

Vilniaus Universitetas  
Matematikos ir informatikos fakultetas

Kursinis darbas

**Lietuvos akcijų rinkos gražos priklausomybė nuo  
makroekonominių duomenų**

Kursinio vadovas: lektorius dr. Dmitrij Celov

Darbą atliko: Manvydas Sokolovas ir Paulius Kostickis

VILNIUS 2016

# Turinys

<b>1 Santrauka:</b>	<b>2</b>
<b>2 Įvadas:</b>	<b>2</b>
<b>3 Aktyvų įkainojimas</b>	<b>3</b>
3.1 Rizika ir diversifikavimas: . . . . .	3
3.2 Aktyvų įkainojimo modelis (CAPM) . . . . .	3
3.3 Arbitražinė aktyvų įkainojimo teorija (APT) . . . . .	4
<b>4 Duomenų transformacijos</b>	<b>7</b>
<b>5 Duomenų vizualizacija</b>	<b>8</b>
<b>6 Modeliavimas</b>	<b>10</b>
<b>7 Modeliai ir investavimo strategijos</b>	<b>12</b>
<b>8 Literatūros sąrašas:</b>	<b>15</b>
<b>9 Priedai:</b>	<b>16</b>
9.1 Kintamieji . . . . .	16

# 1 Santrauka:

Makroekonominiai rodikliai gali padėti nuspėti ateities verslo ciklą, kuris turi įtakos akcijų pelningumui. Naudojant Lietuvos makro duomenis, matuojamos rizikos premijos, kurios gaunamos už riziką investuojant Lietuvos rinkoje. Makroduomenys iliustruoja Lietuvos ekonominę būklę. Sudarytas „OMX Vilnius“ indekso grąžos įkainojimo ir prognozavimo modelis remiantis arbitražo įkainojimo teorema (angl. APT), siekiant išsiaiškinti, kokie Lietuvos makroekonominiai rodikliai tiesiškai paveikia „OMX Vilnius“ indekso grąžas. Sukurta prekybos strategija naudojant sukurtais prognozavimo ir įkainojimo modeliais ir palyginta su atsitiktiniu investavimu. Tirti mėnesiniai duomenys nuo 2002 iki 2016 metų. Dalis makroekonominių rodiklių yra reikšmingi vertinant indekso kainos pokyčius.

*Darbe naudojami trumpiniai:*

APT – arbitražo įkainojimo teorija (Arbitrage pricing theory)

CAPM – kapitalo įkainojimo modelis (Capital Asset pricing model)

kk – kasyba ir karjerų eksploatacija

mp – mažmeninė prekyba

vp – verslo plėtros aktyvumas per 3 mėnesius

ta – turimos akcijos

ul – užsakymų lūkesčiai

dll – darbo lygio lūkesčiai

mhope – mažmeninės prekybos pasitikėjimas

shope – statybų pasitikėjimas

phope – paslaugų pasitikėjimas

vhope – vartotojų pasitikėjimas

pramhope – pramonės pasitikėjimas

gkl – gamintojų kainų lygis

ip – industrinė produkcija

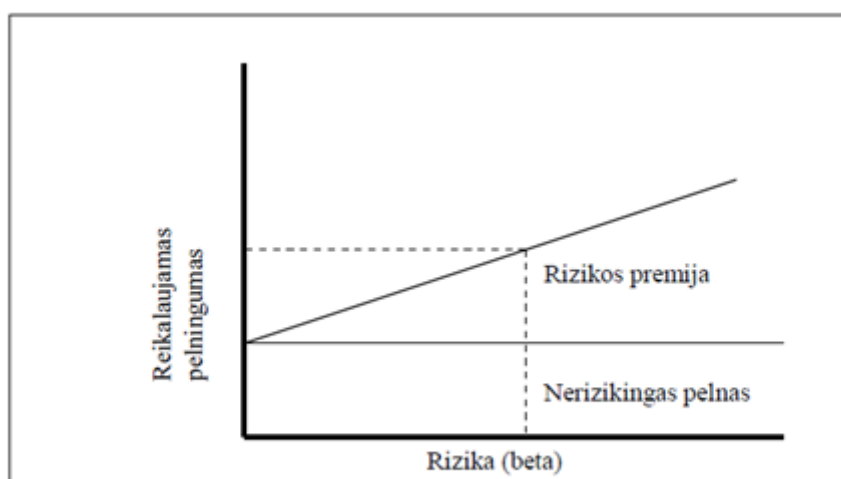
# 2 Įvadas:

Akcijų pokyčiams yra reikšminga ekonomikos būseną. Jei ekonomika auga, tuomet dauguma įmonių padidina savo pelną ir gamybą. Priešingas procesas, kai ekonomika traukiasi. Egzistuoja makroekonominiai rodikliai tokie kaip infliacija, valiutos kursas, palūkanų dydis, kurie gali įvertinti ekonominę būklę, kuri yra svarbi pelningumui iš aktyvų. Todėl galima būtų manyti, jog makroekonominiai rodikliai koreliuoti su aktyvų grąžomis. Tačiau yra atliktas tyrimas Rusijos rinkoje (Paavola Mauri - Tests of the Arbitrage Pricing Theory using Macroeconomic Variables in the Russian Equity Market, 2006-04-26), remiantis arbitražo įkainojimo teorija, kurio tyrimo autorius nesugebėjo rasti reikšmingos makroekonominių duomenų įtakos akcijų grąžoms. O Šri Lankos (Prabath Suranga Morawakage - Relationship between Macro – Economic Variables and Stock Market Performance of Colombo Stock Exchange, 2013-12) ir Indijos (Mishra Sagarika - Do Macro - Economic Variables explain Stock - Market Returns? Evidence using a Semi-Parametric Approach, 2011-10-03) rinkoms atlikti empiriniai tyrimai parodė, jog makroekonominiai rodikliai turi įtakos akcijų grąžai. Todėl nutarta ištirti Lietuvos akcijų rinkos grąžos priklausomybę nuo makro rodiklių remiantis arbitražo įkainojimo teorija (angl. APT) ir iš daugelių rodiklių atrinkti svarbiausius. Kylančiose rinkose daug dažniau pasitaiko neteisingai įkainotų finansinių instrumentų nei išvystytose (efektyviose) rinkose. Lietuvos rinką galime priskirti besivystančiosios rinkos kategorijai ir galbūt tyrimo išvadas, naudojant APT, galima bus praktiškai pritaikyti pelningiau investuojant. Pirmoje dalyje bus pateikta rizikos ir diversifikavimo svarba ir šio tyrimo matuojamas objektas - rizikos premijos. Vėliau aptariamas aktyvų įkainojimo modelis (CAPM) ir arbitražinė aktyvų įkainojimo teorija (APT) bei jų pritaikymas tyrime. Kitoje dalyje parodoma koreliacija tarp rodiklių, sudaromas prognozavimo ir įkainojimo modeliai bei rodiklių reikšmingumo tikrinimas. Turint modelius, bandoma juos panaudoti kuriant pelningesnę nei atsitiktinio investavimo strategiją ir jos patikrinimas remiantis praeities duomenimis.

### 3 Aktyvų įkainojimas

#### 3.1 Rizika ir diversifikavimas:

Investuojant į akcijas, kuo didesnis standartinis nuokrypis, tuo didesnė galimybė prarasti investuotus pinigus. Šiuo atveju rizika bus laikoma standartiniu nuokrypiu. Taigi rizika ir pajamos iš investicijų yra tiesiogiai tarpusavyje susijusios: kuo didesnė rizika, tuo turėtų būti didesnės laukiamas pelnas iš investicijų, kad jos kompensuotų aukštą rizikos lygį. Svarbus tampa reikalaujamas pelningumas – tai mažiausias laukiamas pelnas, kurio yra reikalaujama už investavimą į rizikingą aktyvą. Investuotojas gali rinktis nerizikingą pelną, pirkdamas nerizikingus vertybinius popierius. Ši nerizikinga pelno norma yra minimumas, kurio gali tikėtis investuotojas neprisiimdamas jokios rizikos. Pirkdamas rizikingesnį vertybinį popierių, investuotojas reikalaus rizikos premijos (atpildo už rizikingų vertybinių popierių laikymą. Taigi nerizikinga pelno norma bei rizikos premija sudaro reikalaujamą pelningumą. Ši priklausomybė pavaizduota paveiksle apačioje (figure 1).



Šaltinis: G.Kancerevyčius, 2003, 329p.

Figure 1:

H. Markowitz sukurta portfelio teorija leidžia investuotojams įvertinti riziką ir laukiamas pajamas. Galimą riziką sumažinti, o pelną padidinti, jei bus investuojama į skirtingas įmones, kurių akcijų kainos juda skirtingomis kryptimis. Diversifikacija eliminuoja nesisteminę riziką dėl dviejų priežasčių: atskiros įmonės akcijos sudaro nedidelę dalį portfelyje, todėl poveikis (tiek teigiamas, tiek neigiamas) mažai juntamas. Darbe remiamasi prielaida, jog galime diversifikuoti nesisteminę riziką, todėl bus tirama tik sisteminės rizikos teikiamas premijas.

#### 3.2 Aktyvų įkainojimo modelis (CAPM)

Remiantis H. Markowitz sukurta portfelio teorija, buvo sukurtas teorinis aktyvų įkainojimo modelis (angl. CAPM). Vienas iš šio modelio kūrėjų William Sharpe Nobelio premiją 1990 m. Šis modelis yra svarbus tuo, jog yra pirmasis modelis, kuris turi aiškų pagrindimą, galima empiriškai testuoti ryšį tarp laukiamo pelno ir rizikos konkurencinėje rinkoje. Nors šio modelio prielaidos yra labai griežtos, dažnai neatitinkančios realaus gyvenimo. Nepaisant to, vis tiek bandoma testuoti modelį su realiais duomenimis ir galima įvertinti apytiksles sisteminės rizikos premijas remiantis praeities duomenimis. CAPM nedviprasmiškai tvirtina, kad vertybinio popieriaus kovariacija su rinkos portfeliu – vienintelis tikras investicinės rizikos šaltinis gerai diversifikuotam portfeliui. Jos formulė:

$$E(Y) - rf = \beta \times X$$

čia  $E(Y)$  - vidutinė akcijos grąža,  $rf$  - nerizikingo aktyvo grąža,  $\beta$  - aktyvo rizikingumo jautrumas,  $X$  - visos rinkos grąža.

Pagal CAPM, akcijos tikėtinos grąžos premija priklauso nuo rinkos rezultatų ir specifinės sisteminės rizikos nuo rinkos jautrumo dydžio.

Prielaidos yra tokios:

Visi investuotojai vengia rizikos, kuri lygi portfelio pajamų (pelno) normos vidutiniam kvadratiniam nuokrypui.

Visi investuotojai turi vienodą laiko horizontą (pvz., vienas mėnuo, dveji metai) investiciniam sprendimui priimti.

Visi investuotojai turi vienodą subjektyvų įvertį apie būsimą kiekvieną vertybinio popieriaus pelną ir riziką.

Rinkoje egzistuoja nerizikingoji investicija į turtą, ir kiekvienas investuotojas gali skolintis arba skolinti neribotą jo kiekį su nerizikingąja palūkanų norma.

Į visus vertybinius popierius kapitalą galima investuoti norimu santykiu, nėra išlaidų už sandorius, mokesčių bei apribojimų nepadengtajam pardavimui.

Laisvai prieinama ir vienodai galima informacija apie investicijas visiems investuotojams.

Kapitalo rinkos yra pusiausvyroje

Teorijos naudojimas ir jos interpretacija aptariama pasitelkiant šį brėžinį:

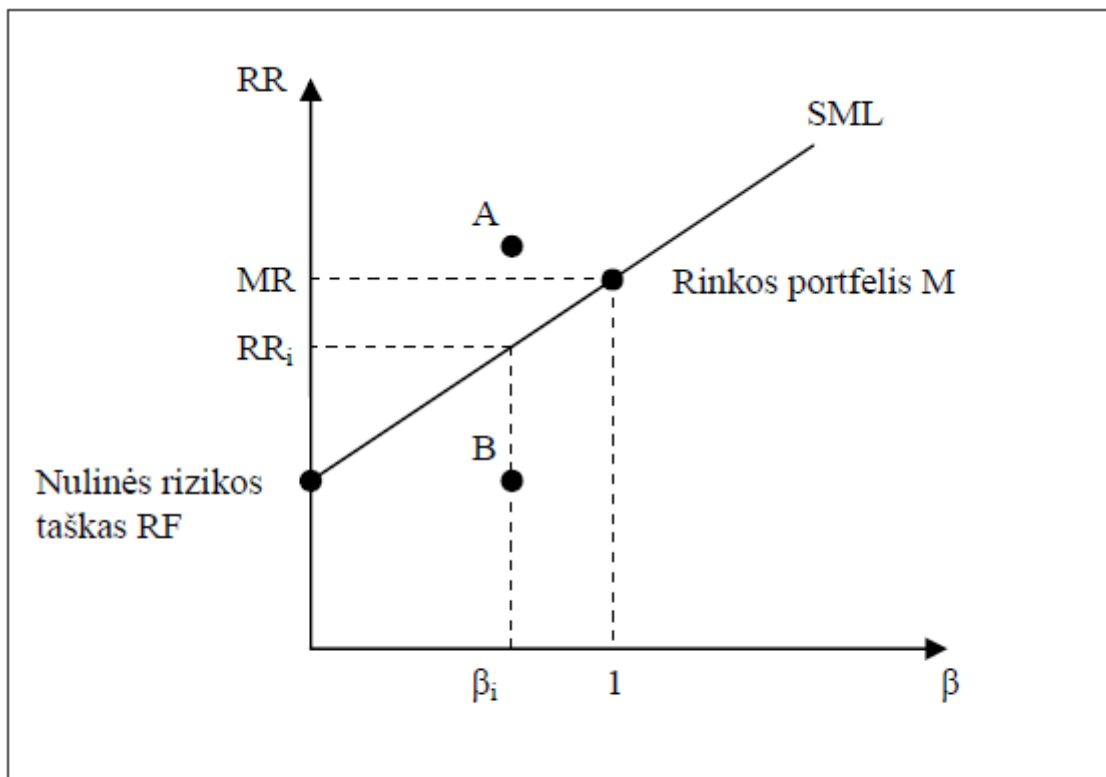
Taške RF rizikos laipsnis lygus 0. Jei vertybinis popierius yra virš vertybinių popierių rinkos tiesės SML (taškas A), tai reiškia, kad jis neįvertintas. Ir atvirkščiai, jei vertybinis popierius yra žemiau SML, tai reiškia, kad jis pervertinamas (taškas B). Nors pagal teoriją tokia situacija neturėtų kilti (kad A taškas yra aukščiau SML tiesės), virš SML esančius aktyvus galėtume pirkti ilguoju laikotarpiu, nes jie yra pervertinti. Šiuo principu remsimės ir šiame darbe: bandysime įkainoti kito mėnesio aktyvą ir jei prognozuojama grąža yra didelė, bus perkamos OMX Vilnius indekso pozicijos ir bus tikimasi uždirbti daugiau nei vidutinė mėnesinė grąža. Tačiau modelis sudaroma bus pagal Arbitražinė aktyvų įkainojimo teoriją, kuri bus aptarta vėliau. Jos interpretacijos negalima paaiškinti Dekarto koordinatų sistema, nes egzistuoja daugiau rizikos faktorių.

CAPM atveju beta(rizikos veiksnys) yra pasirenkamas tos pačios rinkos indeksas, nes rinkos indeksas reprezentuoja visos rinkos portfelį, kurį turėtų būti optimalu pirkti. Kaip minėta anksčiau, prielaidos nėra realistiškos, tačiau ši teorija svarbi interpretuojant riziką, akcijų pelningumą.

### 3.3 Arbitražinė aktyvų įkainojimo teorija (APT)

Kadangi yra tiriamas rizikingumas investuojant Lietuvos rinkoje naudojant makro duomenis, rizikos faktorių bus ne vienas kaip CAPM atveju, o daugiau. Tačiau CAPM yra svarbus tuo, kad jo pagrindu buvo kuriami ir tobulinami kiti aktyvų įkainojimo modeliai, kurie galėjo turėti mažiau apribojimų ir prielaidų, taip pat turėti ir daugiau įtakojančių rodiklių. Vienas iš patobulintų CAPM yra arbitražinė aktyvų įkainojimo teorija (angl. APT). 1966 m. atsirado pirmosios arbitražo įkainojimo teorijos idėjos, kai B. F. King (1966) pradėjo finansinių aktyvų grąžos pokyčius aiškinti ekonominiais duomenimis. Tačiau APT teorijos kūrėju yra laikomas S. A. Ross (1976), kuris pateikė teorijai reikiamas prielaidas ir matematiškai pagrindė koncepciją. Šios teorijos pagrindas yra panašus, kaip ir CAPM, t. y. investuotojai reikalauja rizikos premijos už nediversifikuotos (sisteminės) rizikos prisiėmimą. Tačiau norint praktiškai pritaikyti APT, reikia: apibrėžti faktorius, įvertinti tų faktorių įtaką portfeliui, įvertinti faktoriaus premiją. APT neatsako į klausimus apie faktorių gausumą ir svarbumą, į kuriuos turi būti atsižvelgta vertinant laukiamas pajamas. Dažniausiai išskiriama nuo 3 iki 5 tokių veiksnių. Jos formulė:

$$E(Y) - rf = \beta \times X_1\beta_1 + X_2\beta_2$$



Šaltinis: V.Sakalauskas, 2003, p.125

#### 4 pav. Kapitalo kainos modelis

Figure 2:

Šis aktyvų įkainojimo modelis yra grindžiamas tuo, jog aktyvo premijinį pelningumą galima numatyti naudojant analizuojamo aktyvo ir daugelio įprastų rizikos faktorių tarpusavio ryšį. Nenurodoma kokie būtent faktoriai yra svarbūs rizikos premijai, tačiau sukurta S. Ross (1976) arbitražo įkainojimo teorija numato ryšį tarp portfelio pelningumo pasitelkiant daugelio nepriklausomų kintamųjų (makroekonominių faktorių, tokių kaip infliacija, ekonomikos augimas, tarptautinės gamybos apimtis, palūkanų normos ir t.t.) tiesinę kombinaciją. Darbe bus tiriamas įvairių makroekonominių rodiklių reikšmingumas grąžom ir gebėjimas prognozuoti grąžas remiantis praeities duomenimis. Taigi pasitelkiant šią įkainojimo teoriją, bus siekiama pasipelnėti iš gerai įvertintos kito mėnesio OMX Vilniaus indekso grąžos. Neteisingai įkainoto aktyvo kaina skirsis nuo tos, kuri nustatoma šio modelio dėka. Tokiu būdu investuotojai, norintys pasinaudoti arbitražu ir gauti faktiškai nerizikingą pelną, sieks palaikyti trumpas pervertinto aktyvo pozicijas ir kartu laikyti ilgas portfelio (kurio pagrindu yra atliekami APT skaičiavimai) pozicijas.

Taip pat APT prielaidos yra paprastesnės už CAPM, tačiau vis tiek yra ginčytinos ir negalime teigti, jog realistiškos.

APT taikymo prielaidos: 1) finansų rinkos apibūdinamos kaip tobulos ir efektyvios; 2) apibrėžtumo atveju investuotojai visada teiks pirmenybę didesnio pelningumo portfeliui; 3) egzistuoja tam tikros svarbios sisteminės rizikos, kurios tiesiškai veikia aktyvų pelningumą, t. y. aktyvų pelningumus generuojantį stochastinį procesą galima išreikšti kaip  $n$  rizikos faktorių ar indeksų tiesinę kombinaciją; be to, investuotojai tas rizikas suvokia ir gali įvertinti aktyvo jautrumą toms rizikoms; 4) ekonomikoje yra agresyvių investuotojų, kurie išnaudos aktyvų numatomų pelningumų skirtumus pasinaudodami arbitražu.

Iliustracija (figure 2):

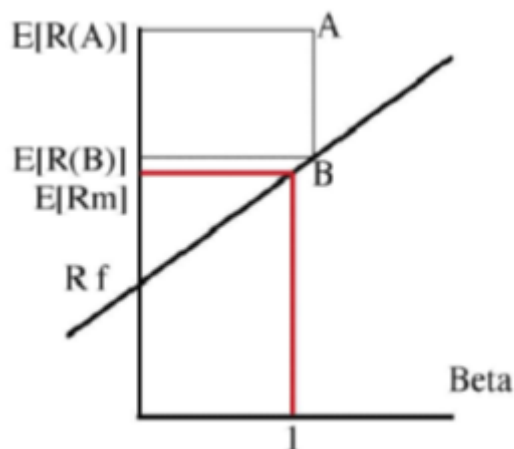


Figure 3:

paveiksle Juoda tiesė B yra S&P 500 indekso vertybinių popierių rinkos tiesė (SML), taškas A yra portfelis, kuris yra aukščiau tiesės. Kai rinka pasiekusi pusiausvyrą, remiantis CAPM tokia situacija neįmanoma, nes galimas tik vienas visiems prieinamas optimalus portfelis. Tačiau pavaizduota situacija yra praktiškai galima. Pagal APT tokia situacija galima, kai yra daugiau rizikos veiksnių nei įskaičiuota modelyje.

Taigi investuotojai pasitelkia šią įkainojimo teoriją, siekdami pasipelnėti iš neteisingai įvertintų (dažniausiai nepakankamai įvertintų) aktyvų. Tačiau neteisingai įkainoto aktyvo kaina skirsis nuo tos, kuri nustatoma šio modelio dėka. Tokiu būdu investuotojai, norintys pasinaudoti arbitražu ir gauti faktiškai nerizikingą pelną, sieks palaikyti trumpas pervertinto aktyvo pozicijas ir kartu laikyti ilgas portfelio (kurio pagrindu yra atliekami APT skaičiavimai) pozicijas.

Jei APT prielaidos patenkinamos, tuomet laukiami pelningumai bus išsidėstę arti SML, o aktyvas turės tiek rizikos charakteristikų, kiek yra veiksnių. APT teorijos prielaidos yra artimesnės realybei negu CAPM, nes ne visi investuotojai elgiasi vienodai rinkoje, net jei jų elgsena grindžiama racionalumu, t. y. APT nereikalauja CAPM prielaidų tenkinimo dėl investuotojų naudingumo funkcijų. Be to, ne kiekvienas investuotojas yra

linkę turėti rinkos portfelį kaip vienintelę alternatyvą, t. y. APT nereikalauja CAPM prielaidos tenkinimo dėl rinkos portfelio savybių (kad jis apima visus rizikingus aktyvus ir yra efektyvus vidurkio-dispersijos prasme). Naudodami Lietuvos makro duomenis, matuojama rizikos premijos, kurios gaunamos už riziką investuojant Lietuvos rinkoje. Makroduomenys iliustruoja Lietuvos ekonominę būklę.

## 4 Duomenų transformacijos

Duomenys naudojami nuo 2002 metų iki 2016 metų, ankstesnių duomenų nepavyko išgauti.

OMX Vilnius indeksas transformuojamas į mėnesinius procentinius pokyčius:  $r(t) = (\log(X(t)) - \log(X(t-1))) \times 100$ , čia  $X(t)$  - OMX indekso mėnesinė kaina nuo laiko (mėnesio)  $t$ ,  $r(t)$  yra indekso mėnesinis pokytis procentais. Tokiu pačiu būdu gaunama kitų akcijų indeksų grąža logaritmuojant ir imant pokyčius S&P350 Europe indeksų kainas, kasybos ir karjerų eksploatacijos, mažmeninės prekybos, industrinės produkcijos indeksus. Visi logaritmuoti duomenys padauginami iš šimto, kad pokytis būtų interpretuojamas procentais. Euribor buvo pateiktas metinėmis palūkanomis, transformuojami į mėnesines palūkanas. Dolerio/euro valiutų kursas, pasitikėjimo ir lūkesčių rodikliai yra imami mėnesiniai pokyčiai.

Tikrinami duomenys po transformacijų ar turi vienetinę šaknį (stacionarumo tikrinimas), atliekamas Dickey-Fuller testas:

	p
OMX	0.01
SP350	0.01
SP500	0.01
kk	0.01
dll	0.01
nedarbas	0.01
infliacija	0.52
mhope	0.01
phope	0.01
pramhope	0.01
shope	0.01
ta	0.01
ul	0.01
vhope	0.01
vp	0.01
mp	0.01
palukanos	0.01
gkl	0.01
ip	0.01
kursas	0.01

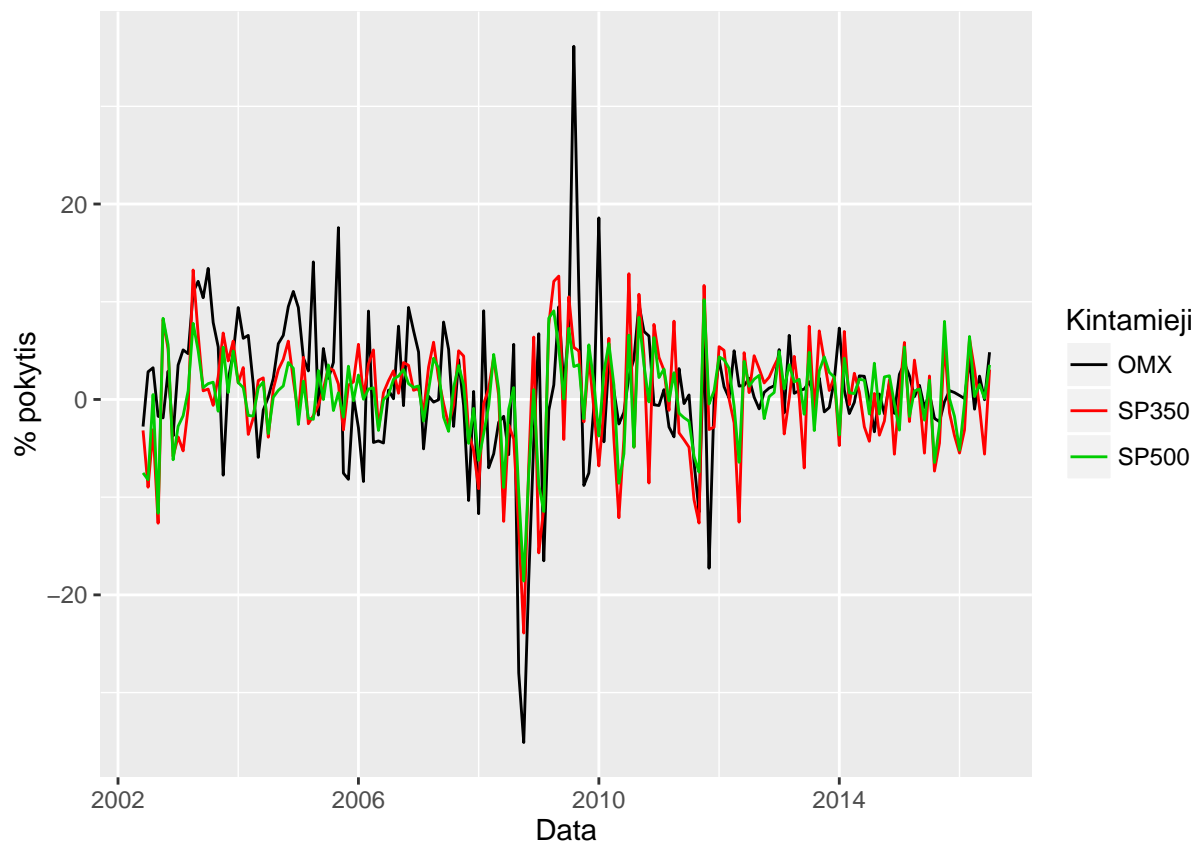
- Visų kintamųjų, išskyrus infliaciją, p - value mažiau už 0.05, galime atmesti  $H_0$ , kad turi vienetinę šaknį, visi kintamieji, išskyrus infliaciją, yra stacionarūs.



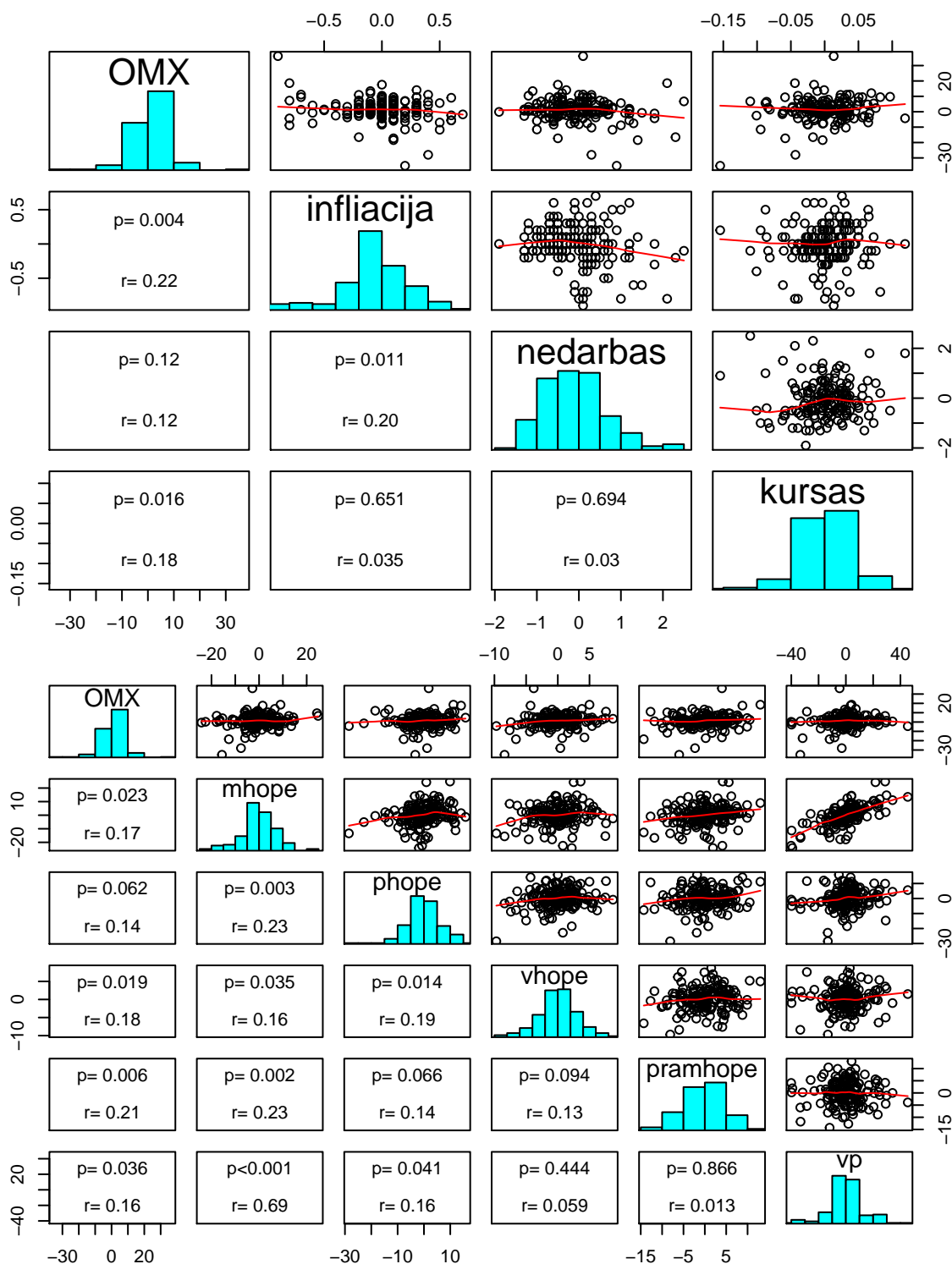
## 5 Duomenų vizualizacija

S&P350 Europe indeksas yra įtraukiamas, remiantis CAPM. Galima teigti, jog OMX Vilniaus indeksas yra stipriai susijęs su S&P350 indeksu ir šis indeksas gerai apibūdina sisteminę riziką kaip ir kitoms Europos rinkoje esančioms akcijoms. Pagal CAPM turėtų matytis koreliacija tarp OMX Vilniaus indekso ir S&P 350 Europe. Koreliacija aiškiai matoma grafike. Tai patvirtina, jog reikėtų bandyti įtraukti Europos indeksą aiškinant grąžų premijos riziką.

Akcijų indeksų mėnesiniai procentiniai pokyčiai:



Kintamųjų koreliacija su OMX Vilnius.  $r$  - koreliacijos koeficientas,  $p$  - koreliacijos reikšmingumas:



- Kaip ir buvo tikėtasi tarp kintamųjų ir OMX Vilnius rasta nestipri koreliacija, tačiau reikšminga.

## 6 Modeliavimas

Modelis:

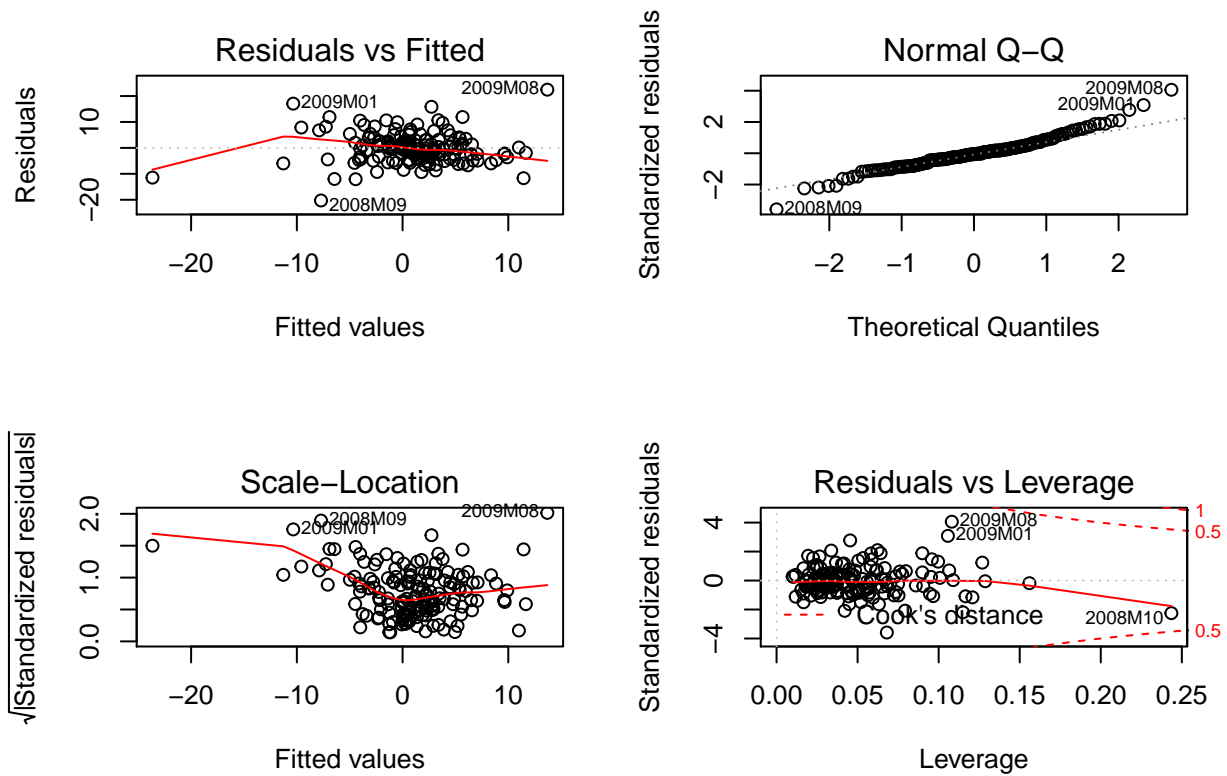
	koeficientai	standartinis nuokrypis	koeficientu t reikmes	p reiksme	R kvadratas
(Intercept)	1.19	0.48	2.51	0.01	0.4
SP350	0.50	0.08	5.88	0.00	-
lag(phope, 12)	0.13	0.07	1.91	0.06	-
lag(ul, 10)	0.05	0.02	2.37	0.02	-
lag(mhope, 3)	0.22	0.06	3.37	0.00	-
lag(gkl, 9)	-1.55	0.42	-3.73	0.00	-
lag(ip, 11)	-0.18	0.08	-2.41	0.02	-
lag(kursas, 2)	35.93	11.76	3.06	0.00	-

Heteroskedastiškumo korekcija:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.1925570	0.5149958	2.315663	0.0219317
SP350	0.4973262	0.1401397	3.548790	0.0005171
lag(phope, 12)	0.1341925	0.0765816	1.752281	0.0817689
lag(ul, 10)	0.0543938	0.0228314	2.382414	0.0184526
lag(mhope, 3)	0.2169351	0.1057979	2.050467	0.0420597
lag(gkl, 9)	-1.5498276	0.5150598	-3.009024	0.0030751
lag(ip, 11)	-0.1843890	0.0779975	-2.364036	0.0193582
lag(kursas, 2)	35.9277900	12.9406997	2.776341	0.0061986

```
## $r.squared
## [1] 0.3982919
```

Kintamiesiems atrinkti ankstiniai(lag'ai) pagal didžiausią kryžminę koreliaciją su OMX Vilnius indekso grąžomis. Sudarytas modelis iš daugybės kintamųjų ir atliktas stepAIC. Didelė dalis makroekonominių duomenų buvo nereikšmingi, tačiau aptikome ir keletą reikšmingų kintamųjų. Modelis paaiškina apie 34 procentų OMX Vilnius indekso grąžos pokyčių.



Tikrinama autokoreliacija:

```
##
## Box-Ljung test
##
## data: modelis$res
## X-squared = 0.61658, df = 1, p-value = 0.4323
```

Tikrinamas normalumas paklaidų:

```
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: modelis$residuals
## W = 0.96647, p-value = 0.0006971
```

## 7 Modeliai ir investavimo strategijos

Tarkime  $t$  žymi mėnesį nuo pirmo matavimo mėnesio iki 169-to mėnesio,  $t$  yra sveikas skaičius nuo 1 iki 169. Vertinant kito mėnesio OMX Vilniaus grąžas, t.y. laiko momentui  $t+1$ , modelyje kintamųjų duomenys gali būti vėliausias  $t$  laiko momento, nes turi būti žinomi rodiklių duomenys  $t$  laiko momentu. Duomenų pavėlinimus renkantis pagal kryžminę koreliaciją ir atrinkus reikšmingus kintamuosius pagal step AIC, gaunamas toks modelis:

$$1) (r(t+1)=)OMX(t+1)(\text{hat}) = \text{beta1 SP350} + \text{beta2 phope}(t-11) + \text{beta3 ul}(t-9) + \text{beta4 mhope}(t-2) + \text{beta5 gkl}(t-8) + \text{beta6 ip}(t-7) + \text{beta7 kursas}(t-1)$$

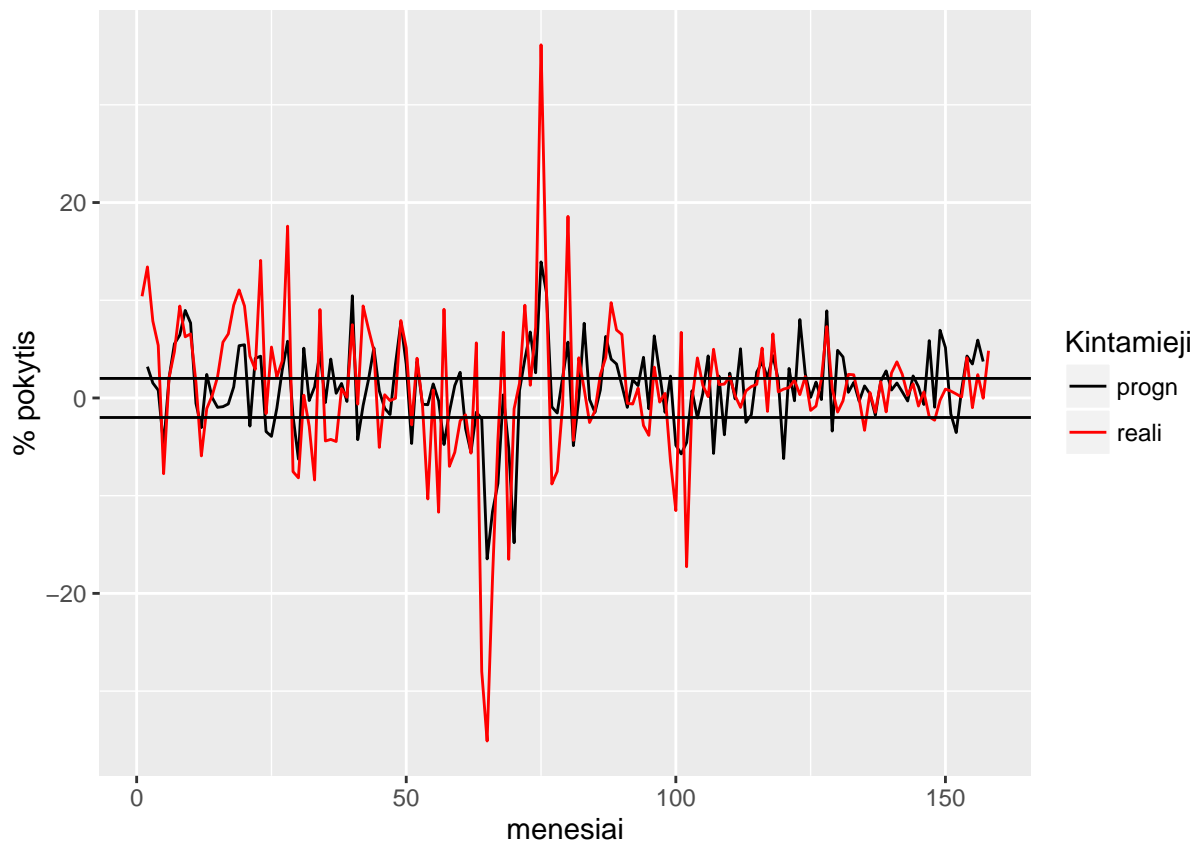
Šio mėnesio grąžos įvertinimas yra panašus kaip ir modelio nr. 1), tačiau šiuo atveju naudojamas nepavėlintas : 2)  $(R(t)=) OMX(t)(\text{hat}) = \text{beta1 SP350} + \text{beta2 phope}(t-12) + \text{beta3 ul}(t-10) + \text{beta4 mhope}(t-3) + \text{beta5 gkl}(t-9) + \text{beta6 ip}(t-8) + \text{beta7 kursas}(t-2)$

Šių modelių prognozių grafikas remiantis modeliu ir tuo metu turima intimi (prognozuojama  $t+1$ -ojo mėnesio grąža iš  $t$  mėnesių). Linijos eina ties -2 ir +2 % grąža.

Prognozuojama ir reali akcijų grąža:

```
## Warning in cbind(progn, data3$OMX[13:length(data3$OMX)]): number of rows of  
## result is not a multiple of vector length (arg 1)
```

```
## Warning: Removed 2 rows containing missing values (geom_path).
```



Kadangi yra modeliai, remiantis jais bus bandoma investuoti. Čia aprašoma galimos investavimo strategijos, į mokesčius bus neatsižvelgiama. Pirma strategija: tarkime dabar  $t$  mėnesis ir turimi mėnesio  $t$  ir ankstesnių

mėnesių duomenys, prognozuojama  $t+1$  mėnesio grąža pagal modelį (įvertinį) nr. 1), gaunamas įvertis  $r(t+1)$ . Modelio koeficientai (betos) prie kintamųjų įvertinamos mažiausių kvadratų metodu iš turimų duomenų laiko momentu  $t$ . Jei  $r(t+1) > 2$  (matuojama %), tai tada bus perkama OMX Vilnius indeksas  $t$  laiko momentu ir parduodama  $t+1$  laiko momentu, tikroji grąža bus lygi  $OMX(t+1)$ . Bandoma atlikti tik pelningesnius pirkimus prognozuojant  $t+1$  grąžą, todėl įvertis ne tik teigiamas turi būti, bet ir didesnis už pasirinktą skaičių, šiuo atveju už 2%.

Antra strategija: tarkime dabar yra  $t$  mėnesis ir turimi  $t$  mėnesio ir ankstesnių mėnesių duomenys, prognozuojama  $t+1$  mėnesio grąža pagal modelį nr. 1), gaunamas įvertis  $r(t+1)$ . Modelių koeficientai (betos) gaunamos mažiausių kvadratų metodu iš turimų duomenų  $t$  laiko momentu. Tada skaičiuojamas  $t$  mėnesio (dabartinio mėnesio) įvertis pagal modelį (įvertinį) nr. 2), įvertį žymėkime  $R(t)$ . Tikrąsias grąžų reikšmes  $t$  laiko momentu žymimos bus  $OMX(t)$ . Jei  $R(t) \geq OMX(t)$  ir  $r(t+1) > 1$  arba  $R(t) < OMX(t)$  ir  $r(t+1) > 4$  tada bus perkama OMX Vilnius indeksas  $t$  laiko momentu ir parduodama  $t+1$  laiko momentu, tikroji grąža bus lygi  $OMX(t+1)$  (matuojama %). Šios strategijos prasmė: kai manome, jog per maža šio mėnesio grąža, galime manyti, jog galbūt buvo blogai įkainotas indeksas, tuomet mes mažesnio reikalausime prognozuojamos grąžos kitam mėnesiui, nes tikėsime, kad OMX Vilnius yra šiek tiek nuvertintas. O jeigu šio mėnesio grąža didesnė negu modelio įvertinta grąža, pirkimas būtų atsargesnis, t.y. bus reikalaujama didesnės prognozuojamos grąžos, kad įvykdyti pirkimą.

Pirmos strategijos pelningumas, kai nuo  $k$ -tojo imties mėnesio prognozuojamas  $k+1$  mėnesio grąža ir naudojama strategija. Čia  $k$  sveikasis skaičius mažesnis už 169 (visų turimų duomenų skaičius). Tada imama  $k+1$  imtis ir prognozuojama  $k+2$  mėnesio grąža ir naudojama pirkimo strategija ir t.t. kol pasiekiamas 169 mėnesis. Jeigu  $k$ -tojo mėnesio indeksas perkamas, tuomet  $OMX(k)$  sumuojama. Skaitoma, kad perkama su vienodu pinigų kiekiu kiekviename pirkime, taigi grąžų suma bus turto prieaugis procentais. Rezultatas:

pradinis imties dydis	strategijos premijinė grąža	pirkimu skaičius
30	160.033	67
70	87.646	43
100	28.192	30
130	13.993	16
140	2.481	11
150	4.225	9

Pradinis imties dydis anksčiau buvo vadintas  $k$ -tuoju mėnesiu strategijos pritaikymo apraše.

Sąlygos tokios pačios kaip ir pirmajai strategijai, antros strategijos pelningumo rezultatai:

pradinis imties dydis	strategijos grąža	pirkimu skaičius
30	184.520	63
70	118.885	43
100	37.086	31
130	18.371	18
140	8.745	13
150	10.489	11

Matome, jog pelnas didesnis su antrąja strategija, taip pat ir daugiau pirkimų buvo atlikta.

Dabar testuojama ar su strategija yra pelningiau pirkti nei atsitiktinai. Bus generuojami pirkimai monte carlo metodu ir atsitiktiniams pirkimams bus taikomos tokios pat sąlygos: pirkimų skaičius toks pat kaip ir strategijos, atsitiktinai gali būti atliktas pirkimas, jei buvo galimybė pirkti tuo laikotarpiu su strategija. Rezultatas:

pradinis imties dydis	strategijos premijine graza	vidutine atsitiktinio pirkimo premijine graza	tikimybe, kad geriau uz
30	184.520	34.981	
70	118.885	2.393	
100	37.086	20.733	
130	18.371	15.299	
140	8.745	8.916	
150	10.489	7.440	

Strategija geriau pasirode nei atsitiktinis investavimas.

## 8 Literatūros sąrašas:

- 1) „Tests of the Arbitrage Pricing Theory using Macroeconomic Variables in the Russian Equity Market“  
- Mauri Paavola: [link](#)
- 2) „Introductory Econometrics for Finance“ - Chris Brooks
- 3) „Relationship between Macro – Economic Variables and Stock Market Performance of Colombo Stock Exchange“ - Prabath Suranga Morawakage: [link](#)
- 4) „Do Macro - Economic Variables explain Stock - Market Returns? Evidence using a Semi-Parametric Approach“ - Sagarika Mishra: [link](#)
- 5) „The Capital Asset Pricing Model: An Application of Bivariate Regression Analysis“ - University of Pennsylvania.
- 6) „Vertybinių popierių rizikos ir pelningumo modelių įvertinimas“ - Aistė Launagaitė



## 9 Priedai:

### 9.1 Kintamieji

Darbe naudojami mėnesiniai duomenys nuo 2002 metų birželio iki 2016 metų liepos. Duomenys gauti iš Eurostat ir Europos Centrinio Banko svetainių. Susiduriama su mėnesinių rodiklių trūkumu: BVP, gyventojų pajamos, pinigų paklausa yra ketvirtiniai duomenys. Taip pat žvelgiant pasauliniu mastu, Vilniaus akcijų birža yra smulki, o akcijų likvidumas čia taip pat žemas. Nepaisant šių problemų, buvo rasta koreliacija tarp kai kurių makroekonominių duomenų ir OMX Vilnius indekso gražų.

- S&P 350 Europe - tai indeksas sudarytas iš 350 didžiausių Europos imonių akcijų.
- S&P 500 - tai indeksas sudarytas iš 500 didžiausių Amerikos imonių akcijų.
- Euribor 3 mėnesių - palūkanų norma už kurią Europos bankai skolina pinigus vieni kitiems trijų mėnesių laikotarpiui.
- JAV dolerio ir Euro valiutos kursas.
- Nedarbas - darbingų nedirbančių žmonių skaičius 1000 žmonių.
- Pramonės gamintojų kainos - matuoja vidutinę kainų raidą, visų produktų bei paslaugų iš pramonės sektoriaus ir parduotų vidinėje rinkoje. Procentinis pokytis nuo praeito mėnesio.
- Infliacija - 12 mėnesių infliacija apskaičiuota pagal mažmeninės prekybos indeksą.
- Industrinė produkcija - indeksas matuoja produkcijos kiekį nuo gamybos, kasybos, elektros ir dujų pramonės. Atskaitiniai metai 2010 (2010m. indeksas = 100).
- Darbo lygio ir užsakymų lūkesčiai - mėnesinės apklausos, teigiamų ir neigiamų atsakymų santykis.
- Pasitikėjimo indikatoriai - pramonės, mažmeninės prekybos, vartotojų, paslaugų, statybų. Tai yra apklausų teigiamų ir neigiamų atsakymų santykis.
- Mažmeninė prekyba, išskyrus variklinių transporto priemonių ir motociklų prekybą- indeksuotas rodiklis (2010m indeksas = 100).