



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTALIŲJŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS SISTEMOTYROS KATEDRA

Laura Girdauskaitė

STATISTINIS AKCIJŲ LIKVIDUMO
PALYGINIMAS MAŽOSE IR
BESIVYSTANČIOSE RINKOSE

Magistro darbas

Vadovas
doc. dr. A. Kabašinskas

KAUNAS, 2013



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTALIŲJŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS SISTEMOTYROS KATEDRA

TVIRTINU
prof. habil.dr. V.Pekarskas
2013 06 10

STATISTINIS AKCIJŲ LIKVIDUMO
PALYGINIMAS MAŽOSE IR
BESIVYSTANČIOSE RINKOSE

Taikomosios matematikos magistro baigiamasis darbas

Vadovas
() **doc. dr. A. Kabašinskas**
2013 06 10

Recenzentas
() **doc. dr. R. Krikštolaitis**
2013 06 10

Atliko
FMM 1 gr. stud.
() **L. Girdauskaitė**
2013 06 10

KAUNAS, 2013

KVALIFIKACINĖ KOMISIJA

Pirmininkas: Rimantas Rudzkis, profesorius (VU)

Sekretorius: Eimutis Valakevičius, docentas (KTU)

Nariai: Jonas Valantinas, profesorius (KTU)

Vytautas Janilionis, docentas (KTU)

Vidmantas Povilas Pekarskas, profesorius (KTU)

Zenonas Navickas, profesorius (KTU)

Arūnas Barauskas, dr., direktoriaus pavaduotojas (UAB „Danet Baltic“)

SANTRAUKA

Darbo tikslas – atlikti statistinis akcijų likvidumo palyginimas mažose ir besivystančiose rinkose tyrimą, kuris parodys darbo rinkos stabilumą bei padėtį.

Tyrimui atlikti buvo pasirinktos dvi šalys: Lietuva ir Indija. Tarp pasirinktų akcijų yra 25 iš Lietuvos ir 24 iš Indijos vertybinių popierių biržos. Norėdami palyginti rinkas naudojome koreliacinės ir regresinės analizės metodus. Pasinaudojus regresinės analizė galime palyginti akcijų rinkų apyvartas, taip sužinosime tiriamų šalių padėtį. Daugiamatės tiesinės regresijos metodu nustatoma tiesinė priklausomo kintamojo priklausomybė nuo kelių nepriklausomų objektų ir jų ryšio stiprumas. Panaudosime koreliacinę analizę, t. y. Spearmano ranginę koreliaciją, kuri parodys ryšį tarp tiriamų likvidumo rodiklių.

Norėdami su sudaryti regresinius abiejų rinkų likvidumo modelius, turėjome iš pradžių pasirinkti kokį taikysime modelį. Pabandėme pasirinkti tiesinį modelį, tačiau jo nepakanka. Tuomet pasirenkame naudoti kvadratinį modelį ir gauname regresijos lygtis.

Akcijų rinkoje išskiriamos trys likvidumo dimensijos – plotis, gylis ir greitis. Plotis nusako investavimo kaštus, gylis apibūdina akcijos apyvartumą rinkoje pagal apyvartą, prekiautus kiekius ir sandorių skaičių. Greitis parodo laiko intervalą, kurio metu buvo nulinė apyvarta ar nulinė grąža.

Galiausiai buvo surasta, kad tolerancijos įverčiai parodė, kad nėra multikolinearumo. Lietuvos ir Indijos kintamųjų skirstiniai nepasiskirstė pagal normalųjį pasiskirstymą. Dispersinės analizė parodė, kad modelis tinkamas tiesinei regresinei analizei, nes p -reikšmė didesnė už reikšmingumo lygmenį 0,05, vadinasi, ryšiai tarp kintamųjų yra statistiškai reikšmingi. Spearmano ranginė koreliacija parodė, kad rodikliai D ir $Dlog$ yra stipriai koreliuoti tarpusavyje. Silpną koreliaciją su visais rodikliais turi QS rodiklis. Taip pat, $LR1$ rodiklis yra beveik nepriklausomas nuo $LR2$ rodiklio.

Pasinaudosime vienu iš DI metodu – neuroniniais tinklais, kurie padeda sprendžiant dviejų rūšių – klasifikacijos ir prognozavimo – uždavinius.

SUMMARY

The aim - to make a statistical comparison of the liquidity of shares in small and emerging markets study, which demonstrate the stability of the labor market and the situation.

Two countries: Lithuania and India was selected for study. Among the 25 selected stocks is from Lithuania and 24 from the Indian stock market. After using regression analysis we can compare the stock market turnover, and find out the situation of the countries concerned. Multiple linear regression analysis found a linear dependence on the dependent variable from several independent objects and their signal strength. Will use correlation analysis, t. y. Spearman ordinal correlation, which shows the relationship between liquidity indicators investigated.

We used correlation and regression analysis. To create the regression models of the liquidity of both markets, we had to first choose how to apply the model. We tried to choose a linear model, but it was not enough. Then, we choose to use a square pattern and get the regression equation.

Stock market liquidity distinguishes three dimensions - width, depth and speed. Width refers to the investment costs; the depth describes the turnaround market shares by turnover, traded volumes and the number of transactions. Speed indicates the time frame during which the turnover was nil or zero returns.

Finally, it was found that the tolerance estimates showed that there is no multicollinearity. Lithuanian and Indian variables distributions doesn't distribute from normal distribution. Analysis of variance showed that the model is suitable for linear regression analysis, as the p-value is greater than the significance level of 0.05, which means that relationships between variables are statistically significant. Spearman ordinal correlation showed that the indices D and $Dlog$ are strongly correlated with each other. Weak correlations with all indicators have QS rates. Also, $LR1$ rate is almost independent of the $LR2$ target.

We will use one of the artificial intelligence techniques - neural networks, which help solving two types - Classification and Forecasting tasks.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
ĮVADAS.....	9
1 LIKVIDUMO APŽVALGA	10
1.1 LIKVIDUMO APIBRĖŽIMAS	10
1.2 LIKVIDUMO RODIKLIAI	11
1.2.1 VIENMAČIAI LIKVIDUMO RODIKLIAI.....	12
1.2.2 DAUGIAMAČIAI LIKVIDUMO RODIKLIAI.....	12
1.3 RINKOS FORMUOTOJAS	13
1.3.1 RINKOS FORMUOTOJO APIBRĖŽIMAS	13
1.3.2 RINKOS FORMUOTOJAS LIETUVOS IR INDIJOS AKCIJŲ RINKOSE.....	14
2 LIKVIDUMO ANALIZĖS METODIKA.....	15
2.1 DAUGIAMATĖ REGRESINĖ ANALIZĖ.....	15
2.2 KOLMOGOROVO SMIRNOVO SUDERINAMUMO KRITERIJUS.....	15
2.3 VIDURKIŲ PALYGINIMAS. DISPERSINĖ ANALIZĖ (ANOVA).....	16
2.4 KORELIACINĖ ANALIZĖ	16
2.5 SPIRMENO RANGINĖS KORELIACIJA.....	17
2.6 MULTIKOLINEARUMO SĄVOKA	17
2.7 RINKOS PALYGINIMO METODAI.....	18
3 LIKVIDUMO TYRIMAS.....	19
3.1 SPIRMENO RANGINĖS KORELIACIJOS KOEFICIENTAS.....	19
3.2 TIRIAMY DUOMENYS	20
3.3 AKCIJŲ LIKVIDUMAS PAGAL ATSKIRUS RODIKLIUS	22
3.4 DAUGIAMATĖ REGRESINĖ ANALIZĖ.....	26
3.5 REGRESINIAI RINKŲ LIKVIDUMO MODELIAI.....	30
3.6 DIRBTINIS INTELEKTAS	31
3.6.1 DIRBTINIS NEURONAS	31
3.6.2 NEURONINIŲ TINKLŲ KONSTRAVIMAS MATLAB SISTEMOJE.....	32
3.6.3 DIRBTINIO NEURONINIO TINKLO APMOKYMO REALIZACIJA MATLAB 19 SISTEMOJE.....	33
4 DISKUSIJA.....	36
IŠVADOS.....	37
PADĖKA.....	39
NAUDOTA LITERATŪRA	40
PRIEDAI.....	41

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Rinkos formuotojai vertybinių popierių biržoje NASDAQ OMX Vilnius	14
3.1 lentelė Spearmanoranginė koreliacija Lietuvos likvidumo rodikliams	19
3.2 lentelė Spearmanoranginė koreliacija Indijos likvidumo rodikliams	19
3.3 lentelė. Tiriamų akcijų atidarymo ir uždarymo kainos, apyvarta	20
3.4 lentelė. Tiriamų akcijų atidarymo ir uždarymo kainos, apyvarta	21
3.5 lentelė Lietuvos akcijų likvidumo rodikliai	23
3.6 lentelė Indijos akcijų likvidumo rodikliai	24
3.7 lentelė Kolmogorovo-Smirnovo testas	26
3.8 lentelė Lietuvos akcijų rinkos likvidumo rodiklių modelio santrauka	26
3.9 lentelė Indijos akcijų rinkos likvidumo rodiklių modelio santrauka	26
3.10 lentelė Dispersinė analizė	27
3.11 lentelė Porinės statistikos testas	27
3.12 lentelė Porinės statistikos testas	27
3.13 lentelė Regresijos koeficientai	29
3.14 lentelė Regresijos koeficientai	29
3.15 lentelė Tiesinio modelio santrauka ir parametų įverčiai	30
3.16 lentelė Tiesinio modelio santrauka ir parametų įverčiai	30
3.17 lentelė Kvadratinio modelio santrauka ir parametų įverčiai	30
3.18 lentelė Kvadratinio modelio santrauka ir parametų įverčiai	31
3.19 lentelė Duomenys esant konstantai 0.1 ir epochų skaičiui 400	33
3.20 lentelė Duomenys esant konstantai 0.2 ir epochų skaičiui 400	34
3.21 lentelė Duomenys esant konstantai 0.1 ir epochų skaičiui 400	34
3.22 lentelė Duomenys esant konstantai 0.1 ir epochų skaičiui 400	35

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Rinkos formuotojo priklausomybė nuo likvidumo.....	13
3.1 pav. Lietuvos akcijų apyvartos mln. EUR.....	22
3.2 pav. Indijos akcijų apyvartos mln. EUR	22
3.3 pav. Lietuvos akcijų likvidumo rodikliai	25
3.4 pav. Indijos akcijų likvidumo rodikliai	25
3.5 pav. Lietuvos akcijų rinkos likvidumo rodiklių taškinė diagrama	28
3.6 pav. Indijos akcijų rinkos likvidumo rodiklių taškinė diagrama	28
3.7 pav. Dirbtinio neurono sandara	32
3.8 pav. Neuroninis tinklas daugiamačių duomenų vizualizavimui.....	32

IVADAS

Likvidumas Lietuvos ir Indijos akcijų rinkose nėra pakankamai ištirtas, todėl nėra ir pakankamai efektyvių priemonių gerinti šį rodiklį ir spręsti nelikvidžių akcijų apyvartos problemas. Darbe palyginami Lietuvos ir Indijos rinkos akcijų likvidumo rodikliai.

Pagrindiniai *darbo tikslai* yra atlikti literatūros akcijų likvidumo apžvalgą, paskaičiuoti Lietuvos ir Indijos likvidumo rodiklius ir juos palyginti, atlikti statistinę analizę ir pateikti išvadas.

Temos *naujumas* Lietuvoje akivaizdus, kadangi likvidumo tyrinėjimų šiose akcijų rinkose surasti nepavyko.

Tyrimas yra *aktualus* šiandieninėje Lietuvos ir Indijos akcijų rinkose, nes statistinė analizė parodo realią abiejų šalių padėtį likvidumo prasme.

Gauti rezultatai patvirtina, kad likvidumas yra daugiamatis reiškinys. Lietuvos ir Indijos šalių akcijų rinkoje išskiriamos trys likvidumo dimensijos – plotis, gylis ir greitis. Plotis nusako investavimo kaštus, gylis apibūdina akcijos apyvartumą rinkoje pagal apyvartą, prekiautus kiekius ir sandorių skaičių. Greitis parodo laiko intervalą, kurio metu buvo nulinė apyvarta ar nulinė grąža.

1 LIKVIDUMO APŽVALGA

1.1 LIKVIDUMO APIBRĖŽIMAS

Likvidumas – galimybė greitai ir lengvai pakeisti aktyvus kitais be vertės praradimo (Mačiūnaitė 2012).

Likvidumas priklauso nuo rinkos ir aktyvų. Mažiausiai likvidūs yra nefinansiniai aktyvai (pvz., nekilnojamasis turtas, automobiliai, mechanizmai), o labiausiai – finansiniai (vekseliai, obligacijos, akcijos). Stabiliose ekonomikose aktyvai dažniausiai parduodami už pinigus, nestabiliuose ekonomikose ar esant didelei pinigų infliacijai, aktyvai dažniau keičiami į prekes ar kitų valstybių pinigus. Tarptautinėse rinkose skirtingai vertinami įvairių valstybių pinigai, jų likvidumas proporcingai priklauso nuo pirkimo ir pardavimo maržos.

Likvidumas taip pat yra apibrėžiamas kaip sugebėjimas prekiauti dideliais kiekiais, greitai ir nebrangiai. Tai vienas iš svarbiausių rinkos charakteristikų.

Paprastai, nurodomos trijų dimensijų likvidumas - laiko, dydžio ir kainos:

- "Operatyvumą" nurodo, kaip greitai galite atlikti tam tikro dydžio prekių gavimą esamomis sąnaudomis.
- Plotis susijęs su prekybos tam tikro dydžio, įskaitant komisinius, vykdymo išlaidas.
- Gylis nurodo prekių dydžio, tam tikrą kainą. Plotis ir gylis yra labai griežtai susiję.

Likvidumą nėra lengva apibrėžti, todėl naudojamas bendras likvidumo apibrėžimas. Paprastai, apibrėžiama vienu sakiniu, kaip „Finansų rinkos likvidumas - gebėjimas sklandžiai įsisavinti pirkimo ir pardavimo pavedimus srautas - ... "(Shen & Starr 2002). Likvidumas nėra vienmatis kintamasis, bet apima kelias dimensijas (von Wyss 2004).

Paprastai išskiriamos šios keturios dimensijos:

- Prekybos Laikas: gebėjimas atlikti operaciją iš karto vyraujančią kainą. Laukimo laikas tarp vėlesnių sandorių ar atvirkštinis, sandorių skaičius per laiko vienetą yra prekybos metu priemonės.
- Sandarumas: galimybė pirkti ir parduoti turtą tuo pačiu metu, ta pačia kaina ir laiku. Sandarumas rodo aiškiausią būdą išlaidoms, susijusioms su sandoriais arba tiesioginėmis išlaidomis. Sandarumo priemonės yra skirtingų plitimo versijų.
- Gylis: Galimybė pirkti arba parduoti tam tikrą turto sumą be kainos įtakos. Nelikvidumo ženklas duoda nepalankų poveikį investuotojui, taip pat ir rinkai.
- Tampra: Galimybė pirkti arba parduoti tam tikrą turto sumą su mažai įtakos kaina. Kai rinko gylis aspektas priklauso tik nuo geriausio pasiūlymo ir prašomų kainų, stangrumo aspektas

atsižvelgia į pasiūlos ir paklausos elastingumą. Šis likvidumo aspektu, gali būti apibūdintas dienos grąža, dispersijos santykiu arba likvidumo koeficientu.

Egzistuoja penki likvidumo lygiai (Von Wyss 2004):

1. Sugebėjimas prekiauti. Šis pirmasis likvidumo lygis yra akivaizdus: jei rinkoje nėra likvidumo, prekyba negali vykti. Likvidžioje rinkoje, yra bent vienas pasiūlymas ir vienas nustatytas įkainis, kuris padaro prekybą įmanoma.
2. Galimybė pirkti arba parduoti tam tikrą kiekį turto su nustatytos kainos įtaka. Jei prekyba įmanoma, tai kitas klausimas, susijęs su prekybos kainų poveikiu. Likvidžioje rinkoje galima prekiauti tam tikrą kiekį akcijų, o kaina mažai įtakos.
3. Galimybę pirkti ar parduoti tam tikrą turto sumą be nustatytos kainos įtakos. Kuo labiau rinka bus likvidi, tuo mažesnis nustatytos kainos poveikis. Todėl, kai likvidumas didėja, galiausiai taškas bus pasiektas, kai yra ne daugiau kaip tam tikras akcijų kainų poveikis.
4. Galimybė pirkti ir parduoti turtą už maždaug tą pačią kainą, tuo pačiu metu.
5. Galimybė vykdyti sandorį nuo 2 iki 4 iš karto.

1.2 LIKVIDUMO RODIKLIAI

Likvidumas savaime nėra pastebimas, todėl turi būti tarpinis variantas įvairioms likvidumo priemonėms nustatyti. Likvidumo rodikliai sukelia prieštarigus rezultatus, kai vertinama finansų rinkos likvidumas (Bakeris 1996).

Likvidumo rodikliai yra skirstomi į vienmačius ir daugiamačius: vienmačių likvidumo rodiklių imtyje tik vienas kintamasis, o dvimačių likvidumo rodikliai bando užfiksuoti skirtingus kintamuosius į vieną rodiklį (Von Wyss 2004).

Likvidumo rodikliai (Liquidity Ratios) parodo įmonės gebėjimą vykdyti trumpalaikius įsipareigojimus. Kuo rodiklio reikšmė didesnė tuo įmonės gebėjimas vykdyti trumpalaikius įsipareigojimus yra tvirtesnis, įmonė laikoma patikimesnė. Įprastai yra skaičiuojami šie likvidumo rodikliai: bendrasis (current), kritinis (quick, acidtest), absoliutus (absolute, cash). Šie rodikliai neretai dar priskiriami ir mokumo rodikliams.

Bendrasis likvidumo koeficientas (CurrentRatio) dar vadinamas einamuoju likvidumo koeficientu parodo įmonės sugebėjimą savo trumpalaikiu turtu padengti trumpalaikius įsipareigojimus. Labai svarbu įvertinti įmonės trumpalaikio turto kokybę. Verte parodo kiek vienas trumpalaikių įsipareigojimų litas dengiamas trumpalaikiu turtu. Reikšmė mažesnė nei vienetą leidžia daryti prielaidą, kad įmonė gali nevykdyti trumpalaikių įsipareigojimų.

Skaitoma, kad rodiklio reikšmė tarp 1.2 ir 2.0 yra priimtina. Aukšta reikšmė taip pat gali rodyti nesugebėjimą efektyviai panaudoti įmonės turtą.

1.2.1 VIENMAČIAI LIKVIDUMO RODIKLIAI

Vienmačiai likvidumo rodikliai gali būti suskirstyti į keturias grupes: įmonės dydį, prekybos apimtį, tarp paskesnių sandorių ar išplitimo (Shen & Starr 2002). Likvidumo rodikliai, susiję su įmonės dydžiu nėra toliau tiriami, nes dienos kontekste, jie nerodo pakankamai variacijos gauti pagrįstų rezultatų.

Kiekis nurodo, kiek akcijų buvo prekiauta per laiko vienetą (1.1).

$$Vol_t = \sum_{i=1}^{deals_t} q_i, \quad (1.1)$$

čia $deals_t$ yra sandorių skaičius per laiko intervalą nuo $t-1$ iki t , q_i – prekiautų akcijų skaičius per i -tąjį sandorį.

Akcijų kiekio *gylis* yra pirkimo ir pardavimo pavedimų kiekių suma (1.2).

$$D_t = q_t^A + q_t^B, \quad (1.2)$$

čia q_t^A yra pavedimo parduoti kiekis, q_t^B – pavedimo pirkti kiekis.

Norint pagerinti rodiklio skirstinio charakteristikas, galimas rodiklio perskaičiavimas natūrinių logaritmų pagalba (1.3).

$$Dlog_t = \ln(q_t^A) + \ln(q_t^B) = \ln(q_t^A \cdot q_t^B). \quad (1.3)$$

Vienas iš su laiku susijusių likvidumo rodiklių yra laikas tarp įvykusių sandorių (1.4). Šis rodiklis skaičiuojamas, kaip vidutinis laikas tarp dviejų sandorių. Kadangi laikas tarp įvykusių sandorių yra glaudžiai susijęs su sandorių kiekiu N_t , tai jis iš esmės parodo tokius pačius rezultatus, kokius galima gauti analizuojant paprasčiausią sandorių kiekį N_t per laiko intervalą nuo $t-1$ iki t .

$$WT_t = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} tr_{i+1} - tr_i, \quad (1.4)$$

čia tr_i yra laiko momentas, kuriuo įvyko i -tasis sandoris.

1.2.2 DAUGIAMAČIAI LIKVIDUMO RODIKLIAI

Daugiamačių likvidumo rodiklių savybės panašios kaip ir vienmačių likvidumo rodiklių (Von Wyss 2004)).

Likvidumo koeficientas 1 taip pat žinomas, kaip *Amivest likvidumo koeficientas* (1.5) yra plačiai naudojamas vertinant NASDAQ biržos likvidumą.

$$LR1_t = \frac{V_t}{|r_t|}, \quad (1.5)$$

čia V_t yra akcijos apyvarta per laiką t , r_t – akcijos grąža per periodą nuo $t-1$ iki t .

Didelis prekyautų akcijų kiekis gali amortizuoti žymius kainų svyravimus. Tuomet būtų stebimas aukštas likvidumo lygis. Šis koeficientas yra patogus, kuomet analizuojami kasdieniai akcijų duomenys, kadangi apyvarta ir grąža gali būti lengvai perskaičiuojama norimam periodui.

Likvidumo koeficientas 2 (1.6) vardiklyje turi atliktų sandorių skaičių, taip eliminuojama likvidumo koeficiento priklausomybė nuo aktyvo kainos, kai naudojama apyvarta (pvz. kaip *Aminvest likvidumo koeficientas*).

$$LR2_t = \frac{\sum_{t=1}^n |r_t|}{N_t}, \quad (1.6)$$

čia N_t yra sandorių skaičius per laiką t .

Kainos nuolydis (*quote slope*) (1.7) yra įvertinamas naudojant pirkimo pardavimo kainų plotį skaitiklyje ir pirkimo pardavimo kainų gylio natūralųjį logaritmą vardiklyje.

$$QS_t = \frac{p_t^A - p_t^B}{\ln(q_t^A) + \ln(q_t^B)}, \quad (1.7)$$

čia p_t^A pardavimo kaina momentu t , p_t^B pirkimo kaina momentu t .

1.3 RINKOS FORMUOTOJAS

1.3.1 RINKOS FORMUOTOJO APIBRĖŽIMAS

Rinkos formuotojas (market maker) – tai vertybinių popierių biržos narys. Kiekvienas rinkos formuotojas pateikia pirkimo ir pardavimo pavedimus, kad palaikytų akcijos likvidumą. Veikti kaip rinkos formuotojai gali nariai, kurie turi teisę vykdyti pavedimus įsigyti arba perleisti vertybinius popierius savo sąskaita.



1.1 pav. Rinkos formuotojo priklausomybė nuo likvidumo

Rinkos formuotojas (market maker) yra vertybinių popierių rinkos dalyvis, kuris vykdo pateiktus pavedimus aktyvams pirkti ir parduoti. Akcijų biržoje pavedimas pirkti (parduoti) yra įvykdomas tik tuomet, kai tai pačiai akcijai rinkoje yra analogiškas pavedimas parduoti (pirkti), t.y. abiejuose pavedimuose turi sutapti akcijų kiekis ir kaina. Jeigu pavedimas nesulaukia atitinkamos poros per tam tikrą laiką, jis yra panaikinamas.

Dauguma investuotojų yra linkę rinktis likvidžiausias akcijas. Rinkos formavimas – vienas iš sprendimų, padedantis padidinti bendrovės akcijų likvidumą ir pritraukti naujus investuotojus. Tai vienas iš populiariausių instrumentų išsivysčiusiose kapitalo rinkose.

Kiekvienas rinkos formuotojas pateikia pirkimo ir pardavimo pavedimus, kad palaikytų akcijos likvidumą.

1.3.2 RINKOS FORMUOTOJAS LIETUVOS IR INDIJOS AKCIJŲ RINKOSE

Rinkos formuotojas palaiko pastovią bendrovės akcijų pasiūlą ir paklausą, bei užtikrina, kad pirkimo ir pardavimo kainų skirtumas neviršytų tam tikro nustatyto lygio. Kadangi aukštas likvidumo lygis lemia didesnę aktyvų apyvartą ir mažesnius investavimo kaštus, rinkos formuotojas tampa vienu iš pagrindinių kriterijų primant investicinius sprendimus.

Rinkos formuotojas gali pagerinti likvidumo rodiklius. Tai yra finansinių maklerių institucija, kuri už tam tikrą mokestį padeda realizuoti akcijų biržoje pirkimo pardavimo sandorius (Mačys2011) .

Iš atsitiktinai pasirinktų Lietuvos akcijų (žr. 3.3 lentelę), kurioms kainų politiką formuoja rinkos formuotojas (market maker), turime tris akcijas GRG1L, VLP1L ir CTS1L, tačiau iš pasirinktų Indijos akcijų (žr. 3.4 lentelę), kurių kainų politiką formuoja rinkos formuotojas (market maker), turime tik vieną akciją RITESH.

1.1 lentelė. Rinkos formuotojai vertybinių popierių biržoje NASDAQ OMX Vilnius

Pavedimų knyga	Vertybinio popieriaus pavadinimas	Minimalus dydis rinkos formuotojų pavedimams	Rinkos formuotojas
CTS1L	CityService	300 EUR	UAB FMĮ "OrionSecurities"
VLP1L	Vilkyškių pieninė	300 EUR	UAB FMĮ "OrionSecurities"
GRG1L	Grigiškės	300 EUR	UAB FMĮ "OrionSecurities"
OAMOBFF1L	OMX BalticBenchmarkFund	300 EUR	UAB FMĮ "OrionSecurities"

Šiuo metu Lietuvos akcijų rinkoje veikia tik vienas rinkos formuotojas – UAB FMĮ "Orion Securities". Maklerių kompanija rinkos formuotojo paslaugas šiuo metu teikia trimis įmonėms: City Service (CTS1L), Vilkyškių pieninė (VLP1L) ir Grigiškės (GRG1L) ir vienam vertybinių popierių fondui OMX Baltic Benchmark Fund (žr. 1.1 lentelė).

2 LIKVIDUMO ANALIZĖS METODIKA

2.1 DAUGIAMATĖ REGRESINĖ ANALIZĖ

Vienas iš matematinių metodų, kaip nustatyti stebimų objektų priklausomybę yra regresija.

Regresija gali būti tiesinė ir netiesinė. Tiesinės regresijos atveju nustatoma tiesinė priklausomybė tarp tiriamų objektų ir jų ryšio stiprumas. Daugiamatė regresinė analizė leidžia įvertinti priklausomojo kintamojo priklausomybę nuo kelių nepriklausomų kintamųjų. Šiame tyrime analizuojama tiesinė priklausomybė, todėl naudojamas tiesinis daugiamaatės regresijos modelis. Matematinis modelis gali būti aprašomas taip (Timm 2002):

$$Y_i = X_i b + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

čia $Y_i = [y_{i1} \dots y_{id}]$ yra priklausomų kintamųjų vektorius, kiekvienai akcijai nuo 1 iki d .

Priklausomi kintamieji apibrėžiami matrica $X_i = \begin{bmatrix} x_{i11} & \dots & x_{i1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{id1} & \dots & x_{idp} \end{bmatrix}$, kur i yra stebėjimo numeris, o

p – analizuojamų likvidumo rodiklių skaičius. $b = \begin{bmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_p \end{bmatrix}$ yra tiesinės regresijos koeficientų prie

kiekvieno likvidumo rodiklio vektorius. $\varepsilon_i = [\varepsilon_{i1} \dots \varepsilon_{id}]$ regresijos liekanų vektorius.

2.2 KOLMOGOROVO SMIRNOVO SUDERINAMUMO KRITERIJUS

Kolmogorovo-Smirnovo kriterijus taikomas tikrinant suderinamumo hipotezę:

$$H_0 : \text{Atsitiktinio dydžio } X \text{ skirstinio funkcija yra } F(x).$$

Apibrėšime Kolmogorovo-Smirnovo kriterijų. Tarkime, kad atsitiktinio dydžio X skirstinio funkcija yra $F(x)$. Pagal imties duomenis randama empirinė skirstinio funkcija $F_n(x)$. Kolmogorovas ir Smirnovas suderinamumo hipotezės tikrinimui pasiūlė statistiką, kuri matuojant atstumą tarp empirinio ir teorinio skirstinių įvertina skirtumą tarp empirinio skirstinio funkcijos $F_n(x)$ ir teorinio skirstinio funkcijos $F(x)$:

$$Z = \sqrt{n} \max_x |F_n(x) - F(x)|, \quad (2.1)$$

čia – imties didumas.

Taikant paketą SPSS suderinamumo hipotezę galima patikrinti naudojant procedūrą NPAR TEST.

2.3 VIDURKIŲ PALYGINIMAS. DISPERSINĖ ANALIZĖ (ANOVA)

Dispersijos analizė (ANOVA), – tai statistinis modelis, kuris leidžia įvertinti dispersijas, atsirandančias dėl skirtingų nepriklausomų kintamųjų. Paprasčiausiu atveju ANOVA leidžia įvertinti, ar skirtingų grupių vidurkiai yra vienodi.

ANOVA tiria priklausomybę tarp nepriklausomų ir priklausomų kintamųjų, t.y. ANOVA yra tam tikra regresijos forma. Bendru atveju turime lygtis, kurios apibrėžia tokią priklausomybę, t.y.

$$y_i = F(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, \dots, m. \quad (2.2)$$

Paprastai imama tiesinė priklausomybė.

Turi būti tenkinamos šios prielaidos: 1. kiekviena grupė yra nepriklausoma atsitiktinė imtis iš normalaus skirtinio populiacijos (mažiau griežtas reikalavimas yra skirstinių simetriškumas, kadangi ANOVA testas yra nejautrus nuokrypiams nuo reikalavimo nagrinėti normalaus skirtinio kintamąjį); 2. grupės turi turėti lygias dispersijas (tikrinama Levene variacijos homogeniškumo kriterijumi). Visų pirma patikriname, ar k populiacijų turi normalųjį skirstinį.

2.4 KORELIACINĖ ANALIZĖ

Kiekybinių kintamųjų ryšio stiprumą galima išmatuoti Pirsono (*Pearson*) koreliacijos koeficientu. Didelės šio koeficiento reikšmės, nežiūrint ar jos teigiamos, ar neigiamos, atitinka tai, ką vadiname stipria koreliacija, o mažos reikšmės – silpna koreliacija. Jei koreliacija yra nereikšminga, tai nereiškia, kad koreliacijos koeficientas tiksliai lygus nuliui, tačiau jo reikšmė yra arti nulio. Kiekybinių kintamųjų tyrimui naudojami keli skirtingi koreliacijos koeficientai. Dažniausiai naudojamas Pirsono koreliacijos koeficientas r . Šis koeficientas yra apskaičiuojamas kaip dviejų sekų reikšmių porų sandauga, kai iš kiekvienos reikšmės yra atimamas vidurkis ir skirtumas padalijamas iš standartinio nuokrypio. Empirinis koreliacijos koeficientas yra tiesinio ryšio stiprumo tarp kintamųjų X ir Y matas. Jis apskaičiuojamas iš turimų stebėjimų pagal formulę:

$$r = \frac{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_X s_Y}, \quad (2.3)$$

čia \bar{x} ir \bar{y} atitinkamai yra stebėjimų x ir y vidurkiai, o s_X ir s_Y – standartiniai nuokrypiai.

Koreliacijos koeficientas turi šias savybes:

- koreliacijos koeficientas yra dydis, kintantis nuo -1 iki 1 ;
- kai $r = 1$, tai visi taškai (x_i, y_i) yra tiesėje, kurios krypties koeficientas yra teigiamas;
- kai $r = -1$, tai visi taškai (x_i, y_i) yra tiesėje, kurios krypties koeficientas yra neigiamas;
- $r = 0$, kai kintamieji yra tiesiškai nepriklausomi.

2.5 SPIRMENO RANGINĖS KORELIACIJA

Tarkime, tolydžiųjų kintamųjų poros (X, Y) stebėjimai yra $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$. Galime apskaičiuoti Pirsono koreliacijos koeficientą. Tačiau, jei kintamųjų normalumo prielaida nėra tenkinama arba duomenų mažai (< 20 stebėjimų), šia charakteristika naudotis negalima. Tuo atveju skaičiuojamas Spirmeno koeficientas. Po rangavimo duomenis sudaro poros $(R_{x_1}, R_{y_1}), \dots, (R_{x_n}, R_{y_n})$.

Spirmeno koreliacijos koeficientas:

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{x_i} - \frac{n+1}{2})(R_{y_i} - \frac{n+1}{2})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{x_i} - \frac{n+1}{2})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{y_i} - \frac{n+1}{2})^2}} \quad (2.4)$$

čia R_{x_i} yra x_i rangas, R_{y_i} yra y_i rangas.

2.6 MULTIKOLINEARUMO SĄVOKA

Sąvoką multikolinearumas pirmą kartą paminėjo Ragnaras Frišas. Iš pradžių tai reiškė, buvimas "tobula", arba tiksliau, tiesinė priklausomybė tarp kai kurių ar visų aiškinamųjų kintamųjų, apie regresijos modelį. Dėl kintamojo k regresijos, įtraukiant aiškinamųjų kintamųjų

X_1, X_2, \dots, X_k (jei $X_1 = 1$), tiksli tiesinė priklausomybė sako, kad egzistuoja, jeigu šios sąlygos yra įvykdytos:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k = 0,$$

kur $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ yra konstantos, pavyzdžiui, kad ne visos iš jų yra nulinės vienu metu.

Šiandien terminas multikolinearumas yra naudojamas platesne prasme ir apima puikų multikolinearumą, taip pat kaip tuo atveju, kai X kintamieji interkoreliuoti, bet ne visiškai taip, kaip:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k + v_i = 0.$$

kur v_i yra stochastinė klaida laikotarpiu.

Norėdami pamatyti skirtumą tarp idealaus, ir mažiau nei idealaus multikolinearumo, tarkime, kad, pavyzdžiui, $\lambda_2 \neq 0$. Tada galima užrašyti taip

$$X_{2i} = -\frac{\lambda_1}{\lambda_2} X_{1i} - \frac{\lambda_3}{\lambda_2} X_{3i} - \dots - \frac{\lambda_k}{\lambda_2} X_{ki} - \frac{1}{\lambda_2} v_i,$$

kuris rodo, kad yra ne tikslus tiesinis derinys iš kitų X .

2.7 RINKOS PALYGINIMO METODAI

Norėdami palyginti rinkas naudojame koreliacinės ir regresinės analizės metodus. Šie metodai gali padėti parodyti, o vėliau ir palyginti Lietuvos ir Indijos rinkas.

Pasinaudojus regresinės analizė galime palyginti akcijų rinkų apyvartas, taip sužinosime tiriamų šalių padėtį. Daugiamatės tiesinės regresijos metodu nustatoma tiesinė priklausomo kintamojo priklausomybė nuo kelių nepriklausomų objektų ir jų ryšio stiprumas. Panaudosime koreliacinę analizę, t. y. Spearmano ranginę koreliaciją, kuri parodys ryšį tarp tiriamų likvidumo rodiklių.

Likvidumo rodikliams apskaičiuoti naudosime Microsoft Office Excel 2010 programą. Likvidumo palyginimui panaudosime SPSS 19, bei Matlab programų paketus. SPSS programa padeda surasti koreliaciją tarp tiriamų likvidumo rodiklių, sudaryti rinkos modelius, palyginti apyvartas.

3 LIKVIDUMO TYRIMAS

3.1 SPIRMENO RANGINĖS KORELIACIJOS KOEFICIENTAS

3.1 lentelė Spearmano ranginė koreliacija Lietuvos likvidumo rodikliams

	Vol	D	Dlog	WT	LR1	LR2	QS
Vol	1	0,850	0,822	0,179	0,530	0,375	-0,184
D	0,850	1	0,986	0,146	0,404	0,226	-0,186
Dlog	0,822	0,986	1	0,182	0,391	0,260	-0,128
WT	0,179	0,146	0,182	1	0,360	0,556	-0,228
LR1	0,530	0,404	0,391	0,360	1	0,166	-0,290
LR2	0,375	0,226	0,260	0,556	0,166	1	-0,072
QS	-0,184	-0,186	-0,128	-0,228	-0,290	-0,072	1

3.2 lentelė Spearmano ranginė koreliacija Indijos likvidumo rodikliams

	Vol	D	Dlog	WT	LR1	LR2	QS
Vol	1	0,070	0,070	0,033	0,760	0,036	-0,070
D	0,070	1	0,99	0,237	0,123	0,190	-0,108
Dlog	0,070	0,99	1	0,237	0,123	0,190	-0,108
WT	0,033	0,237	0,237	1	0,023	0,861	-0,147
LR1	0,760	0,123	0,123	0,023	1	-0,204	0,087
LR2	0,036	0,190	0,190	0,861	-0,204	1	-0,451
QS	-0,070	-0,108	-0,108	-0,147	0,087	-0,451	1

Norėdami sužinoti, ar egzistuoja koreliacija tarp rodiklių, atlikome Spearmano ranginę koreliaciją. Rezultatai pateikiami 3.1–3.2 lentelėse.

Iš 3.1 lentelės matome, kad rodikliai *Vol*, *D* ir *Dlog* yra stipriai koreliuoti tarpusavyje. Silpną koreliaciją su visais rodikliais turi *QS* rodiklis, tačiau silpniausia koreliacija yra tarp *QS* ir *LR2* rodiklių.

Iš 3.2 lentelės matome, kad rodiklis *D* ir *Dlog* yra stipriai koreliuoti tarpusavyje, kaip ir rodiklis *LR2* stipriai koreliuotas su rodikliu *WT*. Silpną koreliaciją su visais rodikliais turi *QS* rodiklis. Taip pat, *LR1* rodiklis yra beveik nepriklausomas nuo *WT* rodiklio, Spearmano ranginės koreliacijos koeficientai yra artimi nuliui.

3.2 TIRIAMŲ DUOMENYS

3.3 lentelė. Tiriamų akcijų atidarymo ir uždarymo kainos, apyvarta

Index	Open Price, EUR				Last Price, EUR				Turnover, mln EUR			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
GRG1L	0,78	0,09	0,27	0,77	0,09	0,27	0,78	0,49	0,78	1,58	3,80	1,92
APG1L	4,16	0,63	0,78	2,09	0,63	0,80	2,07	1,42	15,94	6,21	14,52	6,86
SNG1L	2,02	0,16	0,17	0,27	0,16	0,17	0,27	0,51	1,72	6,38	9,48	4,79
UKB1L	1,07	0,21	0,30	0,38	0,21	0,31	0,38	0,18	64,81	33,56	32,97	14,97
KNF1L	0,29	0,25	0,28	0,54	0,25	0,27	0,53	0,39	11,20	7,86	4,92	2,07
KBL1L	0,87	0,34	0,52	1,12	0,34	0,52	1,12	0,97	0,07	0,10	0,22	0,17
LJL1L	0,17	0,07	0,13	0,08	0,07	0,13	0,08	0,04	2,47	4,20	2,86	2,37
LDJ1L	1,03	0,37	0,60	0,73	0,37	0,60	0,73	0,57	3,35	3,61	5,14	3,30
PZV1L	1,68	0,59	0,85	1,49	0,59	0,85	1,48	1,63	3,49	2,41	3,25	2,99
RSU1L	2,29	0,50	0,89	1,79	0,50	0,87	1,79	1,23	4,9	2,59	6,13	3,40
SAB1L	1	0,27	0,32	0,34	0,27	0,32	0,34	0,26	24,33	5,54	5,65	5,01
TEO1L	0,69	0,37	0,54	0,72	0,34	0,53	0,72	0,60	75,64	79,56	40,64	25,09
UTR1L	1,43	0,40	0,33	0,38	0,40	0,33	0,38	0,20	0,08	0,13	0,28	0,23
VLP1L	1,80	0,17	0,69	1,73	0,17	0,70	1,72	1,20	1,93	1,06	1,85	2,02
CTS1L	3,85	0,98	1,88	2,79	0,98	1,87	2,80	1,93	3,94	4,99	17,11	10,31
DKR1L	0,98	0,96	0,41	0,15	0,99	0,41	0,15	0,12	1,47	0,03	0,00	0,00
GUB1L	0,34	0,12	0,10	0,20	0,12	0,10	0,20	0,12	0,04	0,01	0,07	0,01
KNR1L	1,01	0,58	0,71	0,60	0,58	0,70	0,60	0,43	0,08	0,05	0,06	0,05
LNS1L	0,12	0,03	0,08	0,11	0,03	0,08	0,11	0,08	0,54	0,41	0,74	0,11
VDG1L	1,01	0,23	0,40	0,44	0,23	0,41	0,44	0,30	0,04	0,03	0,05	0,02
ZMP1L	6,65	0,17	0,30	0,70	0,17	0,30	0,70	0,67	1,15	3,34	3,40	3,15
IVL1L	4,97	0,48	0,53	2,00	0,48	0,53	1,99	1,83	13,64	4,11	8,25	9,16
PTR1L	4,52	0,43	1,07	1,95	0,43	1,10	1,95	1,11	12,47	9,82	8,91	8,61
VLB1L	6,22	3,48	2,60	9,40	3,48	2,61	9,50	10,01	0,83	0,32	1,22	1,10
ANK1L	0,32	0,07	0,09	0,08	0,07	0,11	0,08	0,09	0,04	0,13	0,09	0,02

Akcijų rinkoje išskiriamos trys likvidumo dimensijos – plotis, gylis ir greitis. Plotis nusako investavimo kaštus, gylis apibūdina akcijos apyvartumą rinkoje pagal apyvartą, prekiautus kiekius ir sandorių skaičių. Greitis parodo laiko intervalą, kurio metu buvo nulinė apyvarta ar nulinė grąža.

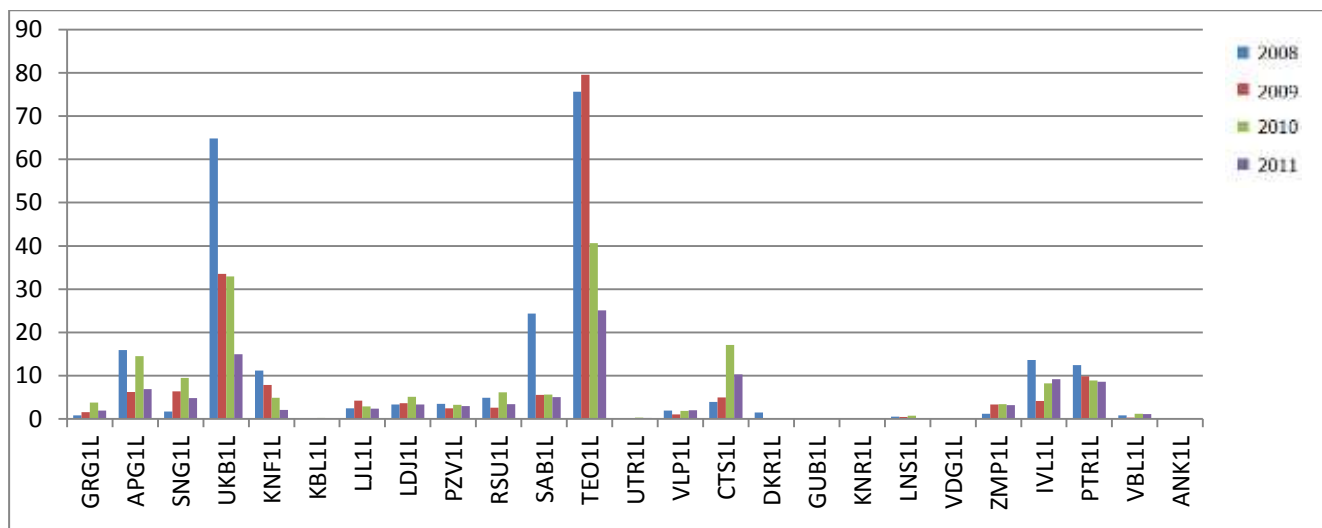
Tyrimui atlikti buvo pasirinktos dvi šalys: Lietuva ir Indija (žr. 3.3 ir 3.4 lentelės). Tarp pasirinktų akcijų yra 25 iš Lietuvos ir 24 iš Indijos vertybinių popierių biržos. Iš pateiktos lentelės intuityviai pastebima, kad akcijos turi būti skirtingo likvidumo lygio. Tiek akcijų uždarymo ir atidarymo kainos, tiek apyvartos eurai per analizuojamą laikotarpį yra skirtingos.

3.4 lentelė. Tiriamų akcijų atidarymo ir uždarymo kainos, apyvarta

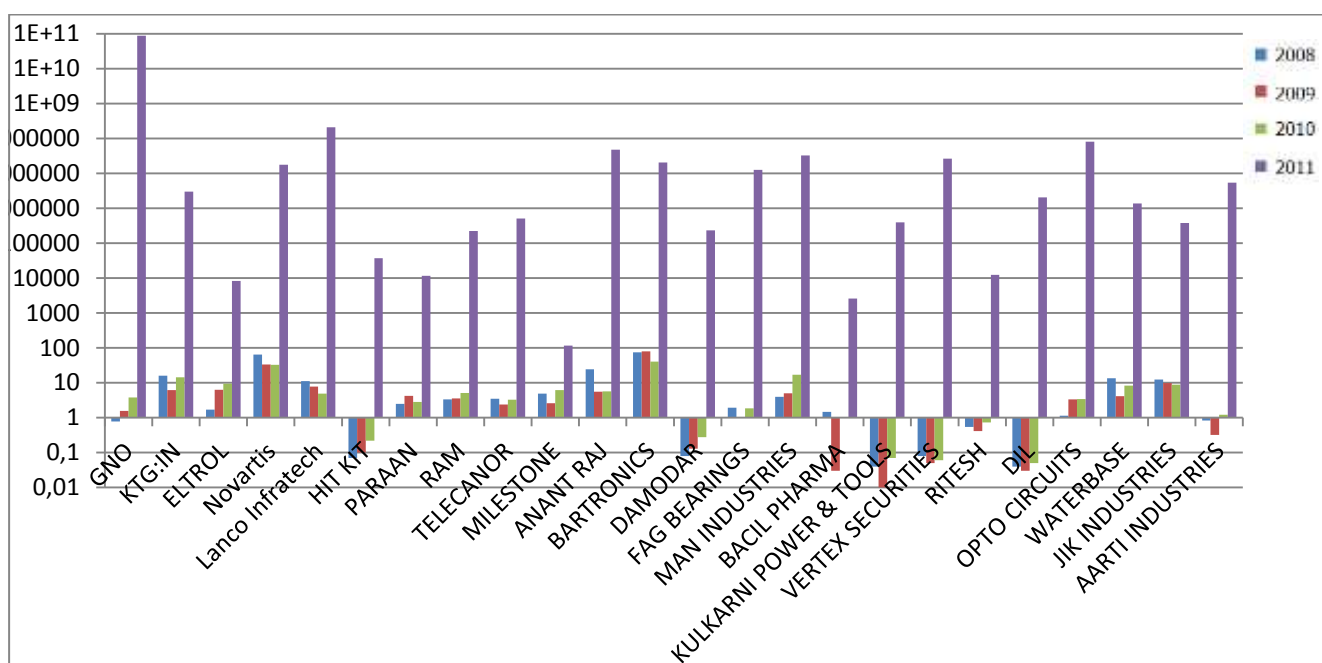
Index	Open Price, EUR				Last Price, EUR				Turnover, mln EUR			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
GNO	2,432	201,86	30037,16	7359104,4	1,16	2,09	3,44	3,05	46561727986	10253815	3,06633E+11	89280329427
KTG:IN	0,198	0,053	0,4242	0,575498	0,051187	106,971	140,456	159,28	2285902	4736893,2	4575429	3040605
ELTROL	0,027	0,008	0,006363	0,00608	0,007918	0,006787	0,005797	0,003252	343775,1	34804,83	34726,16	8239,774
Novartis	5,804	3,846	7,9184	9,57278	3,885672	7,86891	9,24756	9,236955	8681049	19935483	15207989	17647778
Lanco Infratech	11,88	2,2157	0,832846	0,90496	2,198063	8,170799	0,897183	0,13433	757746255	739924900,7	197080971	209895841,7
HIT KIT	0,008	0,0089	0,00905	0,008484	0,009757	0,009332	0,008343	0,007636	312153,9	46747,26	51578,38	37654,64
PARAAN	7,272	16,873	37,302734	22,2705	17,75984	39,26537	21,21	20,16364	9386,075	14473,28	20822,44	11749,27
RAM	0,052	0,098697	0,144935	0,101949	0,096859	0,123442	0,105626	0,055005	2053982	223875,4	461945,6	224677,4
TELECANOR	0,252	0,137865	0,343602	0,743764	0,131502	0,352793	0,745178	0,244622	1160131	1593732	2233567	508330,9
MILESTONE	0,275	0,243208	0,188345	0,11312	0,11312	0,05656	0,121604	0,110009	7529,974	266,03	1721,517	117,1358
ANANT RAJ	4,965	1,257753	1,89476	1,529241	1,247855	1,885569	1,517222	0,562065	50288784,66	133555314,7	102043211	48341244,4
BARTRONICS	3,703	1,199072	2,103325	1,268358	1,189881	2,095548	0,142814	0,33229	76367917	93828643	97112038	20580916
DAMODAR	0,898	0,316029	0,144794	0,822241	0,317443	0,3535	0,784063	0,483588	357597,3	79915,25	1639721	234394,6
FAG BEARINGS	9,757	3,406326	8,7668	12,4432	3,1815	8,593585	12,395124	14,80034	4001052	11388298,3	8289037	12753496
MAN INDUSTRIES	2,288	0,53732	0,79891	1,165136	0,541562	0,748713	1,15948	1,496719	21391994,3	24925980,6	43459043,8	32875937
BACIL PHARMA	0,071	0,034219	0,09389	0,045248	0,035916	0,089506	0,0475104	0,05656	4598,809	1423,078	4415,625	2604,475
KULKARNI POWER & TOOLS	4,101	0,430563	1,026564	0,070841	0,427028	1,003233	1,105748	0,5656	2435447	1059006	5136156	395685
VERTEX SECURITIES	0,645	0,119483	0,224119	2,089185	0,12019	0,23331	1,990205	0,179578	468305,5	106568,8	32381853	26676434
RITESH	0,262	0,071407	0,063771	0,110292	0,068013	0,066741	0,109585	0,089365	175464,7	25522,36	33178,73	12323,17
DIL	4,242	1,52712	3,9592	6,92153	1,44228	3,8885	6,870626	5,601561	844905,4	1357005	5067586	2069678
OPTO CIRCUITS	7,281	1,247148	3,236646	3,830526	0,141541	3,208366	3,800125	2,819516	68924387,4	211160450	90566661	81204843
WATERBASE	0,177	0,051187	0,06363	0,061792	0,050904	0,066458	0,0620746	0,224119	499306,3	131652,4	129046,1	1384020
JIK INDUSTRIES	0,218	0,01414	0,275023	0,154974	0,164448	0,265125	0,1549744	0,0707	858934,2	325995,6	3069036	377165,2
AARTI INDUSTRIES	0,670	0,447531	0,709121	0,6363	0,441168	0,69993	0,916272	0,667408	17103071	15060140	18392129	5484065

3.1 ir 3.2 paveikslėliuose matome Lietuvos ir Indijos akcijų apyvartas milijonais eurų, kurios parodo, kad didžiausia apyvarta priklauso Indijos akcijai GNO, o kitos panašios, tačiau Lietuvos nei viena akcija negali konkuruoti su Indijos akcijomis, nors Lietuvos didžiausia ir yra TEO1L.

Kaip matome, Indijos akcijų apyvarta smarkiai išaugo per metus nuo 2010 iki 2011. Tačiau ne visos akcijos dirba pelningai. Tokios kaip HIT KIT, DAMODAR, bei kt., tik 2011 pradėjo nešti pelną.



3.1 pav. Lietuvos akcijų apyvartos mln. EUR



3.2 pav. Indijos akcijų apyvartos mln. EUR

3.3 AKCIJŲ LIKVIDUMAS PAGAL ATSKIRUS RODIKLIUS

Vienas iš paprastų būdų, kaip greitai įvertinti akcijos likvidumą, yra įvertinti visus likvidumo rodiklius konkrečiai akcijai ir palyginti juos su kitų akcijų likvidumo rodikliais. Taip galima sužinoti santykinį tam tikros akcijos likvidumą.

Šiame tyrime buvo apskaičiuoti tiriami rodikliai kiekvienai akcijai nurodytu periodu (2008- 2011 metai).

3.5 lentelė Lietuvos akcijų likvidumo rodikliai

Index	Vol_i	D_i	$Dlog_i$	WT_i	$LR1_i$	$LR2_i$	QS_i
GRG1L	148721,2	60731	20,02174	0	0,06623	30,5	-0,0249
APG1L	16437,5	67362	20,70612	5,72	0,133971	3,12423	-0,08261
SNG1L	720347,2	262300	23,55212	0	0,520233	0	-0,02653
UKB1L	2704884	1264165	26,70553	1,45	101,6042	0,09	-0,0167
KNF1L	188170,5	233687	23,01046	7,56	0,285011	3,26429	-0,00778
KBL1L	6173,21	8605	16,4966	0	0,00126	0	-0,03432
LJL1L	1037118	2430089	27,55234	6,69	0,092564	3,214	-0,00333
LDJ1L	205479,2	247921	22,34089	4,5	3,189727	0,04311	-0,02009
PZV1L	25169,32	16284	17,93211	7,44	0,060159	8,40833	-0,03807
RSU1L	30891,38	64546	20,24877	0	3,350394	1,27	-0,05177
SAB1L	371240	343150	24,07308	1,14	0,765873	1,47	-0,01322
TEO1L	1479748	756926	25,1284	2,74	0,026423	55,0074	-0,01008
UTR1L	24967,74	41953	19,87358	3,33	0,000266	225,467	-0,02442
VLP1L	47739,74	28573	19,12464	1,42	0,054169	3,166	-0,0565
CTS1L	75862,75	34308	19,08036	4,9	3,390858	0,29778	-0,11272
DKR1L	251,36	12531	16,92059	0	0,049213	0	-0,02856
GUB1L	28243,9	48377	19,32854	0	0,000478	0	-0,00945
KNR1L	1696,73	21982	18,5728	0	0,00016	0	-0,02408
LNS1L	140402,6	293892	23,59092	0	0,000496	0	-0,00411
VDG1L	220,8437	44845	19,61082	0	8,65E-06	0	-0,01976
ZMP1L	249840,8	66116	19,86118	0	0,164875	3,348	-0,10494
IVL1L	116348,1	65955	20,65793	1,98	48,83333	0,00545	-0,10192
PTR1L	133043,7	95287	21,48779	0,3625	11,84821	0,06	-0,08915
VBL1L	4935,18	4777	15,35132	25,28	0,231952	0,41556	-0,29167
ANK1L	22096,77	10428	16,72821	0	0,001804	0	-0,00789

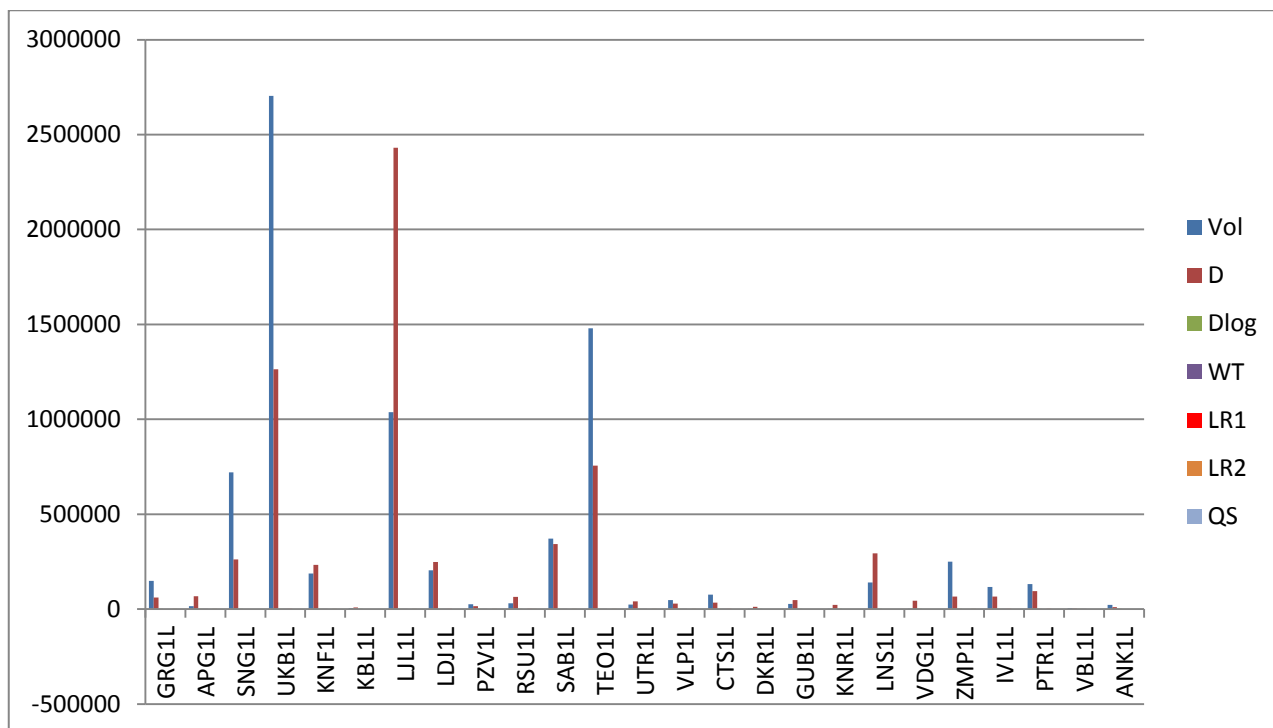
3.5 ir 3.6 lentelėse pateikti paskaičiuoti Lietuvos ir Indijos akcijų likvidumo rodikliai. Pavaizduokime juos grafiškai ir palyginkime.

3.3 ir 3.4 paveikslėliuose matome Lietuvos ir Indijos paskaičiuotus likvidumo rodiklius. Kaip matome pagrindinis skirtumas, kuris matomas ir grafikuose, Lietuvos rodikliai panašiam lygyje, tačiau Indijos rodikliai labai skiriasi, nes vieni labai aukšti, o kiti nevisai.

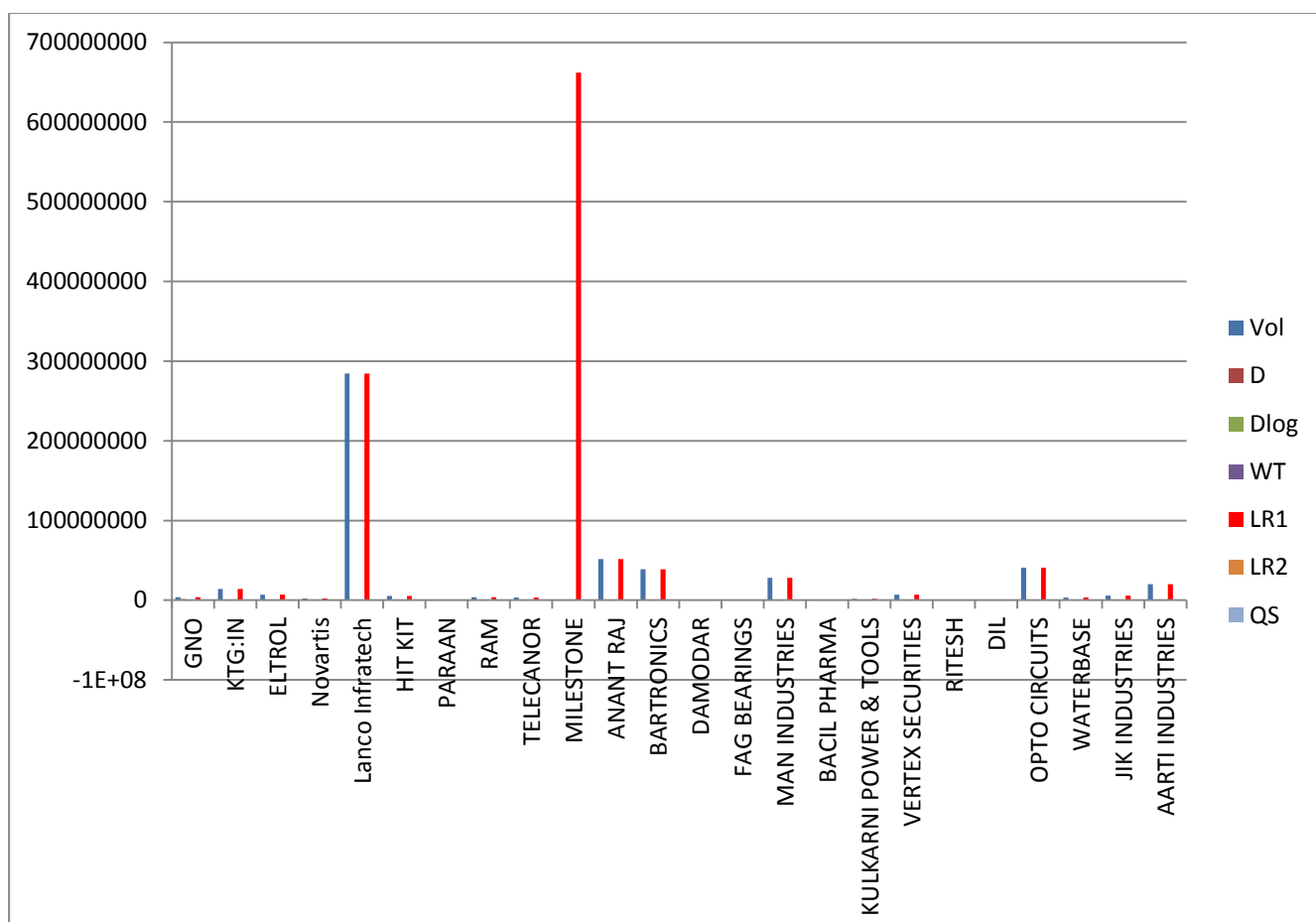
3.6 lentelė Indijos akcijų likvidumo rodikliai

Index	Vol_t	D_t	$Dlog_t$	WT_t	$LR1_t$	$LR2_t$	QS_t
GNO	3834249	1399732	26,886	1,000018773	3834248,499	0,003301042	-9,99339
KTG:IN	14295217	713231	25,174	1,000028149	14295216,54	0,000509632	-3,89554
ELTROL	7090072	456640	24,343	1,000000004	7090068,579	4,06151E-09	0,698187
Novartis	2183844	261959	23,515	1,000000134	2183844,251	6,67749E-05	-23,2853
LancoInfratech	284319730	193871	22,963	1,000000001	284319730,3	1,08975E-07	-37,719
HIT KIT	5518291	167343	22,634	1	5518292,938	4,26372E-11	23,31688
PARAAN	652,5	131945	22,186	1,000000126	652,5001095	0,000192988	-95,9901
RAM	3886011	115997	21,899	1,000001002	3886011,903	1,35184E-05	-2,63691
TELECANOR	3513380	79195	21,158	1,000001227	3513380,05	3,39476E-05	-5,60145
MILESTONE	95,5	75901	21,069	1,000000001	6,61959E+11	2,64836E-15	-0,64418
ANANT RAJ	51455409	67627	20,8	1,000002761	51455408,62	0,000317078	-16,7723
BARTRONICS	38841060	64763	20,723	1	38841059,75	2,21764E-08	-20,6587
DAMODAR	808206	61907	20,644	1	808206,0129	9,93505E-09	-5,71865
FAG BEARINGS	1105285	56319	20,479	1,000000024	1105285,25	1,4259E-05	-40,8209
MAN INDUSTRIES	28238587	55153	20,438	1,000000002	28238586,74	1,19221E-07	-10,5017
BACIL PHARMA	393	42670	19,849	1	392,9999999	2,70566E-07	-1,54337
KULKARNI POWER & TOOLS	1869246	41416	19,798	1,000004337	1869245,506	0,000370254	-12,6726
VERTEX SECURITIES	6943373	38343	19,631	1,000000006	6943372,511	9,51498E-07	-26,0105
RITESH	466343	35478	19,434	1,000000001	466342,9999	8,86348E-09	-1,95633
DIL	512582,5	33559	19,327	1,000000229	512582,5001	7,39175E-05	-23,0961
OPTO CIRCUITS	40806770	33172	19,304	1,000000006	40806769,51	1,18566E-06	-21,1909
WATERBASE	3481977	30836	19,142	1	3481976,511	1,36271E-09	-2,71339
JIK INDUSTRIES	5842037	30096	19,085	1,000000404	5842036,497	5,6602E-06	22,04656
AARTI INDUSTRIES	20250594	29181	19,024	1,000000012	20250594,01	5,97542E-07	15,69172

Pastebėsime, kad Vol_t – akcijų kiekis didžiausias aptinkamas Indijos akcijoje Lanco Infratech, kurios rodiklis – 284319730. Atroji pagal dydį daug mažesnė, tačiau vis tiek didesnė už didžiausią Lietuvos akciją SNG1L, kurios rodiklis – 720347. D_t – akcijų kiekio gylis Indijos akcijų rinkoje labai mažas, net galime teikti, kad Lietuvos akcijų rinkoje šis rodiklis didesnis ypač tokioms kaip LDJ1L, UKB1L ir TEO1L akcijoms. WT_t - laikas tarp įvykusių sandorių yra labai mažas, kai kur net lygus 0, tai reiškia, kad nuolat vyksta prekyba. $LR1_t$ Amivest likvidumo koeficientas parodo akcijų vertę. Indijos akcijų vertė daug didesnė už Lietuvos akcijų. QS_t - kainos nuolydžio rodiklis yra ypač mažas, netgi dažniausiai neigiamas.



3.3 pav. Lietuvos akcijų likvidumo rodikliai



3.4 pav. Indijos akcijų likvidumo rodikliai

3.4 DAUGIAMATĖ REGRESINĖ ANALIZĖ

3.7 lentelė Kolmogorovo-Smirnovo testas

One-SampleKolmogorov-SmirnovTest		LT_apyvarta	Ind_apyvarta
N		25	24
NormalParameters ^{a,b}	Mean	28092800,0000	1,5931E8
	Std. Deviation	50172238,38273	4,23363E8
MostExtremeDifferences	Absolute	,299	,353
	Positive	,299	,337
	Negative	-,289	-,353
Kolmogorov-Smirnov Z		1,496	1,731
Asymp. Sig. (2-tailed)		,023	,005

a. TestdistributionisNormal.

b. Calculatedfrom data.

Kadangi reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$, kurį gauname pasinaudoję Kolmogorovo-Smirnovo testu, galime daryti išvadą, kad kintamųjų duomenys nepasiskirstę pagal normalųjį pasiskirstymą.

3.8 lentelė Lietuvos akcijų rinkos likvidumo rodiklių modelio santrauka

ModelSummary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. ErroroftheEstimate
1	,892 ^a	,796	,727	320463,82115

a. Predictors: (Constant), LT_QS, LT_LR1, LT_WT, LT_LR2, LT_D, LT_Dlog

3.9 lentelė Indijos akcijų rinkos likvidumo rodiklių modelio santrauka

ModelSummary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. ErroroftheEstimate
1	,347 ^a	,21	-,190	63028671,55740

a. Predictors: (Constant), IN_QS, IN_LR2, IN_LR1, IN_Dlog, IN_WT, IN_D

3.8 ir 3.9 lentelėse išvesti bendrieji regresijos modelio parametrai. Kadangi $R^2 > 0,20$ tuomet darome išvadą, kad determinacijos koeficientas pakankamai didelis ir tiesinės regresijos modelio atmesti, kaip netinkamo, dar negalima, nes paaiškina priklausomo kintamojo sklaidos apie jo vidurkį.

3.10 lentelė Dispersinė analizė

ANOVA					
	SumofSquares	df	MeanSquare	F	Sig.
BetweenGroups	59396,716	21	2828,415	26,735	,037
WithinGroups	211,585	2	105,793		
Total	59608,301	23			

Dispersinės analizės (ANOVA) lentelėje matome reikšmingumo lygmenį („Sig.“), kuris parodo, kad modelis tinkamas tiesinei regresinei analizei, nes yra mažesnis už 0,05, vadinasi, ryšiai tarp kintamųjų yra statistiškai reikšmingi.

3.11 lentelė Porinės statistikos testas

PairedSamplesStatistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. ErrorMean
Pair 1 apyvarta	29,2517	24	50,90840	10,39163
apyvarta_2	21,0934	24	48,33648	9,86664

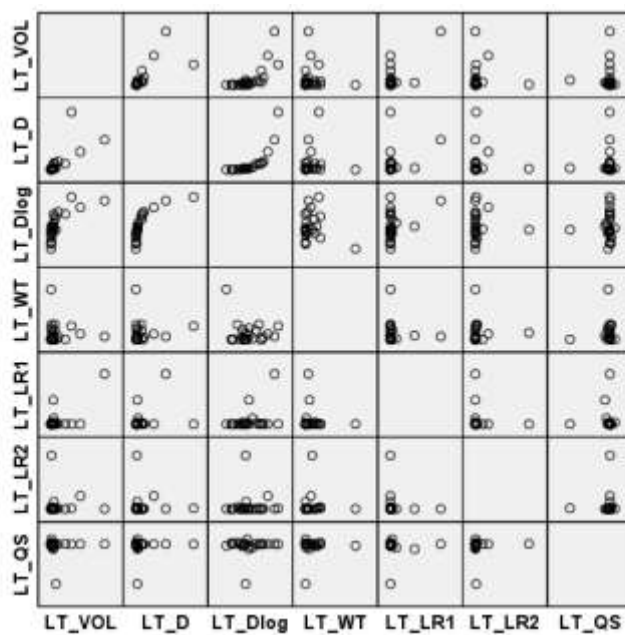
3.11 lentelėje matome abiejų apyvartų vidurkius: Lietuvos – 29,2517, Indijos – 21,0934. Standartinis nuokrypis: Lietuvos – 50,90840, Indijos – 48,33648.

3.12 lentelė Porinės statistikos testas

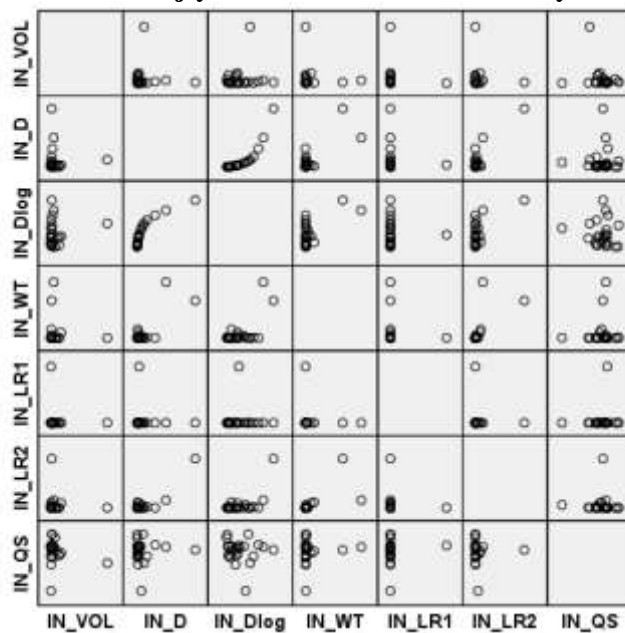
PairedSamplesTest								
	PairedDifferences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. ErrorMean	95% ConfidenceIntervaloftheDifference				
				Lower	Upper			
Pair 1 apyvarta - apyvarta_2	8,15825	67,99870	13,88018	-20,55508	36,87158	,588	23	,562

Kaip matome 3.12 lentelėje Sig.(2-tailed) vertė yra 0,562. Ši vertė yra didesnė už 0,05. Dėl šios priežasties, galime daryti išvadą, kad nėra statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dviejų apyvartų.

Pabandykime nubrėžti kiekvieno priklausomo ir nepriklausomo kintamojo taškines diagramas, kad įsitikintumėme, kad tiesinis ryšys egzistuoja ir kad nėra akivaizdžių išskirčių.



3.5 pav. Lietuvos akcijų rinkos likvidumo rodiklių taškinė diagrama



3.6 pav. Indijos akcijų rinkos likvidumo rodiklių taškinė diagrama

Abiem atvejais, šios diagramos akivaizdžiai nepademonstruoja tiesinio ryšio, taip pat pastebime didelių išskirčių duomenyse.

3.13 lentelė Regresijos koeficientai

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
	B	Std. Error				Beta	Lower Bound	Upper Bound	Tolerance
	1 (Constant)	-1081954,974	705202,799		-1,534	,142	-2563531,076	399621,129	
LT_D	,378	,203	,328	1,864	,079	-,048	,805	,367	2,727
LT_Dlog	56893,267	35330,027	,292	1,610	,125	-17332,365	131118,899	,346	2,891
LT_WT	1971,633	13349,791	,017	,148	,884	-26075,238	30018,504	,848	1,179
LT_LR1	13980,640	3218,451	,502	4,344	,000	7218,925	20742,355	,850	1,176
LT_LR2	670,902	1444,864	,050	,464	,648	-2364,644	3706,449	,978	1,023
LT_QS	-1787,244	8061,292	-,024	-,222	,827	-18723,390	15148,902	,984	1,017

a. Dependent Variable: LT_VOL

3.14 lentelė Regresijos koeficientai

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
	B	Std. Error				Beta	Lower Bound	Upper Bound	Tolerance
	1 (Constant)	7,295E11	3,370E12		,216	,831	-6,381E12	7,841E12	
IN_D	-87,909	257,552	-,464	-,341	,737	-631,296	455,478	,028	35,781
IN_Dlog	15291839,234	19363268,46	,556	,790	,441	-25561086,20	56144764,669	,104	9,598
IN_WT	-7,298E11	3,370E12	-,085	-,217	,831	-7,841E12	6,381E12	,337	2,967
IN_LR1	-4,029E-5	,000	-,094	-,404	,691	,000	,000	,953	1,049
IN_LR2	3,193E9	6,511E10	,037	,049	,961	-1,342E11	1,406E11	,090	11,141
IN_QS	-303887,912	622811,073	-,126	-,488	,632	-1617904,417	1010128,592	,778	1,286

a. Dependent Variable: IN_VOL

3.13–3.14 lentelėse pateikti regresinių lygčių nestandartizuoti („B“) ir standartizuoti („Beta“) koeficientai yra statistiškai reikšmingi, t.y. turi nepriklausomos įtakos priklausomųjų kintamųjų lygiui. Tolerancijos („tolerance“) įverčiai parodo, kad nepriklausomi kintamieji yra silpnai tarpusavyje susiję (nėra multikolinearumo): tolerancijos kriterijus yra toli nuo 0 (0 reikštų, kad kintamasis yra tiesinė kitų nepriklausomų kintamųjų kombinacija ir nė kiek neprideda prie priklausomojo kintamojo nuspėjimo). VIF – dispersijos mažėjimo daugiklis, tiesiogiai išplaukia iš tolerancijos įverčio, kuo jis didesnis, tuo yra daugiau tarpusavyje susiję nepriklausomi kintamieji.

3.5 REGRESINIAI RINKŲ LIKVIDUMO MODELIAI

Norėdami su sudaryti regresinius abiejų rinkų likvidumo modelius, turime iš pradžių pasirinkti kokį taikysime modelį. Pabandykime pasirinkti tiesinį modelį (žr. 3.15– 3.16 lentelės).

3.15 lentelė Tiesinio modelio santrauka ir parametų įverčiai

ModelSummaryandParameterEstimates

DependentVariable:LT_D

Equation	ModelSummary					ParameterEstimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	,499	22,875	1	23	,000	70396,133	,612

Theindependentvariableis LT_VOL.

3.16 lentelė Tiesinio modelio santrauka ir parametų įverčiai

ModelSummaryandParameterEstimates

DependentVariable:IN_D

Equation	ModelSummary					ParameterEstimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	,000	,005	1	22	,947	177351,072	-7,633E-5

Theindependentvariableis IN_VOL.

Pasinaudoję tiesiniu modeliu (žr. 3.15–3.16 lentelės) matome, kad jo nepakanka sudaryti tinkamam modeliui. Tuomet pasirenkame naudoti kvadratinį modelį (žr. 3.17–3.18 lentelės) ir užrašome regresijos lygtis.

3.17 lentelė Kvadratinio modelio santrauka ir parametų įverčiai

ModelSummaryandParameterEstimates

DependentVariable:LT_D

Equation	ModelSummary					ParameterEstimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Quadratic	,621	17,992	2	22	,000	-32412,239	1,513	-3,869E-7	

Theindependentvariableis LT_VOL.

$$y = -32412,239 + 1,513x - 0,0000003869x^2$$

3.18 lentelė Kvadratinio modelio santrauka ir parametrų įverčiai

ModelSummaryandParameterEstimates

DependentVariable:IN_D

Equation	ModelSummary					ParameterEstimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Quadratic	,009	,099	2	21	,906	197188,666	-,002	8,250E-12	

Theindependentvariableis IN_VOL.

$$y = 197188,666 - 0,002x - 0,00000000000825x^2$$

3.6 DIRBTINIS INTELEKTAS

Dirbtinis intelektas – tai dirbtinai sukurtas intelektas, t. y. programinė sistema, imituojanti žmogaus mąstymą kompiuteryje. DI skiriasi nuo įprastų kompiuterinių algoritmų tuo, kad gali apsimokyti, ir dėl to atlikdamas tą patį veiksmą gali elgtis kitaip priklausomai nuo prieš tai atliktų veiksmų. Tokie metodai suteikia daugiau lankstumo ir leidžia sukurti programas, galinčias „suprasti“. Galima teigti, kad DI remiasi žiniomis apie žmogaus mąstymo procesą, imituoja jį, tačiau vis dar nėra pilnavertis žmogaus pakaitalas.

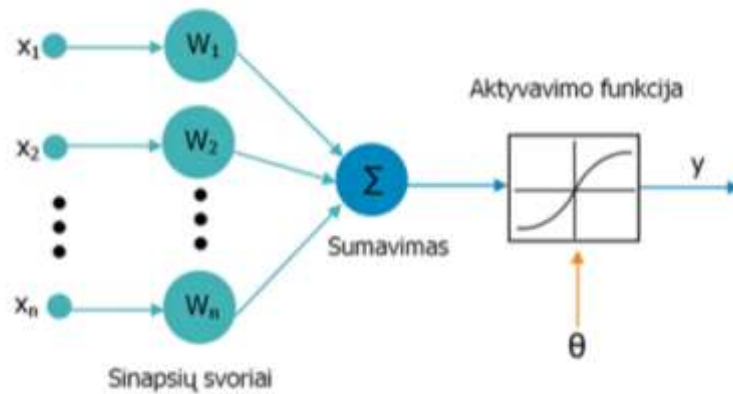
Pasinaudosime vienu iš DI metodu – neuroniniais tinklais. Neuroniniai tinklai padeda sprendžiant dviejų rūšių – klasifikacijos ir prognozavimo – uždavinius.

3.6.1 DIRBTINIS NEURONAS

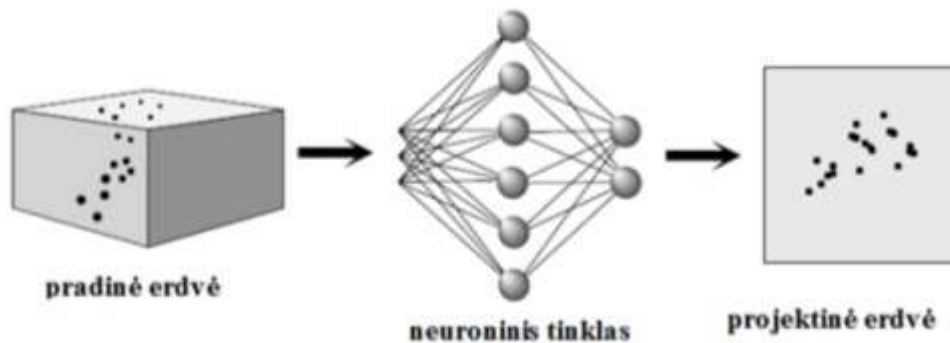
Dirbtinis neuronas – biologinio neurono abstrakcija, pagrindinis dirbtinių neuroninių tinklų komponentas. Dirbtinis neuronas turi keletą įėjimų ($x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$) ir vieną išėjimą (y). Išėjimo reikšmė gaunama pagal formulę:

$$y = \varphi\left(\sum_{j=0}^n \omega_j x_j\right) \quad (3.1)$$

Koeficientai w vadinami įėjimų svoriais, o funkcija φ - aktyvavimo funkcija.



3.7 pav. Dirbtinio neurono sandara



3.8 pav. Neuroninis tinklas daugiamatųjų duomenų vizualizavimui

Šiuo metu yra sukurta nemažai programinių sistemų, kuriuose yra realizuoti dirbtiniai neuroniniai tinklai. Vienos sistemos – tai universalūs statistikiniai paketai, kuriuose be neuroninių tinklų yra ir daug kitų duomenų analizės įrankių. Kitos yra specifinės neuroninių tinklų sistemos. Pastarosiose gali būti realizuoti vieno ar kelių tipų neuroniniai tinklai.

3.6.2 NEURONINIŲ TINKLŲ KONSTRAVIMAS MATLAB SISTEMOJE

Neuroniniai tinklai – tai funkcijų rinkinys Matlab programinėje aplinkoje, kuriuo galima kurti, analizuoti, modeliuoti ir redaguoti dirbtinius neuroninius tinklus. Neuroniniai tinklai padeda išspręsti tokius uždavinius, kur formali analizė nepaveda.

Norint apmokyti neuroninį tinklą, reikia turėti mokymo duomenis ir trokštamas reikšmes. Pagrindinė Matlab sistemoje neuroninių tinklų apmokymo funkcija yra *newff*. Šiai funkcijai pirmasis paduodamas parametras, tai mokymo duomenų kiekvieno stulpelio mažiausia ir didžiausia reikšmės (duomenys iš tekstinio failo). Antrasis parametras nurodo, kiek yra paslėptų sluoksnių ir po kiek neuronų juose. Trečiasis parametras apibrėžia perdavimo funkcijas kiekviename sluoksnyje. Matlab

sistemoje perdavimo funkcijos siūlomos trys: loginis sigmoidas (*logsig*), tangento sigmoidas (*tansig*) ir tiesinė (*purelin*). Paskutinis parametras nurodo mokymo funkciją, bet jis nėra būtinas. Tinklo mokymui naudojama funkcija *train*. Ši funkcija tinklo mokymui naudoja klaidos sklidimo atgal algoritmą. Kreipiantis į funkciją reikia nurodyti savo sukurtą tinklą, mokymo duomenis ir trokštamą reišmes. Taip pat, prieš pradėdant mokytį tinklą, galima nustatyti keletą mokymo parametrų (*trainParam*): epochųskaičių (*epoch*), kas kiek epochų parodyti rezultatus ekrane (*show*), norimą pasiekti klaidą (*goal*) ir mokymo konstantą (*lr* – *learning rate*).

3.6.3 DIRBTINIO NEURONINIO TINKLO APMOKYMO REALIZACIJA MATLAB 19 SISTEMOJE

Kaip realizuojamas neuroninio tinklo apmokymas Matlab sistemoje? Vienas iš šio darbo uždavinių išnagrinėti Matlab sistemoje apmokyto neuroninio tinklo realizavimą. Taigi su atitinkamais duomenimis buvo vykdomas tinklo apmokymo procesas.

Šis metodas, kai tinklui paduodami vektoriai iš eilės po vieną, skaičiuojama klaida ir siunčiamas vektorius atgal, atnaujinami.

3.19 lentelė Duomenys esant konstantai 0.1 ir epochų skaičiui 400.

Neuronų sk.	Const	Matlab	laikas
10	0,1	0,000033	4,97
11		0,000023	5,77
12		0,000018	5,98
13		0,000015	8,12
14		0,000019	4,56
15		0,000009	10,49
16		0,000020	11,72
17		0,000005	10,45
18		0,000010	8,65

3.20 lentelė Duomenys esant konstantai 0.2 ir epochų skaičiui 400.

Neuronų sk.	Const	Matlab	laikas
10	0,2	0,00093	4,84
11		0,00061	6,71
12		0,000010	4,11
13		0,000054	7,55
14		0,000014	11,47
15		0,000092	10,58
16		0,000028	9,72
17		0,000015	10,66
18		0,000044	9,65

3.21 lentelė Duomenys esant konstantai 0.1 ir epochų skaičiui 400.

Neuronų sk.	Const	Matlab	laikas
10	0,1	0,0002109	10,74
11		0,0000074	4,54
12		0,000108	7,68
13		0,000066	6,82
14		0,000024	11,64
15		0,000019	8,43
16		0,000238	5,92
17		0,000072	8,45
18		0,000057	12,41

3.22 lentelė Duomenys esant konstantai 0.2 ir epochų skaičiui 400.

Neuronų sk.	Const	Matlab	laikas
10	0,2	0,0000119	12,55
11		0,0000004	4,79
12		0,000098	7,38
13		0,000066	5,82
14		0,000006	9,56
15		0,000019	11,49
16		0,000234	5,02
17		0,000075	8,45
18		0,000017	8,95

3.19–3.22 lentelės parodo, kad atsitiktinai paimti neuronai su konstantomis 0,1 ir 0,2 duoda šiuos rezultatus: laikas parodo trukmę, per kurią bandyta surasti likvidumo rodiklį, o Matlab apskaičiuotos konstantos parodo, kad likvidumo rodiklių nepamatysi.

Iš gautų rezultatų galime teikti, kad neuroninis tinklas parodė, per kiek laiko ir kokius Lietuvos ir Indijos akcijų likvidumo rodiklius galima rasti, tačiau jis negarantuoja tikslių rezultatų.

4 DISKUSIJA

- Mano manymu, būtų labai įdomu pasinaudojus pagrindinių komponentų analize iširti kiekvieną akciją. Tuomet, turėdami tikslesnę analizę apie akcijas, galėtume palyginti jos likvidumo rodiklius.
- Likvidumo nustatymui buvo naudota neuroniniai tinklai. Prasminga būtų likvidumo nustatymus nagrinėti ir pagal kitus dirbtinio intelekto metodus.

IŠVADOS

- Lietuvos ir Indijos apyvartos kintamieji duomenys nepasiskirstę pagal normalųjį pasiskirstymą, kadangi reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$.
- Didelis koreguotas R^2 parodė, kad tiesinės regresijos modelis yra tinkamas, nes paaiškina priklausomų kintamųjų, Lietuvos ir Indijos akcijų rinkos likvidumo rodiklių, sklaidos apie jo vidurkį.
- Dispersinės analizės (ANOVA) lentelė parodė, kad modelis tinkamas tiesinei regresinei analizei, nes p -reikšmė didesnė už reikšmingumo lygmenį $0,05$, vadinasi, ryšiai tarp kintamųjų: Lietuvos ir Indijos apyvartos yra statistiškai reikšmingi.
- Regresinių lygčių nestandartizuoti B ir standartizuoti β koeficientai yra statistiškai reikšmingi, t. y. turi nepriklausomos įtakos priklausomųjų kintamųjų lygiui.
- Tolerancijos įverčiai parodo, kad nėra multikolinearumo visose Lietuvos ir Indijos rinkose.
- Spearmano ranginė koreliacija parodė, kad rodikliai D ir $Dlog$ yra ypač koreliuoti tarpusavyje. Silpną koreliaciją su visais rodikliais turi QS rodiklis. Taip pat LRI rodiklis yra beveik nepriklausomas nuo $LR2$ rodiklio.
- Vol_t parodo, kad didžiausia Indijos akcija – Lanco Infratech. Jos rodiklis – 284319730. Antroji Indijos akcija, Anant Raj, pagal dydį daug už ją mažesnė, tačiau vis tiek didesnė už didžiausią Lietuvos akciją SNG1L, kurios rodiklis – 720347.
- D_t parodo, kad akcijų kiekio $gylis$ Indijos akcijų rinkoje labai mažas. Galima teigti, kad Lietuvos akcijų rinkoje šis rodiklis didesnis, ypač tokių kaip LDJ1L, UKB1L ir TEO1L akcijų.
- WT_t rodo, jog laikas tarp įvykusių sandorių yra labai mažas, kai kur net lygus 0, tai reiškia, kad nuolat vyksta prekyba.
- $LR1_t$ Amivest likvidumo koeficientas parodo akcijų vertę. Indijos akcijų vertė daug didesnė už Lietuvos akcijų.
- QS_t parodo, kad Lietuvos ir Indijos akcijų kainos nuolydžio rodiklis yra ypač mažas, dažniausiai net neigiamas.
- Neuroninis tinklas parodė, per kiek laiko ir kokius Lietuvos ir Indijos akcijų likvidumo rodiklius galima rasti, tačiau jis negarantuoja tikslių rezultatų.

REKOMENDACIJOS

- Tolesniuose tyrimuose naudinga tirti ir lyginti daugiau šalių ir su įvairesniais likvidumo rodikliais. Didesnis rodiklių skaičius duotų tikslesnius rezultatus.
- Rasti daugiau būdų likvidumo rodikliams palyginti.

PADĖKA

Dėkoju doc. dr. A. Kabašinskiui už patarimus ir kantrybę.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Baker, H. K. (1996), „Trading location and liquidity: An analysis of U.S. dealer and agency markets for common stocks“, *Financial Markets, Institutions & Instruments* 5(4), 1-51.
2. Mačys Ugnius. „Likvidumo Baltijos šalių akcijų rinkoje tyrimas.“ Magistro baigiamasis darbas, Kaunas, Kauno technologijos universitetas, 2011.
3. Shen, P. & Starr, R. M. (2002), „Market - makers' supply and pricing of financial market Liquidity“, *Economics Letters* 1.
4. Von Wyss, Rico. „Measuring and Predicting Liquidity in the Stock Market.“ Mokslų daktaro disertacija, Swiss Institute of Banking and Finance, University of St. Gallen, Zurich, 2004.
5. Finansų valdymas <http://www.auditum.lt>
6. Neuroniniai tinklai http://lt.wikipedia.org/wiki/Neuroniniai_tinklai
7. Likvidumo apibrėžimas <http://lt.wikipedia.org/wiki/Likvidumas>
8. Indijos statistiniai duomenys <http://www.bseindia.com/>
9. Lietuvos statistiniai duomenys <http://www.nasdaqomxbaltic.com/market/?lang=lt>

PRIEDAI**Sistemos Matlab 19 programos kodas**

MOKYMO DUOMENŲ NUSKAITYMAS

X = load('duomenys.txt');

MOKYMO DUOMENŲ NORMAVIMAS

for j=1:4

min(j)=X(1,j);

max(j)=X(1,j);

end

for j=1:4

for ij=1:150

ifmin(j) >X(ij,j)

min(j) = X(ij,j);

end

end

end

for j=1:4

for ij=1:150

ifmax(j) <X(ij,j)

max(j) = X(ij,j);

end

end

end

for j=1:4

for ij=1:150

X1(ij,j)=(X(ij,j)-min(j))/(max(j)-min(j));

end

end

p = X1;

p1 = p';

TROKŠTAMŲ REIKŠMIŲ NUSKAITYMAS

t = load('convert.txt');

TROKŠTAMŲ REIKŠMIŲ NORMAVIMAS

for j=1:2

mint(j)=t(1,j);

maxt(j)=t(1,j);

end

for j=1:2

for ij=1:150

ifmint(j) >t(ij,j)

mint(j) = t(ij,j);

end

end

end

for j=1:2

for ij=1:150

ifmaxt(j) <t(ij,j)

maxt(j) = t(ij,j);

end

end

end

for j=1:2

```

for ij=1:150
tt(ij,j)=(t(ij,j)-mint(j))/(maxt(j)-mint(j));
end
end
t1 = tt';
TINKLO SU VIENU PASLÉPTŲ SLUOKSNIU SUKŪRIMAS
net=newff(minmax(p1),[12,2],{'logsig','logsig'});
TINKLO PARAMETRŲ NUSTATYMAS
net.trainParam.show = 50;
net.trainParam.lr = 0.6;
net.trainParam.epochs = 300;
PRADŽIOS LAIKO FIKSAVIMAS
tll = cputime;
TINKLO MOKYMAS
[net,tr]=train(net,p1,t1);
TINKLO APSIMOKYMO TIKRINIMAS
a = sim(net,p1);
a1 = a';
TINKLO APSIMOKYMO TRUKMĖ
laik = cputime-tll
pause
DUOMENŲ ATNORMAVIMAS
for i=1:150
a2(i,1) = (a1(i,1)-0.1)/(0.9-0.1)*(maxt(1)-mint(1))+mint(1);
a2(i,2) = (a1(i,2)-0.1)/(0.9-0.1)*(maxt(2)-mint(2))+mint(2);
end
DUOMENŲ IŠVEDIMAS EKRANE
plot(a2(:,1),a2(:,2),''); grid;

```

