

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>Santrauka</b>	<b>2</b>
<b>Įvadas</b>	<b>2</b>
<b>Teorija</b>	<b>2</b>
Rizika ir diversifikavimas . . . . .	2
Aktyvų įkainojimo modelis . . . . .	3
Arbitražinė aktyvų įkainojimo teorija (APT) . . . . .	4
<b>Duomenys</b>	<b>5</b>
Duomenų transformacijos . . . . .	5
Duomenų vizualizacija . . . . .	6
<b>Modeliavimas</b>	<b>9</b>
<b>Literatūra</b>	<b>10</b>
<b>Priedai:</b>	<b>11</b>

# Santrauka

Makroekonominiai rodikliai gali padėti nuspėti ateities verslo ciklą, kuris turi įtakos akcijų pelningumui. Sudarytas „OMX Vilnius“ indekso grąžos prognozavimo modelis naudojant arbitražo įkainojimo teoremą (angl. APT), siekiant išsiaiškinti, kokie Lietuvos makroekonominiai rodikliai tiesiškai paveikia „OMX Vilnius“ indekso grąžas. Sukurta pelninga strategija remiantis Lietuvos makro rodikliais 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*

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

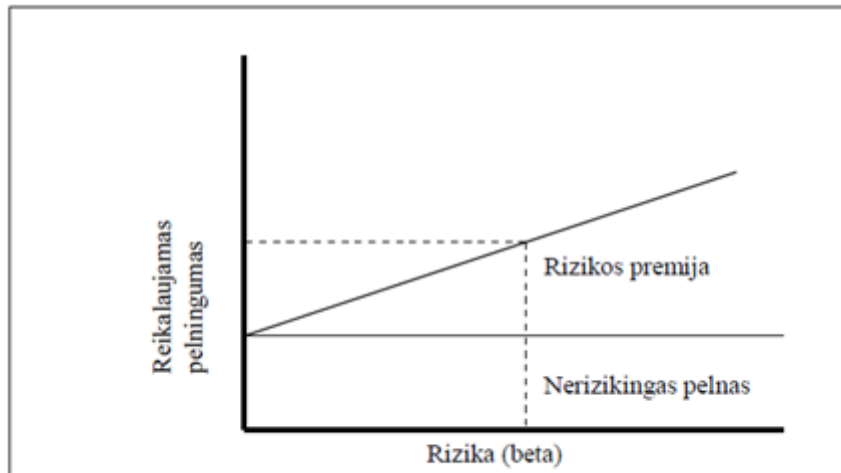
## Įvadas

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 paaiškinti akcijų grąžas. Tačiau yra atliktas tyrimas Rusijos rinkoje, remiantis arbitražo įkainojimo teorija, kurio tyrimo autorius nesugebėjo rasti reikšmingos makroekonominių duomenų įtakos akcijų grąžoms. O Šri Lankos ir Indijos 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 pelningai investuojant.

## Teorija

### 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 laukiamos 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 rizikingesnę vertybinę 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.



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 tiriama tik sisteminės rizikos teikiamas premijas.

## Aktyvų įkainojimo modelis

CAPM – teorinis aktyvų įkainojimo modelis, nustatantis ryšį tarp laukiamo pelno ir rizikos konkurencinėje rinkoje. Nors šio modelio prielaidos yra labai griežtos, dažnai neatitinkančios realaus gyvenimo, yra bandoma testuoti modelį su realiais duomenimis.

Prielaidos yra tokios:

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

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.

Nusistovėjusi kapitalo rinkos pusiausvyra, t.y. rinkos kainos yra kliringo kainos (kainos, pagal kurias vykdomi kasdieniniai atsiskaitymai kliringo kontoroje).

CAPM atveju dažniausiai beta(rizikos veiksnys) yra pasirenkamas tos pačios rinkos indeksas. Prielaidos nėra realistiškos, tačiau ši teorija svarbi interpretuojant riziką, akcijų pelningumą.

## Arbitražinė aktyvų įkainojimo teorija (APT)

CAPM pagrindu buvo kuriami ir tobulinami kiti aktyvų įkainojimo modeliai, kurie galėjo turėti mažiau apribojimų ir prielaidų, taip pat turėti ir daugiau įtakojančių rodiklių. Viena 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 arbitražo įkainojimo teorijos naudingumas yra tas, jog galima įtraukti kitus sisteminės rizikos šią darbe yra tas, jog galime iširti. Taip pat APT prielaidos yra paprastesnės ir realistiškesnės.

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.

Šios prielaidos bus taikomos modelyje. Iliustracija:

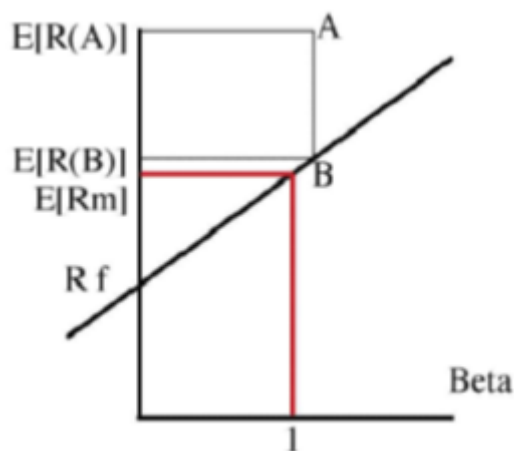


Figure 2:

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. A portfelio grąžos vidurkis gali būti didesnis nei SML grąžos vidurkis fiksuotam Beta dydžiui.

Šis aktyvų įkainojimo modelis yra grindžiamas tuo, jog aktyvo pelningumą galima numatyti naudojant analizuojamo aktyvo ir daugelio įprastų rizikos faktorių tarpusavio ryšį. Sukurta S. Ross (1976) arbitražo įkainojimo teorija numato ryšį tarp atskiro aktyvo pelningumo ir portfelio pelningumo pasitelkiant daugelio nepriklausomų kintamųjų (makroekonominių faktorių, tokių kaip infliacija, ekonomikos augimas, tarptautinės gamybos apimtys, palūkanų normos ir t.t.) tiesinę kombinaciją. APT paaiškina aktyvo kainą, kai tikėta, kad aktyvas yra neteisingai įkainotas. Tuo tikslu naudojami rizikingo aktyvo pelningumas ir keleto makroekonominių faktorių rizikos premijos. Taigi investuotojai pasitelkia šią įkainojimo teoriją, siekdami pasipelninti 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 faktorių. APT teorijos prielaidos yra artimesnės realybei, 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 linkęs 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). Juk rinkoje yra ir kitų rizikingų aktyvų, t. y. kapitalo rinkose daug agresyvių investuotojų. Ši prielaida patvirtinama 1 pav. duomenimis. Naudodami Lietuvos makro duomenis, matuojame rizikos premijas, kurias gauname už riziką investuojant Lietuvos rinkoje. Makroduomenys iliustruoja Lietuvos ekonominę būklę.

## Duomenys

### Duomenų transformacijos

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

OMX Vilnius indeksas transformuojamas į mėnesinius procentinius pokyčius: jei OMX indekso mėnesinė kaina nuo laiko (mėnesio)  $t$  žymėsime  $X(t)$ , tai  $r(t) = (\log(X(t)) - \log(X(t-1))) \times 100 \%$ , čia  $r(t)$  yra indekso mėnesinis pokytis procentais. Tokiu pačiu būdu gaunama kitų akcijų indeksų graža logaritmuojant ir diferencijuojant S&P500, S&P350 indeksų kainas. Kasybos ir karjerų eksploatacijos indeksas, mažmeninės prekybos indeksas, industrinės produkcijos indeksas yra taip pat logaritmuojami ir diferencijuojami. Visi logaritmuoti duomenys padauginami iš šimto, kad pokytis būtų interpretuojamas procentais. Euribor yra dalinamas iš 12 ir diferencijuojamas, kad būtų gautas mėnesinis pokytis. Nedarbas dalinamas iš 10 (bedarbių skaičius tenkantis 1000 gyventojų, padalinę iš 10 gauname procentais) ir taip pat yra diferencijuojamas. Dolerio/euro valiutų kursas, pasitikejimo ir lūkesčių rodikliai yra diferencijuojami. Diferencijavimu šiuo atveju vadiname šio mėnesio duomenų atėmimą iš praeito periodo(mėnesio) duomenų.

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

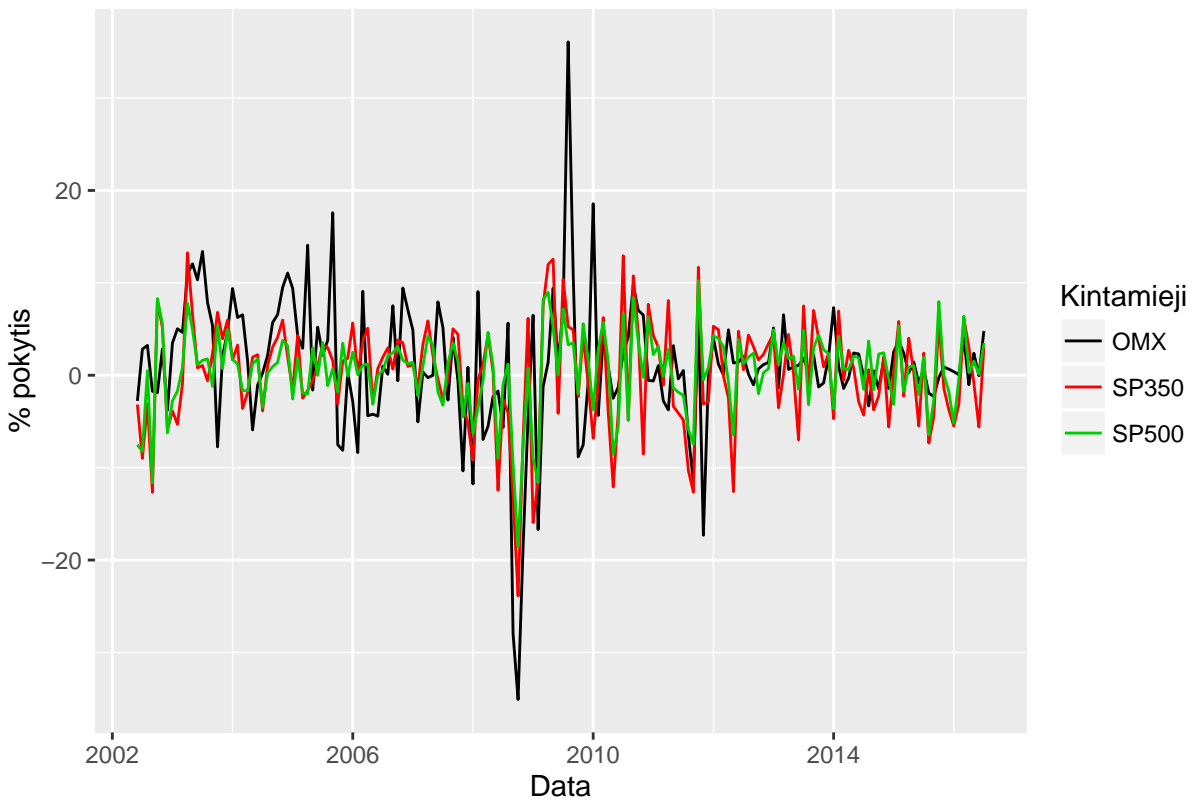
- Visų kintamųjų, išskyrus infliaciją, p - value mažiau už 0.05, galime atmesti  $H_0$ , kad turi vienetinę šaknį, visi kintamieji, išskyrus infliaciją, yra stacionarūs.

## Duomenų vizualizacija

Akcijų indeksų mėnesiniai procentiniai pokyčiai:

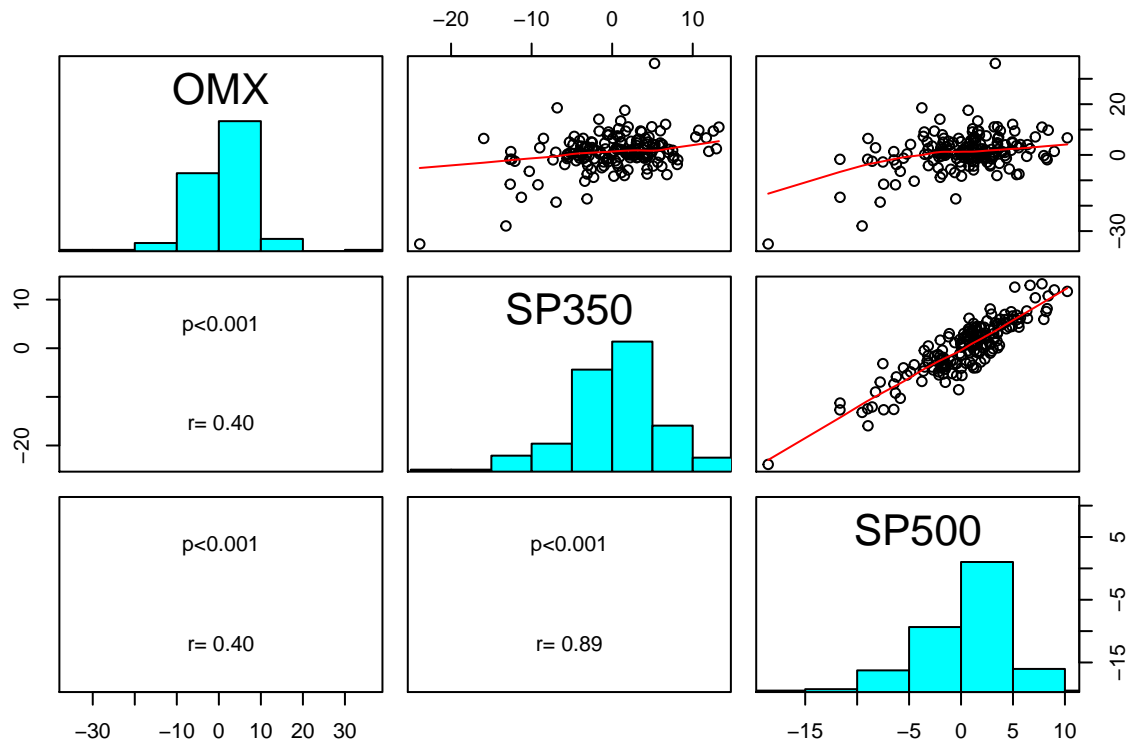
```
## [1] ""
```

index<U+0173> m<U+0117>nesiniai gr<U+0105><U+017E><U+0173> poky<U+



- Tikėtina, jog S&P350 ir S&P500 indeksų svyravimai turėtų būti labai panašūs, taigi pažiūrėjus į grafiką galime matyti, jog jų kreivės juda panašiai, tai yra šie dydžiai stipriai koreliuoti.
- OMX Vilnius kreivės svyravimai panašūs, tačiau nevisai sutampa su S&P indeksų. Todėl galima manyti, jog šie dydžiai yra gana silpnai koreliuoti.

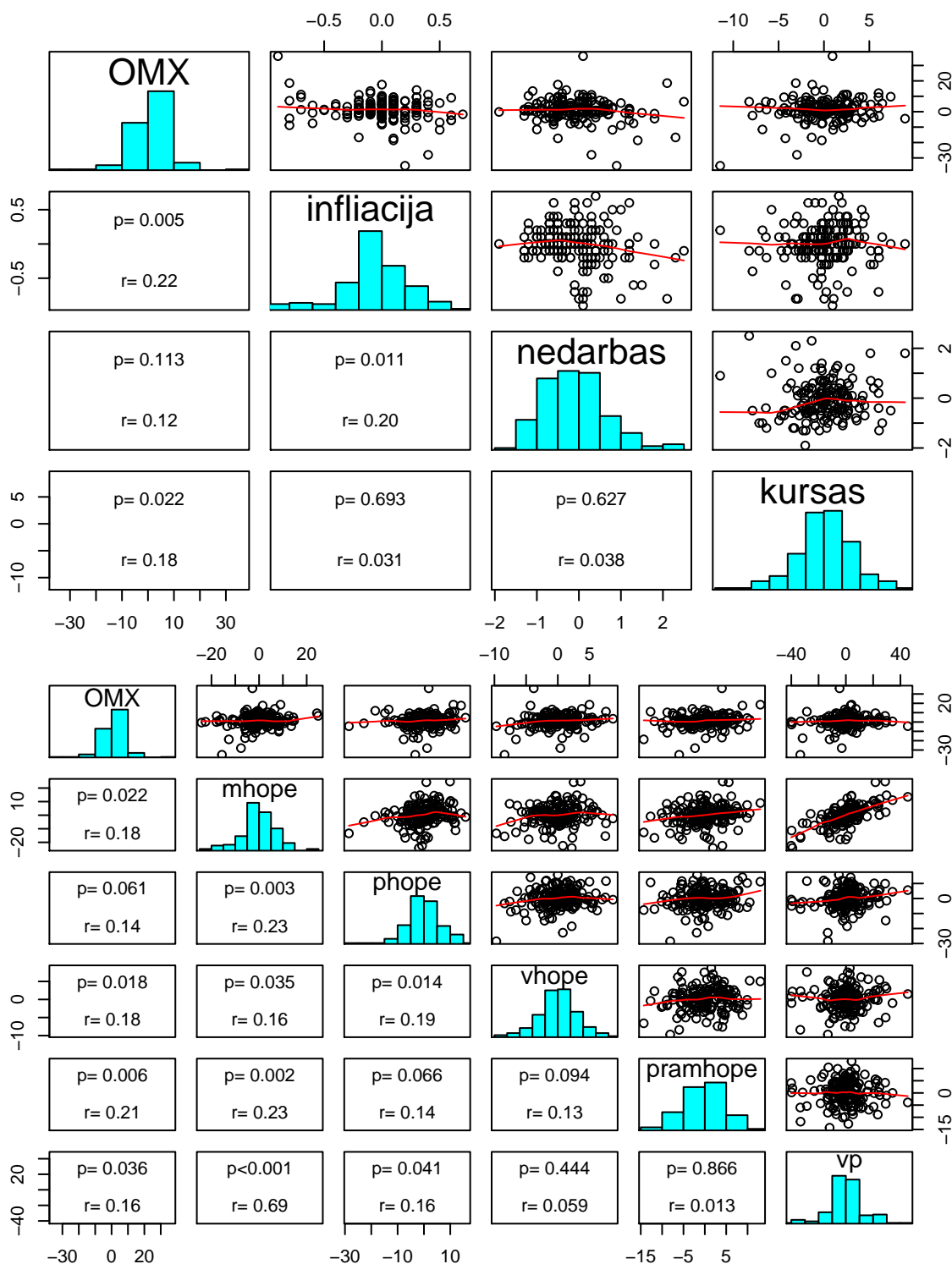
Akcijų rinkų koreliacija:



- S&P350 ir S&P500 indeksų koreliacija reikšminga ir jie stipriai koreliuoja. Europos ir JAV akcijų rinkų svyravimai yra glaudžiai susiję.
- Kaip ir teigta anksčiau OMX Vilnius koreliacija su S&P indeksais yra reikšminga, tačiau nėra didelė. Nesimato stiprios įtakos iš lyderiaujančių pasaulio rinkų.



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.

## Modeliavimas

Kintamiesiems atrinkti ankstiniai pagal didžiausią kryžminę koreliaciją su OMX Vilnius. Sudarytas modelis iš visų kintamųjų, atliktas stepAIC. Gautam modeliui atlikti testai parodė, jog duomenys nėra homoskedastiški. Nors liekanos nėra normaliai pasiskirsčiusios, tačiau nėra autokoreliuotos. Atlikus Whito korekcija gauti pataisyti koeficientų reikšmingumai. Didelė dalis makroekonominių duomenų buvo nereikšmingi, tačiau aptikome ir keletą reikšmingų kintamųjų. Modelis paaiškina apie 33.5 procentų OMX Vilnius indekso gražos pokyčių.

```
(coeftest(modelis_po_aic, vcov=vcovHC))
```

```
##
## t test of coefficients:
##
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    1.087098   0.531421   2.0456 0.042550 *
## lag(SP350, 1)    0.360918   0.124273   2.9042 0.004242 **
## lag(infliacija, 2) -3.898667   2.693478  -1.4474 0.149872
## lag(mhope, 3)     0.146672   0.090940   1.6129 0.108893
## lag(phope, 12)    0.169685   0.094204   1.8012 0.073687 .
## lag(ul, 10)       0.061529   0.029758   2.0677 0.040399 *
## lag(gkl, 9)      -1.276498   0.557982  -2.2877 0.023562 *
## lag(ip, 4)        0.128462   0.086807   1.4799 0.141022
## lag(kursas, 2)    0.380851   0.199093   1.9129 0.057675 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
summary(modelis_po_aic)[8]
```

```
## $r.squared
## [1] 0.3328729
```

## Literatūra

- 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](#)

## Priedai:

### Duomenų homogeniškumo tikrinimas

```
res<-bptest(modelis_po_aic)
# p-value > 0.05, tai H0 negalime atmesti - duomenys heteroskedastiški
ncvTest(modelis_po_aic)

## Non-constant Variance Score Test
## Variance formula: ~ fitted.values
## Chisquare = 7.735989    Df = 1    p = 0.005413089

# p-value > 0.05, tai H0 hipotezė negalime atmesti - duomenys homoskedastiški.
```

### Liekanų autokoreliacija:

```
durbinWatsonTest(modelis_po_aic)

## lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
## 1 0.07201045 1.844705 0.298
## Alternative hypothesis: rho != 0

# p-value > 0.05 - liekanos nėra autokoreliuotos.

Box.test(modelis_po_aic$res, fitdf=0, type="Ljung")

##
## Box-Ljung test
##
## data: modelis_po_aic$res
## X-squared = 0.83497, df = 1, p-value = 0.3608

#p-value > 0.05, negalime H0 atmesti Galima teigti, kad liekanos yra baltasis triukšmas.
```

### Liekanų normalumas

```
shapiro.test(modelis_po_aic$residuals)

##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: modelis_po_aic$residuals
## W = 0.96881, p-value = 0.001218

# p-value > 0.05. Negalime H0 atmesti. Liekanos yra normalios.
```

**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 grąžų.

- 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 nedarbančių 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).