t.y. per 5%. Įprastai, indeksai taip staigiai ir tokiu dideliu procentu nenukrenta. Jei taip įvyksta, tai yra stipri indikacija, jog rinka nėra geriausioje būklėje. „JP Morgan“ analitikas M. Kolanovic teigė, jog toks kritimas didžiąja dalimi yra paremtas likvidumo stoka rinkoje bei bandos jausmu. Pastarasis buvo įtakotas to, jog prekybininkai (angl. traders) siekė bet kokia kaina apsisaugoti nuo tolesnio rinkos kritimo. Tokia apsauga rinkoje yra vykdoma aktyvų išsipardavimo principu.

Šie metai taip pat buvo pažymėti ir dar vienu staigiu kritimu, kuris įvyko kovo 18 d. Tiesa, šis kritimas nesusilaukė tiek daug žiniasklaidos dėmesio, kadangi jis įvyko po biržos darbo valandų (priešingai nei praeitas įvykis). Šis staigus kritimas palietė prekybininkus, kurie prekiaavo JAV doleriu. Vienos iš analitinių firmų, „Nanex“, teigimu, JAV doleris nukrito daugiau nei 3% per mažiau nei 4 minutes. Pagrindinės pasaulio valiutos per dieną įprastai pasislenka per 1% ar mažiau, tad toks didelis šuolis per tokį trumpą laiką yra labai neįprastas.

Apibendrinus, tokie staigūs kritimai stipriai įtakoja rinkos būklę, kadangi didžiajai daliai investuotojų jie būna netikėti. Tokie įvykiai dažnai įtakoja bandos jausmo atsiradimą po kurio įvyksta dideli aktyvų išsipardavimai. Pastarieji ypatingai nusmukdo pavienių akcijų vertes. Kadangi pasirinkti analizės metai buvo būtent 2015-2016, tai galėjo įtakoti galutinį rezultatą, kadangi įtrauktų akcijų vidutinės metinės gražos skirtumas nuo neįtrauktų siekė net 40 proc.

6 Priedai

	Simbolis	Įmonė	Sektorius	Įkūrimo metai
1	CHD	Church & Dwight	Vartojimo prekės	1847
2	ILMN	Illumina	Sveikatos apsauga	1998
3	VRSK	Verisk	Pramonė	1971
4	NWS	News Corp (Class B)	Komunikacija	1980
5	UAL	United Airlines Holdings	Pramonė	1967
6	ATVI	Activision Blizzard	Komunikacija	2008
7	AAP	Advance Auto Parts	Ne pirmo būtinumo prekės	1932
8	JBHT	J.B. Hunt	Pramonė	1961
9	UDR	UDR	Nekilnojamasis turtas	1972
10	O	Realty Income	Nekilnojamasis turtas	1969
11	AAL	American Airlines Group	Pramonė	1934
12	EQIX	Equinix	Nekilnojamasis turtas	1998
13	HSIC	Henry Schein	Sveikatos apsauga	1932
14	SWKS	Skyworks Solutions	Informacinės technologijos	2002
15	HCA	HCA Healthcare	Sveikatos apsauga	1968

7 lentelė: Įmonės, įtrauktos į S&P 500 akcijų indeksą 2015 m.

	Simbolis	Įmonė	Sektorius	Įkūrimo metai
1	CNA	CNA Financial Corp	Finansai	1853
2	NBIX	Neurocrine Biosciences	Sveikatos apsauga	1992
3	CAR	Avis Budget Group	Pramonė	1946
4	TTC	The Toro Company	Pramonė	1914
5	AFG	American Financial Group	Finansai	1959
6	WOLF	Wolfspeed	Informacinės technologijos	1987
7	WTRG	Essential Utilities	Komunalinės paslaugos	1968
8	ELS	Equity LifeStyle Properties	Nekilnojamas turtas	1992
9	Y	Alleghany Corp	Finansai	1929
10	GGG	Graco Inc	Pramonė	1926
11	UHAL	Amerco	Pramonė	1945
12	UTHR	United Therapeutics Corp	Sveikatos apsauga	1996
13	RS	Reliance Steel & Aluminum	Žaliavų gamyba	1939
14	DAR	Darling Ingredients	Vartojimo prekės	1882
15	RPM	RPM International	Žaliavų gamyba	1947
16	WSO	Watso	Pramonė	1945
17	FICO	Fair Isaac Corp	Informacinės technologijos	1956
18	RGEN	Repligen Corp	Sveikatos apsauga	1981
19	AZPN	Aspen Technology	Informacinės technologijos	1981
20	CSL	Carlisle Companies	Pramonė	1917
21	AGCO	AGCO Corp	Pramonė	1990
22	EWBC	East West Bancorp	Finansai	1998
23	SRPT	Sarepta Therapeutics	Sveikatos apsauga	1980
24	UNM	Unum Group	Finansai	1848
25	LSI	Life Storage	Nekilnojamas turtas	1982
26	NOV	National Oilwell Varco	Energetika	1841
27	RRX	Regal Rexnord Corporation	Pramonė	1955
28	FLEX	Flex Ltd	Informacinės technologijos	1969
29	JBL	Jabil Inc	Informacinės technologijos	1966
30	MTN	Vail Resorts	Ne pirmo būtinumo prekės	1968

8 lentelė: Įmonės, kurios nėra įtrauktos į S&P 500

```

symbols <- c("CHD", "ILMN", "VRSK", "NWS", "UAL",
             "ATVI", "AAP", "JBHT", "UDR", "O", "AAL",
             "EQIX", "HSIC", "SWKS", "HCA")

itrauktos <- lapply(symbols, function(x) {getsymbols(x, from = "2014/01/01",
                                                    to = "2014/12/31",
                                                    periodicity = "daily",
                                                    auto.assign = FALSE)})

sp_2014 <- lapply(itrauktos, Ad)
sp_2014 <- do.call(merge, sp_2014)

```

6 pav.: Duomenų ištraukimas

```
p0 <- as.numeric(sp_2014$CHD.Adjusted[1])
p1 <- as.numeric(sp_2014$CHD.Adjusted[nrow(sp_2014)])
graza_CHD <- ((p1 - p0) / p0) * 100
```

7 pav.: Akcijos gražos skaičiavimas

```
graza_14_16 <- data.frame(simbolis = c("CHD", "ILMN", "VRSK", "NWS", "UAL", "ATVI", "AAP",
  "JBHT", "UDR", "O", "AAL", "EQIX", "HSIC", "SWKS", "HCA",
  "CNA", "NBIX", "CAR", "TTC", "AFG", "WOLF", "WTRG", "ELS", "Y",
  "GGG", "UHAL", "UTHR", "RS", "DAR", "RPM", "WSO", "FICO", "RGEN",
  "AZPN", "CSL", "AGCO", "EWBC", "SRPT", "UNM", "LSI", "NOV",
  "RRX", "FLEX", "JBL", "MTN"),

  graza_2014 = c(graza_CHD, graza_ILMN, graza_VRSK, graza_NWS, graza_UAL,
    graza_ATVI, graza_AAP, graza_JBHT, graza_UDR, graza_O,
    graza_AAL, graza_EQIX, graza_HSIC, graza_SWKS, graza_HCA,
    graza_CNA, graza_NBIX, graza_CAR, graza_TTC, graza_AFG,
    graza_WOLF, graza_WTRG, graza_ELS, graza_Y, graza_GGG,
    graza_UHAL, graza_UTHR, graza_RS, graza_DAR, graza_RPM,
    graza_WSO, graza_FICO, graza_RGEN, graza_AZPN, graza_CSL,
    graza_AGCO, graza_EWBC, graza_SRPT, graza_UNM, graza_LSI,
    graza_NOV, graza_RRX, graza_FLEX, graza_JBL, graza_MTN),

  graza_2016 = c(graza_CHD2, graza_ILMN2, graza_VRSK2, graza_NWS2, graza_UAL2,
    graza_ATVI2, graza_AAP2, graza_JBHT2, graza_UDR2, graza_O2,
    graza_AAL2, graza_EQIX2, graza_HSIC2, graza_SWKS2, graza_HCA2,
    graza_CNA2, graza_NBIX2, graza_CAR2, graza_TTC2, graza_AFG2,
    graza_WOLF2, graza_WTRG2, graza_ELS2, graza_Y2, graza_GGG2,
    graza_UHAL2, graza_UTHR2, graza_RS2, graza_DAR2, graza_RPM2,
    graza_WSO2, graza_FICO2, graza_RGEN2, graza_AZPN2, graza_CSL2,
    graza_AGCO2, graza_EWBC2, graza_SRPT2, graza_UNM2, graza_LSI2,
    graza_NOV2, graza_RRX2, graza_FLEX2, graza_JBL2, graza_MTN2),

  ar_itraukta = c(rep(1, 15), rep(0, 30)))
```

8 pav.: Duomenų apipavidalinimas

```
graza_14_16_long <-
  graza_14_16 %>% # 'wide' formato duomenys
  tidyr::pivot_longer(cols = c(graza_2014, graza_2016), # abejose info apie gražas dviem laiko momentais
    names_to = "period", # paaimami prieš tai aprašyti pavadinimai ir įrašomi į kintamąjį 'period'
    values_to = "graza") %>% # gražų reikšmės sudedamos į kintamąjį 'graza'
  dplyr::mutate(arPeriodasPo_itraukimo = ifelse(period == "graza_2016", 1, 0))
# sukuriamas dummy kintamasis kintamajam 'period'
```

9 pav.: Duomenų transformavimas iš *wide* į *long* formatą

```
did_long <- lm(graza ~ ar_itraukta + arPeriodasPo_itraukimo + ar_itraukta * arPeriodasPo_itraukimo,
  data = graza_14_16_long) # regresinis DiD modelis

summary(did_long)
```

10 pav.: DiD regresinis modelis (1)

```

Call:
lm(formula = graza ~ ar_itraukta + arPeriodasPo_itraukimo + ar_itraukta *
    arPeriodasPo_itraukimo, data = graza_14_16_long)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-65.38 -15.39   0.24  11.63 121.47

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      16.9192     5.5354   3.057  0.00298 **
ar_itraukta       29.3631     9.5876   3.063  0.00293 **
arPeriodasPo_itraukimo
  0.7883      7.8282   0.101  0.92003
ar_itraukta:arPeriodasPo_itraukimo
-39.4444    13.5589  -2.909  0.00461 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 30.32 on 86 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1419,    Adjusted R-squared:  0.112
F-statistic: 4.742 on 3 and 86 DF,  p-value: 0.004147

```

11 pav.: DiD regresinis modelis (2)

Heteroskedastiškumo hipotezė:

```
lmtest::bptest(did_long)
```

12 pav.: Heteroskedastiškumo testas (1)

```

> lmtest::bptest(did_long)

studentized Breusch-Pagan test

data:  did_long
BP = 6.7906, df = 3, p-value = 0.07888

```

13 pav.: Heteroskedastiškumo testas (2)

```
# Autokoreliacijos testas:|
print(lmtest::dwtest(did_long, alternative = "two.sided"))
```

14 pav.: Autokoreliacijos testas (1)

```
> print(lmtest::dwtest(did_long, alternative = "two.sided"))

Durbin-Watson test

data: did_long
DW = 2.1932, p-value = 0.3036
alternative hypothesis: true autocorrelation is not 0
```

15 pav.: Autokoreliacijos testas (2)

```
# Koreguojamos standartinės paklaidos:
did_long_clustered_se <- coeftest(did_long, vcov = vcovHC(did_long, type = "HC0", cluster = "district"))
# Standartinės paklaidos bei atitinkamos p-reikšmės
print(lmtest::coeftest(did_long, vcov. = did_long_clustered_se))
```

16 pav.: Standartinių paklaidų koregavimas (1)

```
> did_long_clustered_se <- coeftest(did_long, vcov = vcovHC(did_long, type = "HC0", cluster = "district"))
> did_long_clustered_se

t test of coefficients:

              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    16.91917    6.01146   2.8145 0.006055 **
ar_itraukta     29.36306   13.02519   2.2543 0.026717 *
arPeriodasPo_itraukimo  0.78828    7.07300   0.1114 0.911520
ar_itraukta:arPeriodasPo_itraukimo -39.44443  14.18667  -2.7804 0.006669 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> # Standartinės paklaidos bei atitinkamos p-reikšmės
> print(lmtest::coeftest(did_long, vcov. = did_long_clustered_se))

t test of coefficients:

              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    16.919171    4.113292   4.1133 8.899e-05 ***
ar_itraukta     29.363056    3.609043   8.1360 2.808e-12 ***
arPeriodasPo_itraukimo  0.788278    0.333840   2.3612 0.02047 *
ar_itraukta:arPeriodasPo_itraukimo -39.444425    0.081664 -483.0065 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

17 pav.: Standartinių paklaidų koregavimas (2)

```
stargazer::stargazer(did_long_clustered_se, type = "text")
```

18 pav.: DiD regresinis modelis (3)

```
> stargazer::stargazer(did_long_clustered_se, type = "text")
```

```
=====
```

	Dependent variable:
ar_itraukta	29.363** (13.025)
arPeriodasPo_itraukimo	0.788 (7.073)
ar_itraukta:arPeriodasPo_itraukimo	-39.444*** (14.187)
Constant	16.919*** (6.011)

```
=====
```

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

19 pav.: DiD regresinis modelis (4)

```
graza_14_16_long %>%
  dplyr::mutate(period = ifelse(period == "graza_2016", "T1 - Po įtraukimo", "T0 - Prieš įtraukimą"),
    ar_itraukta = ifelse(ar_itraukta == 1, "Įtraukta (D = 1)", "Neįtraukta (D = 0)")) %>%
  dplyr::group_by(period, ar_itraukta) %>% # grupuojama, kad ištraukti grupių vidurkius kiekvienu laiko momentu
  dplyr::mutate(grupes_vid = mean(graza)) %>% # ištraukiami grupių vidurkiai
  ggplot(., aes(x = graza, fill = factor(ar_itraukta))) +
  geom_density(alpha = 0.5) +
  scale_fill_manual(name = " ",
    values = c("#cc0055", "#a7a8aa"),
    labels = c("Įtraukta", "Neįtraukta")) +
  facet_grid(ar_itraukta~period) +
  geom_vline(aes(xintercept = grupes_vid), linetype = "longdash") + # pridama vertikali linija su vidurkiu
  theme_bw() +
  theme(legend.position = "none") +
  labs(x = "Grąža, %",
    y = "Tankis")
```

20 pav.: Tankio sklaidos grafikas

```
graza_14_16_long %>%
  dplyr::group_by(period, ar_itraukta) %>%
  dplyr::mutate(grupes_vid = mean(graza)) %>%
  ggplot(aes(x = arPeriodasPo_itraukimo, y = grupes_vid, color = factor(ar_itraukta))) +
  geom_point() +
  geom_line(aes(x = arPeriodasPo_itraukimo, y = grupes_vid)) +
  scale_x_continuous(breaks = c(0, 1)) +
  scale_color_manual(name = " ",
    values = c("#a7a8aa", "#cc0055"),
    labels = c("Neįtraukta", "Įtraukta")) +
  labs(x = "Laiko periodas", y = "Vidutinė metinė grąža, %", color = "Ar įtraukta") +
  theme_minimal()
```

21 pav.: Geometrinės interpretacijos grafikas

Literatūra

- [1] Kontrafaktinio poveikio vertinimo metodų gairės. http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/fm/failai/Vertinimas_ESSP_Neringos/Kontrafaktiniu_metodu_gaires.pdf, 2013.
- [2] S&P 500: The Gauge of the Market Economy. <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/additional-material/sp-500-brochure.pdf>, 2022.
- [3] The 200 largest U.S. stocks that are not in the S&P 500 Index. <https://stockmarketmba.com/largeststocksnotinthesp500.php>, 2022.
- [4] S. Bankoviča and J. Praņevičs. How does inclusion in an index affect stock prices? 2007.
- [5] Buteikis, Andrius. Autocorrelated (serially correlated) errors. http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/4-8-Multiple-autocorrelation.html.
- [6] Buteikis, Andrius. Heteroskedastic errors. http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/4-7-Multiple-heteroskedastic.html.
- [7] Y. C. Chang, H. Hong, and I. Liskovich. Regression discontinuity and the price effects of stock market indexing. *The Review of Financial Studies*, 28(1):212–246, 2013.
- [8] H. Chen, G. Noronha, and V. Singal. The price response to S&P 500 index additions and deletions: Evidence of asymmetry and a new explanation. *The Journal of Finance*, 59(4):1901–1930, 2003.
- [9] A. Ganti. Adjusted Closing Price. https://www.investopedia.com/terms/a/adjusted_closing_price.asp, 2020.
- [10] M. H. Goedhart and R. Huc. What is stock index membership worth? 2004.
- [11] M. Kasch and A. Sarkar. Is there an S&P 500 index effect? 2012.
- [12] A. W. Lynch and R. R. Mendenhall. New evidence on stock price effects associated with changes in the S&P 500 index. *The Journal of Business*, 70(3):351–383, 1997.

- [13] J. Margaret. Historical Returns. <https://www.investopedia.com/terms/h/historical-returns.asp>, 2022.
- [14] Mitchell, Cory. The two biggest flash crashes of 2015. <https://www.investopedia.com/articles/investing/011116/two-biggest-flash-crashes-2015.asp>, 2021.
- [15] N. Reiff. The Top 25 Stocks in the S&P 500. <https://www.investopedia.com/ask/answers/08/find-stocks-in-sp500.asp>, 2022.
- [16] Vikipedijos straipsnių autoriai. Difference in differences. https://en.wikipedia.org/wiki/Difference_in_differences, 2022.
- [17] Vikipedijos straipsnių autoriai. List of S&P 500 companies. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?>, 2022.