

VILNIAUS UNIVERSITETAS
KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS

INFORMATIKOS KATEDRA

Verslo informacijos sistemų studijų programa

Kodas 6213S138

JŪRATĖ JANUŠKEVIČIŪTĖ

MAGISTRINIS BAIGIAMASIS DARBAS

**RIZIKINGIAUSIO LIETUVOS AKCIJŲ RINKOS SEKTORIAUS
IDENTIFIKAVIMAS NEURONINIŲ TINKLŲ METODU**

KAUNAS 2009

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

INFORMATIKOS KATEDRA

JŪRATĖ JANUŠKEVIČIŪTĖ

MAGISTRINIS BAIGIAMAS DARBAS

**RIZIKINGIAUSIO LIETUVOS AKCIJŲ RINKOS
SEKTORIAUS IDENTIFIKAVIMAS NEURONINIŲ
TINKLŲ METODU**

Leidžiama ginti _____

Magistrantas _____
(parašas)

Darbo vadovas _____
(parašas)

Prof. V.Sakalauskas
(darbo vadovo mokslo laipsnis, mokslo
pedagoginis vardas, vardas ir pavardė)

Darbo įteikimo data _____

Registracijos Nr. _____

KAUNAS 2009

TURINYS

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	4
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	6
SANTRAUKA	8
ĮVADAS.....	9
1. TEORINIAI, ANALITINIAI AKCIJŲ RINKOS ASPEKTAI.....	12
1.1 Iškilusios krizės pasekmės akcijų rinkai	12
1.1.1 Svarbiausios pasaulyje vykusios finansinės krizės.....	12
1.1.2 Lietuvos akcijų rinka	14
1.1.3 Esamos krizės atsiradimo veiksniai	15
1.1.4 Krizės prognozavimas	18
1.2 Akcijų rinkos rizikos įvertinimas.....	19
1.2.1 Rizikos nustatymas ir įvertinimas.....	19
1.2.2 Rizikos įvertinimo metodai.....	22
1.3 Dirbtinio intelekto metodai	26
1.3.1 Metodų palyginimas	26
1.3.2 Neuroniniai tinklai	31
2. RIZIKINGIAUSIO LIETUVOS AKCIJŲ RINKOS SEKTORIAUS IŠSKYRIMUI NAUDOTINO METODO SIŪLYMAS	38
3. RIZIKINGIAUSIO LIETUVOS AKCIJŲ RINKOS SEKTORIAUS IŠSKYRIMAS.....	41
3.1 Tyrimo objektas	41
3.2 Pasirinktų paketų eksperimentinė duomenų analizė	47
3.2.1 Sudarytasis algoritmas (Borland C++ Builder programavimo aplinka).....	48
3.2.2 „Statistica“ pakete naudojamas algoritmas.....	51
3.3 „Borland C++ Builder 6“ programavimo aplinkoje sukurta programa gauti rezultatai.....	52
3.4 „Statistica“ paketu gauti rezultatai	54
3.5 Gautų rezultatų palyginimas	55
IŠVADOS.....	68
LITERATŪRA.....	69
1 PRIEDAS	74
2 PRIEDAS	79
3 PRIEDAS	82

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

„Bretton Woods“ – tarptautinė fiksuotų valiutos kursų struktūra, įsigalėjusi po antro pasaulinio karo. Tikslas – atstatyti tarptautinę ekonomiką.

Kapitalizacija – parodo bendrovės vertę rinkos kainomis ir apskaičiuojama kaip bendrovės išleistų akcijų skaičiaus ir akcijų kainos rinkoje sandauga, ją Lietuvoje skaičiuoja Nacionalinė vertybinių popierių birža.

Prekybinis indeksas (OMX Baltic 10) – jį sudaro 10 pačių likvidžiausių Baltijos šalių biržų prekybos sąrašuose esančių bendrovių akcijos. Visų akcijų indeksai (OMX Baltic, OMX Tallinn, OMX Riga, OMX Vilnius) skaičiuojami kiekvienoje Baltijos šalių biržoje atskirai, o taip pat ir bendrai visai Baltijos šalių VP rinkai.

Recesija (lot. *Recessus* – atsitraukimas) – ekonomikos augimo sustojimas ar nuosmukis. Recesijos metu krinta vertybinių popierių kursai, visiškai neauga ar net sumažėja bendrasis vidaus produktas, išauga infliacija, bedarbystė.

NPV (ang. net present value) – dabartinė grynoji vertė, pagrindinis ir svarbiausias investicijų vertinimo instrumentas.

Embargas (lot. *imbarricare* – trukdyti) – draudimas įvežti arba išvežti iš kokios nors šalies, bet kurios rūšies prekes.

Devalvacija (lot. *valeo* – kainuoju) – valiutos nuvertėjimas, jos kurso sumažėjimas kitų valiutų bei aukso atžvilgiu.

Ekonofizika – disciplina, kuri naudodama fizikinius-matematinius metodus ir fizikinį dinaminių sistemų supratimą, paaiškina, bei matematiškai aprašo globalinės ekonominės-finansinės sistemos dinamiką.

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Baltijos akcijų rinkos indeksai.....	14
2 pav. JAV bendro vidaus produktas (1999-2008 m.).....	17
3 pav. Pagrindiniai pasaulio indeksai (2001-2009 m.).....	17
4 pav. Lietuvos akcijų rinkos indeksas (2001-2009 m.).....	18
5 pav. Atsipirkimo (lūžio analizės) metodas	23
6 pav. Dirbtinio neuroninio tinklo elementas	32
7 pav. Vienasluoksnis neuroninis tinklas	33
8 pav. Daugiasluoksnis neuroninis tinklas	34
9 pav. Pateikto algoritmo operacijų schema.....	39
10 pav. „Statistica“ Cluster analizės metodu gautos grupės.....	44
11 pav. „Statistica“ paketu gautų grupių kintamieji.....	44
12 pav. Lietuvos įmonių akcijų duomenys.....	45
13 pav. Sutvarkyti duomenys	47
14 pav. Įvesties duomenys.....	48
15 pav. Vienasluoksnis neuroninis tinklas	49
16 pav. Dvisluoksnis neuroninis tinklas.....	50
17 pav. Vienasluoksnis neuroninis tinklas („Statistica“ paketas)	52
18 pav. Dvisluoksnis neuroninis tinklas („Statistica“ paketas).....	52
19 pav. Sudaryto algoritmo, vienasluoksnio neuroninio tinklo rezultatai.....	53
20 pav. Sudaryto algoritmo, dvisluoksnio neuroninio tinklo rezultatai	53
21 pav. Programos langas.....	79
22 pav. Programos langas.....	80
23 pav. Programos langas, kuriame atliekamas duomenų sumaišymo procesas.....	80
24 pav. Vienasluoksnio neuroninio tinklo gauti rezultatai.....	81
25 pav. Dvisluoksnio neuroninio tinklo gauti rezultatai	81

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Sisteminiai ir nesisteminiai rizikos veiksniai.....	20
2 lentelė. Dirbtinio intelekto metodų palyginimas	31
3 lentelė. Atskirų įmonių 1 metų duomenų vidurkiai.....	43
4 lentelė. Vienasluoksniu neuroninio tinklo rezultatai („Statistica“ paketas).....	54
5 lentelė. Vienasluoksniu neuroninio tinklo „Sensitivity Analysis“ rezultatai („Statistica“ paketas)	54
6 lentelė. Dvisluoksniu neuroninio tinklo rezultatai („Statistica“ paketas).....	55
7 lentelė. Dvisluoksniu neuroninio tinklo „Sensitivity Analysis“ rezultatai („Statistica“ paketas).	55
8 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) vienasluoksniu neuroniniu tinklu.....	56
9 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) MLP metodu	56
10 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus finansų ir statybos grupes.	57
11 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus gamybos ir statybos grupes	57
12 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus paslaugų ir statybos grupes	58
13 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	58
14 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	59
15 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	59
16 lentelė. 1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	60
17 lentelė. 1 metų „Sensitivity analysis“ faktorių lentelė („Statistica“ paketas).....	60
18 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus finansų ir statybos grupes.	63
19 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus gamybos ir statybos grupes	63
20 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus paslaugų ir statybos grupes	63
21 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	64
22 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	64
23 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	65
24 lentelė. 6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases	65
25 lentelė. 6 mėn. „Sensitivity analysis“ faktorių lentelė („Statistica“ paketas).....	65

26 lentelė. 6, 11, 12 mėn. rezultatai.....	66
27 lentelė. Teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) naudojant 4 klases	76
28 lentelė. Teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) naudojant 2 klases	77

JANUŠKEVIČIŪTĖ, Jūratė. (2009) *The Identification of Lithuanian Risky Stock Market Sector by Artificial Intelligence Techniques*. MBA Graduation Paper. Kaunas: Vilnius University, Kaunas Faculty of Humanities, Department of Informatics. 99 p.

SUMMARY

The theme of this Master's degree paper is the Identification of Lithuanian Risky Stock Market Sector by Artificial Intelligence Techniques. The object of this job is the implement for Lithuania market risk.

In 2008, held in the U.S. real estate crisis has grown into a global financial crisis affecting the Lithuania stock market. The main goal of the paper is identification the risky sector of Lithuania stock market in 2008 using Neural Network method. The main tasks to reach this goal are: divide all Lithuania stock market in to a groups. Write a program using Borland C++ Builder, based on neural network algorithm. Methodology developed in this work will help to identify the sectors of activity, which the crisis affected the most. With the help of artificial intelligence neural networks, it is shown that the financial sector is a risky investment sector. Using various explanatory variables (share profitability, average, dispersion, transactions amount and volumes), factors were identified, which had the most sensitive response to the crisis in the market.

The length of this paper is 61 pages; there are 25 pictures and 28 tables in this paper.

IVADAS

Akcijų rinka yra viena iš sričių, kurioje galima lengvai uždirbti pinigus, tačiau taip pat lengvai juos ir prarasti. Kylant akcijų kainoms, kyla ir poreikis bei noras pradėti investuoti, tačiau neretais atvejais po didelio augimo seka staigus kritimas, kuris skaudžiai paliečia net ir visko mačiusius ir patyrusius investuotojus. Krizė, tai žodis, kuris priverčia sunerimti ir nuodugniai apsvarstyti tolimesnius savo planus. Bet ar tai iš tikrųjų yra toks baisus reiškinys? Juk natūralu, jog kilimas negali tęstis amžinai. 2007-ais metais prasidėjęs nekilnojamojo turto bumai įnešė didžiulę sumaištį rinkoje bei tapo pirmuoju globalinės krizės šaukliu.

Iškilusi padėtis nekilnojamojo turto sektoriuje 2008-ųjų metų lapkričio mėnesį, priverė sunerimti net ir visko mačiusius žmones. Tai buvo skaudus smūgis ne tik nekilnojamojo turto sektoriui, bet ir akcijų rinkai. Išankstinis rizikingumo lygio įvertinimas bei nuo jo priklausančių veiksmų ėmimasis gali padėti lengviau įveikti krizę. Kaip žinoma įvertinti riziką yra gana sudėtinga, nes skirtingais laiko momentais ją darantys įtaką faktoriai gali būti ne tie patys. H. Markowitz, Kaustelkienės ir V. Aleknevičiūtė darbuose aptariama investicijų rizika įvertinama standartinio nuokrypio metodu.

Šiame darbe plačiau analizuojami dirbtinio intelekto metodai: neuroniniai tinklai (angl. Neural Networks), neraiški logika (angl. Fuzzy Logic), kelių agentų sistemos (angl. Multi Agent System), genetiniai algoritmai (angl. Genetic Algorithm). Nagrinėjant T. Munakata A. F. Shapiro, A. Gainiūnaitės, C. Schoreels, B. Lonan, J. Gribaldi ir k.t. pateiktų metodų privalumus bei trūkumus galima išvengti, kad kuriamos sistemos remiantis pateiktais metodais skirtos ateities akcijų kainų prognozavimui, kurių tikslumas vis didėja. Siekiant išvengti bendrus bruožus aptartų dirbtinio intelekto bei rizikos įvertinimo metodų ir stebint esamą situaciją, kilo mintis įvertinti Lietuvos akcijų rinkos rizikingumą, išskirti, kuriuose sektoriuose prasidėjusi krizė pasireiškė greičiausiai ir kuriuos iš jų palietė labiausiai. Tyrimas buvo atliekamas pasirenkant vieną iš dirbtinio intelekto metodų.

Iš dirbtinio intelekto metodais paremtų produktų, šiuo metu finansinių rinkų analizei ir prekybos rekomendacijų formavimui dažniausiai naudojami neuroniniai tinklai ir neraiškių aibių ekspertinės sistemos. Atlikus dirbtinio intelekto metodų analizę, buvo pasirinktas neuroninių tinklų metodas.

Darbo objektas – Lietuvos akcijų rinka (2008-ais metais).

Darbo tikslas – įvertinti Lietuvos akcijų rinkos riziką 2008-ųjų metų laikotarpiu, išskiriant rizikingiausią akcijų grupę, eksperimentus atliekant su: „Statistica“ Neural Network įrankiu; Borland C++ Builder programavimo aplinkoje sudarytu algoritmu, paremtu neuroninių tinklų metodu.

Siekiant iškelto tikslo yra sprendžiami tokie uždaviniai:

1. Ištirti akcijų riziką ir nustatyti, kokiais metodais galima ją įvertinti;
2. Atlikti dirbtinio intelekto metodų analizę;
3. Sukurti programą akcijų rinkos grupių klasifikavimui, paremtą vienu iš dirbtinio intelekto metodu;
4. Įvertinti ir išskirti rizikingiausią Lietuvos akcijų rinkos grupę;
5. Pateikti rezultatus, palyginant darbe realizuoto algoritmo su „Statistica“ Neural Network įrankiu gautais rezultatais.

Darbo galutinis rezultatas: išskirta rizikingiausia Lietuvos akcijų rinkos grupė 2008-tais metais, remiantis neuroninio tinklo metodu.

Magistrinio darbo ataskaitą sudaro 3 dalys: pirmoje dalyje pateikiama esama Lietuvos ir kitų šalių akcijų rinkos situacija, aptariami rizikos įvertinimo principai ir metodai bei atlikta dirbtinio intelekto metodų analizė; antroje dalyje trumpai aprašoma siūlomo algoritmo metodika; trečioje dalyje aprašomas atliktas eksperimentas ir rezultatai. Darbo pabaigoje pateikiamos darbo išvados ir pasiūlymai.

Pirmoje dalyje apžvelgiama esama situacija pasaulio akcijų rinkoje, trumpai aptariant didžiausius pokyčius patyrusių šalių akcijų rinkas, esama Lietuvos akcijų rinkos situacija, plačiau paaiškinama kas yra rizika, kaip ji gali būtų nustatoma akcijų rinkai ir kokiais metodais galima ją įvertinti, pateikiama dirbtinio intelekto metodų analizė. Pasirenkamas neuroninių tinklų metodas tolimesniam eksperimentui.

Antroje dalyje aprašomas siūlomas algoritmas padedantis išskirti rizikingiausią sektorių. Aprašoma algoritmo struktūra bei veikimo principas.

Trečioje dalyje aprašoma Borland C++ Builder programavimo aplinkoje kuriamos programos struktūra, „Statistica“ Neural Network naudojamų algoritmų specifika. Tyrimui naudojamų duomenų apdorojimas ir sugrupavimas į klases, palyginami „Statistica“ Neural Network įrankiu ir šiame darbe realizuotu algoritmu gauti rezultatai. Darbo gale pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

Eksperimentiniam rizikos įvertinimo tyrimui buvo naudojami 41-os Lietuvos įmonės, 2008-tų metų akcijų duomenys. Darbe buvo naudojami literatūros šaltiniai rasti: Vilniaus, Talino universitetų duomenų bazėse, Kauno technologijos universiteto bibliotekoje, ir k. t. Naudoti raktiniai žodžiai: dirbtinis intelektas (*angl. Artificial intelligence*), neuroniniai tinklai (*ang. Neural Networks*), Lietuvos akcijų rinka, rizikos įvertinimas.

Darbui atlikti naudoti mokslinės metodologijos metodai:

- Darbo tikslo nustatymui, uždavinių formavimui naudojama visuotinio pažinimo metodas;

- Esamos situacijos atskleidimui naudojami analizės metodai;
- Apžvelgus teoriją, atlikus mokslinius tyrimus perėjimui prie problemos sprendimo, bei metodo siūlymo naudojama dedukcinis metodas;
- Siūloma metodika tikrinama empiriškai, atliekant eksperimentinį tyrimą;
- Darbo išvados kiekviename skyrelyje buvo atliktos remiantis abstrakcijos metodu.

Neuroninio tinklo metodo pagrindu sudarytas algoritmas leidžia išskirti rizikingiausią Lietuvos akcijų rinkos sektorių 2008 metų laikotarpyje. Atliktasis eksperimentas parodė, kad galima ne tik prognozuoti ateitį bet ir įvertinti kas jau įvyko. Neuroniniai tinklai yra tam tinkamas įrankis.

Naudojant akcijų veiksnius: nuo akcijos gaunamas pelnas, slenkamasis vidurkis, akcijos kainos dispersija, sandoriai, akcijų skaičius ir apimtys pasirinkus 2008-ų metų kiekvienos dienos duomenis išskiriamas finansų klasė kaip rizikingiausia. 2008.01-2008.06 laikotarpiu rizingiausia klasė išskiriama finansų ir gamybos grupės apjungus į vieną. Pateiktas algoritmas gali būti naudojamas akcijų rinkos rizikingiausios klasės išskyrimui (klasifikavimo tikslumas).

Magistrinio darbo rašymo metu, buvo parašytas bei 14-toje magistrantų ir doktorantų konferencijoje „Information Technologies 2009“ (konferencijos data 2009.05.08) pristatytas mokslinis straipsnis, pavadinimu „Rizikingiausio Lietuvos akcijų rinkos sektoriaus identifikavimas neuroninių tinklų metodu“ (straipsnis pateikiamas 1-me darbo priede).

Pagrindinė kilusi problema buvo akcijomis prekiaujančių įmonių apjungimas į klases. Pabandžius apjungti „Statistica“ paketu naudojant Clustaty analizes nepavyko gauti tikslaus rezultato. Tuomet pasirinkta atlikti apjungimą pagal įmonių užsiimamą veiklą, kas galbūt galėjo įtakoti rezultatų nepilnumą.

Darbo apimtis – 74 puslapiai be priedų, su priedais – 99 puslapiai. Darbe yra 28 lentelės, 25 paveikslai bei 3 priedai.

1. TEORINIAI, ANALITINIAI AKCIJŲ RINKOS ASPEKTAI

Šiame skyriuje bus plačiau aptariamos iškilusios krizės pasekmės akcijų rinkai, rizikos įvertinimo bei dirbtinio intelekto metodai. Pasirenkamas vienas iš metodų tolimesniam eksperimento atlikimui.

1.1 Iškilusios krizės pasekmės akcijų rinkai

Pirmiausiai trumpai apibrėžiama kas yra krizė. Krizė – tarptautinio ar šalies įvykio arba proceso nulemta situacija, kurios poveikio mastas kelia pavojų šalies saugumui ir stabilumui, žmonių gyvybei ir sveikatai arba gresia dideliais materialiniais nuostoliais, o užkirsti kelią galimiems ar likviduoti krizės sukeltiems padariniams būtinos specialios priemonės ar procedūros.

Vykstantys tiek mažesni, tiek didesni pokyčiai skirtinguose sektoriuose visada pirmiausiai paliečia akcijų rinką. Šiame skyrelyje yra apžvelgiamos pasaulyje vykusios krizės, pateikiami darantys joms įtaką veiksniai. Detaliai aptariama Lietuvos akcijų rinkos situacija, 2008-ais metais prasidėjusios krizės laikotarpiu.

1.1.1 Svarbiausios pasaulyje vykusios finansinės krizės

Pasaulyje kilusios finansinės krizės, smarkiai įtakojusios ekonominę raidą remiantis N. Radžiuviene (2008, 24-26 psl.):

- Didžioji Volstrito finansinė krizė (1929 m.);

Pati didžiausia finansinė krizė. Akcijų indeksai prarado 89 % vertės (1929-1932 m). Tai pats didžiausias akcijų rinkos kritimas, kuris tęsėsi daugiau nei 2 metus. Augimas prasidėjo tik 1934-tų metų antroje pusėje.

- 1973-1974 m. krizė;

Tai didžiausia žinoma energetinė krizė. Ji išsiskiria tuo, kad ištisus penkerius metus nebuvo jokio žymaus pakilimo akcijų rinkoje. Pagrindinė šios krizės priežastis - „Bretton Woods“ sistemos panaikinimas, bei naftos embargas (1973 m.) konflikte palaikančioms Izraelį, šalims. Ši sistema paskatino JAV dolerio devalvaciją. Realus ekonominis BVP augimas sulėtėjo nuo 7,4 % iki -2,1 %, o infliacija padidėjo nuo 3.4 % iki 12.3 %. 1937-1974 metais „DOW Jones Industrial Average“ indeksas nukrito 45 %. Akcijų vertės indeksai sugrįžo į buvusį lygį beveik po 2 metų.

- Juodasis pirmadienis (1987 m.);

Vyko spartus, nesubalansuotas ekonomikos augimas, (1982-1987 m.) lėmęs itin optimistines investuotojų nuotaikas. 1987 m. „DOW Jones Industrial Average (toliau DJIA)“ indeksas šoktelėjo iki 3,5 karto. Įvedus biržų kompiuterizavimo operacijas, masiškai ėmė plūsti

pranešimai į rinką. 1987 metais spalio 19 dieną (pirmadienis) DJIA indeksas krito 22,6 %, „Nasdaq Composite“ indeksas nukrito mažiausiai 11,3 %, prekybos sistema sutriko dėl techninių nesklandumų. Mažiausiai krito Austrijos akcijos (-11,4 %), daugiausiai Honkongo (-45,8 %). 1987-1989 metais gruodžio mėnesiais, „Down Jones Industrial Average“ indekso augimas pasiekė 57 %.

- 1997 m. Azijos krizė;

Įvyko smarki Azijos šalių valiutos devalvacija, kurios nepavyko sustabdyti didinant palūkanų normą ir mažinant biudžeto deficitą. Tuo metu cirkuliavo dideli spekuliatyviniai skolinto kapitalo pinigai. Didžiausias smūgis po devalvacijos buvo žmonėms, pasiėmusiems paskolą doleriais, taip sprogo nekilnojamojo turto burbulas – paskolų grąžinimas tapo neįmanomu. Azijos biržų akcijų indeksai krito nuo 32 iki 85 %, Kinijos, Japonijos indeksai krito mažiausiai, daugiausiai – Tailando (-85 %), Malaizijos ir Indonezijos.

- 1998 m. Rusijos krizė;

Priežastys, sukėlusios šią krizę buvo: naftos, dujų, metalo, medienos kainų mažėjimas, prasidėję politiniai nesklandumai šalies viduje, didėjančios vidinės ir išorinės Rusijos skolos, besitęsianti Azijos krizė. Rusija buvo priversta išleisti 150 % pelningumo trumpalaikes obligacijas. Penkeri metai prieš krizę buvo fiksuojamas spartus akcijų indeksų augimas (akcijų vertė išaugo beveik 6 kartus). Taip buvo suklaidinti investuotojai, kurie investavo per patį piką tikėdamiesi, kad akcijos ir toliau kils.

- 2000 m. „DOT-COM“ burbulas.

Priežastys sukėlusios šį burbulą: spartus akcijų vertės kilimas (jį lėmė intensyvus JAV ekonomikos augimas), maža bedarbystė, mažėjančios bazinės palūkanų normos, dideli lūkesčiai skirti IT technologijoms. Bankrutavo didelė dalis IT įmonių ir tik nedidelė dalis atsilaikė („Amazon.com“, „Yahoo“, „eBay“). NASDAQ indeksas prarado apie 80 % vertės. IT įmonių kapitalizacija sumažėjo 5 trilijonais JAV dolerių. Ši krizė buvo vienas iš veiksnių, lėmusių JAV nekilnojamojo turto ir paskolų krizę, nes sprogo IT burbului dalis kapitalo buvo nukreipta į JAV nekilnojamojo turto rinką.

Apibendrinus įvykusias krizes, galima atrasti šiuos panašumus:

1. Visos krizės kartojosi vidutiniškai kas 5 metus;
2. Didžioji krizių dalis prasidėjo spalio mėnesį;
3. Nuosmukiai truko apie 1,5 metų;
4. Vidutiniškai akcijų vertė smuko 40 %;
5. Svarbiausias bruožas - krizės makroekonominė aplinka atrodydavo puikiai, o investuotojų lūkesčiai būdavo nepagrįstai dideli.

Apžvelgiant šį skyrelį galima pastebėti, kad visos krizės kyla dėl per didelių pokyčių vykstančių viename ar keliuose sektoriuose. Jei nėra jokių didesnių pokyčių pasaulio rinkoje,

tuomet akcijų vertė kyla ir leidžiasi pagal konkrečios įmonės finansinius duomenis, bet jei vyksta didesni pokyčiai, tai pirmiausiai jie būna pastebimi akcijų rinkoje. Tuomet jau nėra aktualūs konkrečios įmonės veiklos rodikliai, bet bendra nuomonė. Sumažėję pirkimai/pardavimai priverčia pasitraukti daugumą investuotojų.

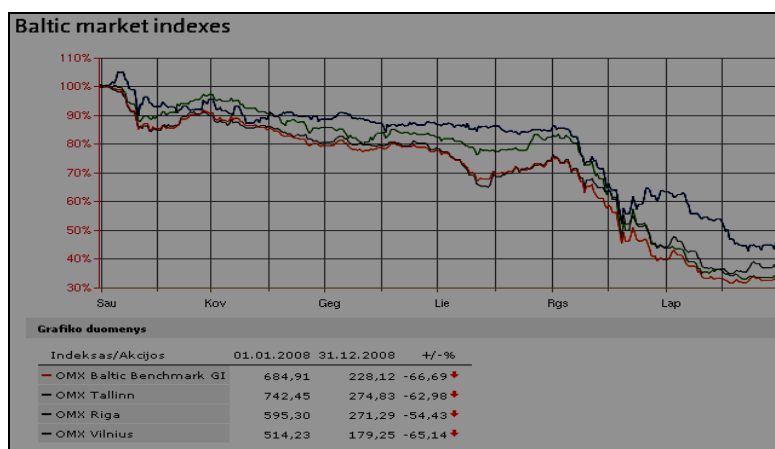
1.1.2 Lietuvos akcijų rinka

Pasaulio akcijų indeksų vertei artėjant prie 2002-ų m. lygio, akcijos pavirsta nepageidaujama investicija, kurios siekiama atsikratyti, nepaisant to, kad fundamentalieji parametrai ir yra geri. Tai lėmė pagrindinių akcijų indeksų svyravimas 10-15 % tiek į neigiamą, tiek į teigiamą pusę. Atsikovėpti pasaulio ekonomikai leido smarkiai atpigusi naftos ir kitų žaliavų kaina, bet reikia nepamiršti, kad tai skaudžiai palietė šalis, kurios eksportavo naftą (Brazilija ir Rusija).

Nekilnojamojo turto kainos pasiekė viršūnę. Kainos ėmė kristi, palūkanos augti. Gyventojai neteko motyvacijos grąžinti paskolas ir mokėti palūkanas. Rimtų problemų neišvengė didžiosios įmonės, investavusios į nekilnojamojo turto sektorių bei finansų institucijos, išsigijusios su būsto paskolomis susijusius finansų produktus.

Tie, kas neturėdami strategijos spontaniškai investavo pinigus 2008-tų metų viduryje, smarkiai nukentėjo ir gavo skaudžią pamoką, kad neturint aiškaus plano ir neadekvačiai rizikuojant galima ne tik uždirbti, bet ir daug prarasti (verslo savaitės žiniomis).

Vertybinių popierių komisijos duomenimis, Lietuvoje praėjusiais metais investuojančių į obligacijas, fondus, akcijas, kitas priemones padaugėjo 87 proc., arba daugiau kaip 17 tūkst. žmonių. Dauguma jų šiandien vis dar skaičiuoja nuostolius (J. Skinulytė, 2008). 71 proc. vertės praradusi Lietuvos akcijų rinka, 2008-ais metais buvo viena blogiausiai pasirodžiusių pasaulyje.



Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis www.baltic.omxnordicexchange.com duomenimis.

1 pav. Baltijos akcijų rinkos indeksai

Pagrindinis Vilniaus biržos indeksas per 2008-tuosius metus sumenko daugiausiai Baltijos šalyse – (-65,14%) (1 pav.). Kiek mažesnę neigiamą pokytį (-62,98%) fiksavo „OMX Tallin“ indeksas, o Rygos biržos pagrindinis indeksas nukrito (-54,43%).

Statistika rodo, kad Baltijos šalių biržų kapitalizacija per 2008-us metus sumažėjo 27,3 mlrd. Lt, arba 60,46 proc., iki 17,9 mlrd. litų. O vien Vilniaus biržoje kotiruojamų įmonių rinkos vertė sumažėjo 62,16 proc., iki 9 mlrd. litų.

„Dvarčionių keramika“ buvo vienintelė Vilniaus vertybinių popierių sąrašė, 2008-ų metų pabaigoje neturėjusi minuso – ji metus užbaigė fiksuodama teigiamą kainos prieaugį 1,80%. Šios įmonės akcijų kainą į viršų kėlė žinia apie oficialiai paskelbtą bendrovės akcijų supirkimą.

Tarp mažiausiai pigusių akcijų 2008 metais buvo ir kelios kitos, mažai likvidžios pozicijos: „Pramprojekto“ (-14,85%), „Lietuvos elektrinės“ (-36,9%), „Vilniaus Vingio“ (-42,03%) akcijos, o „Klaipėdos naftos“ (-13%) akcijos tarp jų atsідūrė dėl to, kad valstybė planavo parduoti šioje įmonėje valdomas akcijas.

Į mažiausiai pigusių akcijų dešimtuką pateko ir TEO LT akcijos, kurios krito 51,05%. Vilniaus biržoje per metus labiausiai smuko Snaigės (-92,13%), Panevėžio statybos tresto (-90,38%), Vilkyškių pieninės (-90,32%) ir Invalidos (-90,26%) akcijų kainos.

Apibendrinant šį skyrelį galima pastebėti, kad Lietuvos akcijų rinka yra palyginus dar jauna ir prasidėjusi krizė palietė ją labai smarkiai, nes sumažėjus pirkimo/pardavimo apimtims, sumažėjo ir paklausa. Prasidėjusi krizė – sproges nekilnojamo turto burbulas palietė ir dar palies viso pasaulio ekonomiką. Jos metu galės išsilaikyti tik finansiškai stiprios ir nepriklausomos šalys. Atsilaikyti prieš Amerikoje prasidėjusį akcijų rinkos kritimą, palietusį visą pasaulį, Lietuvai bus sunku (Amerikos akcijų rinka yra didelė ir jai atsigitai reikės daug mažiau pastangų).

1.1.3 Esamos krizės atsiradimo veiksniai

Trumpai aptarus vykusias krizes bei Lietuvoje buvusią situaciją 2008-ais metais, šioje darbo dalyje bus plačiau išnagrinėti faktoriai, kurie labiausiai įtakoja krizės atsiradimą ir aptarti būdai, kaip galima prognozuoti artėjančias krizes.

Taigi, nagrinėjant ir stebint atskirų valstybių rodiklius, jų svyravimus bei pokyčius, ne visada gauname patikimas išvadas, kurios leistų nustatyti krizės atsiradimo požymius. Tokiu atveju yra naudojami rodiklių rinkiniai (grupės), skirti nustatyti pilnos visumos sampratą. Bet ir šioje vietoje atsiranda rodiklių atrankos problema, kadangi jų kiekis bei kokybinės charakteristikos turi padėti suformuoti patikimą šalies ekonominės situacijos paveikslą. Tik tada galima daryti svarias ir pagrįstas išvadas bei pakankamai tikslias prognozes, o pastarųjų tikslumas daro nemažą įtaką apsprendžiant ateityje taikytiną ekonomikos politiką, fiskalinio bei finansinio sektorių gaires, kurios

padėtų labiau apsidrausti nuo artėjančios krizės neigiamų padarinių arba išvengti ir pačios krizės (A. Misiūnas ir A. Rukšaitė, 2005).

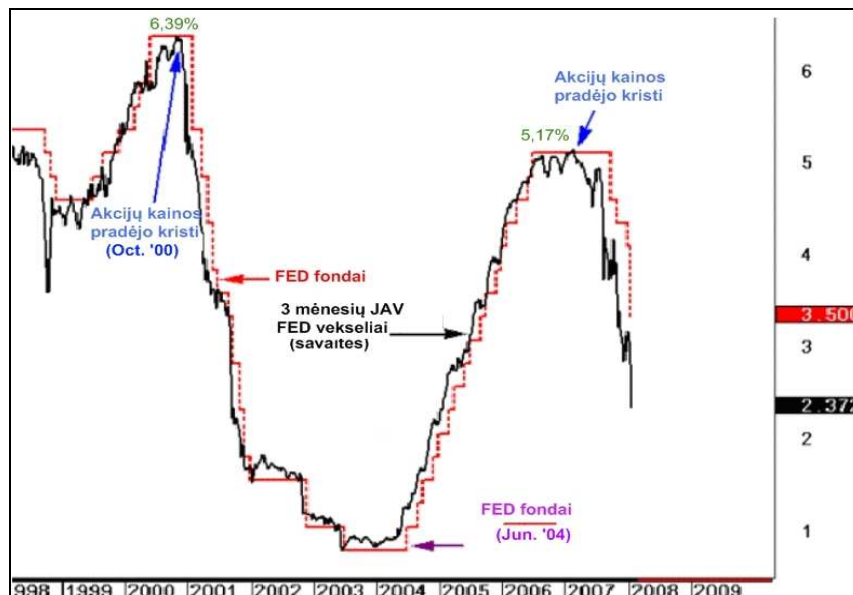
Geresnei pažinčiai su krizių atsiradimo bendromis priežastimis tikslinga nagrinėti 16 makroekonominių ir finansinių rodiklių kitimus prieš krizę ir pokriziniu periodu. Rodikliai, susiję su finansiniu liberalizavimu, yra pinigų kiekio P2 multiplikatorius, vidaus kredito ir nominaliojo BVP santykis, realios indėlių palūkanų normos ir paskolų-indėlių palūkanų normų santykis. Kiti finansiniai rodikliai yra realiojo pinigų kiekio P1 balanso perviršis, realūs komercinių bankų indėliai, pinigų kiekio P2 ir oficialiųjų tarptautinių atsargų santykis. Rodikliai, susiję su mokėjimų balanso einamąja sąskaita, įtraukia realaus valiutos kurso procentinius nuokrypius nuo pastovios tendencijos (kaip apskaičiuotas nuokrypis), importo ir eksporto vertes ir prekybos sąlygų rodiklį (valiutos kurso indekso padidėjimas reiškia nuvertėjimą) (A. Misiūnas ir A. Rukšaitė, 2005).

Svarbu panagrinėti ir produkcijos augimo eigą bei akcijų kainų kitimus. Prekybos sąlygų rodiklio kritimas, valiutos pervertinimas, eksporto apimčių mažėjimas atsispindi ekonomikos veiklos silpnėjime ir gamybos apimčių mažėjime, po kurio neišvengiamai seka krizės.

Aukščiau išvardinti rodikliai nusako bendrosios krizės atsiradimą, plačiau nagrinėjat jų kitimus. Šis darbas yra labiau skirtas nagrinėti akcijų rinką ir joje stebimus krizės atsiradimo požymius, kuriuos labiausiai įtakoja: akcijų kainos svyravimai, pardavimų apimtys. Toliau bus trumpai nagrinėjama USA: BVP, akcijų rinkos indeksai, akcijų pardavimo apimtys, bei Lietuvos akcijų rinkos indeksai.

Nuodugniau panagrinėjus JAV bendro vidaus produkto kitimo grafiką (2 pav.), galima pastebėti ir išvelgti 2000-ųjų metų „DOT-COM“ burbulą, kuriam sproguš prasidėjo staigus kritimas, kuris tęsėsi iki 2004-ų metų. Nuo 2004 metų prasidėjo nežymus augimas, kuris palengva kilo. Tačiau jis nebuvo ilgalaikis ir 2007-ų metų pradžioje vėl pastebimas staigus kritimas.

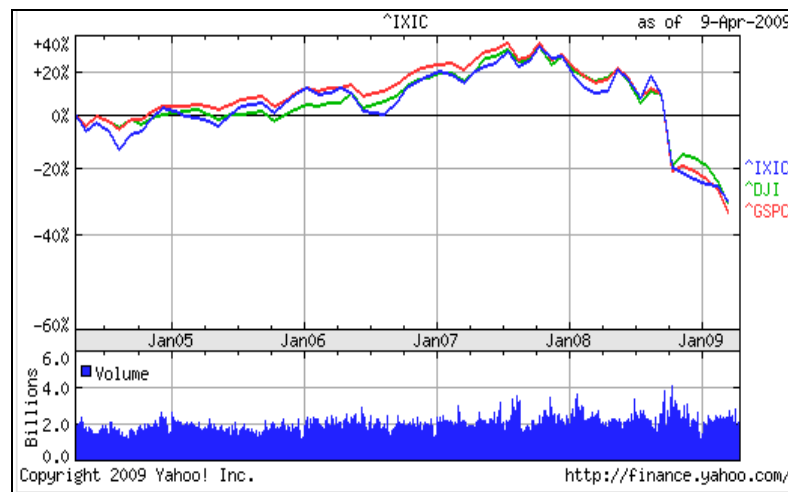
Visus šiuos kritimus galėjo daugiau ar mažiau įtakoti Federalinės rezervų valdybos, bet didžiausia įtaką tam darė patys žmonės yra beveik neįmanoma rasti šiandieninės makroekonomikos modelio, kuriame būtų teigiama, kad Federalinės rezervų valdybos išmoko kontroliuoti mūsų pinigus ir mūsų ekonomiką (Robertas Prechter, 13 skyrius). Tikriausiai dauguma žmonių galvoja, kad defliacija yra neįmanoma, nes Federalinės rezervų valdybos gali spausdinti pinigus kai tik jų prireikia.



Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis SUSAN C. WALKER (2008) Fed Rate Cut History – as Predictable as Spam in Your Inbox. Elliottwave.com news, p. 1.

2 pav. JAV bendro vidaus produktas (1999-2008 m.)

Prasidėjęs BVP kritimas 2007-ais metais pilnai išibėgėjo, o 2008-ais metais dar labiau paspartėjo (2 pav.). Bendram vidaus produktui sumažėjus iki 2,372 pasiekiamą 2001-ų metų padėtis. Plačiau panagrinėjus svarbiausius akcijų rinkos indeksus (3 pav.), stebimas didesnis šuolis 2008-ų metų viduryje. Tuo metu visų indeksų vertė nukrito į -20 % lygį, bet pastebima kad apimtys tuo metu visiškai ne sumažėjo, o išlaikė ankstesnę poziciją.

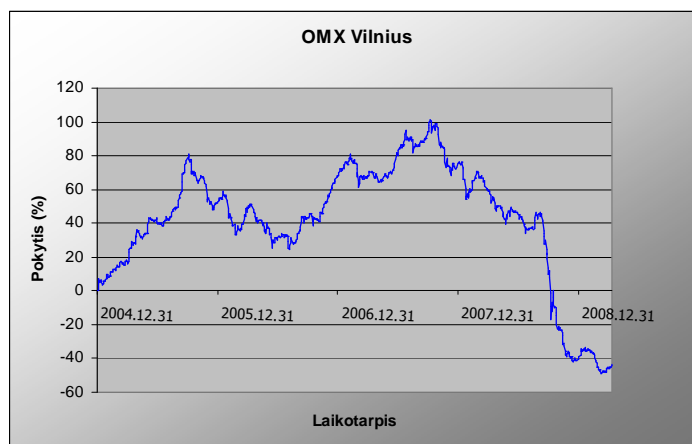


Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis <http://finance.yahoo.com> duomenimis.

3 pav. Pagrindiniai pasaulio indeksai (2001-2009 m.)

Apibendrinus JAV situaciją, galima teigti, kad krizės požymiai jau buvo matomi 2007-ais metais (3 pav.), o vėliau stebimi akcijų rinkoje (Nasdaq, Dow, S&P indeksuose) (4 pav.).

JAV prasidėjusi krizė palietė daugybę pasaulio šalių, Lietuva viena iš tų, kurios akcijų rinka buvo paliesta labiausiai. Plačiau panagrinėjus Lietuvos akcijų indeksą (4 pav.) ir palyginus su JAV, matomas daug didesnis pokytis (-40% ir daugiau).



Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis <http://www.nasdaqomxbaltic.com/market> duomenimis.

4 pav. Lietuvos akcijų rinkos indeksas (2001-2009 m.)

Pastebėjus, kad krizė itin įtakojo Lietuvos akcijų rinką, galima plačiau ją išnagrinėti ir nustatyti, kurių sektorių akcijos buvo labiausiai paliestos bei išsiaiškinti jų rizikingumą. Tai bus atlikta tolimesniuose šio darbo skyriuose.

1.1.4 Krizės prognozavimas

Krizės artėjimo nustatymas yra vienas iš esminių uždavinių viso pasaulio analitikams. Artėjančios krizės nuspėjimas gali suteikti daug naudingos informacijos, norintiems iš to pasipelninti žmonėms. Krizės prognozavimas yra sudėtingas procesas dėl to, kad krizę gali įtakoti daugybė faktorių. Dalis iš jų buvo aptarti ankstesniame skyrelyje. Taigi, šiame skyrelyje bus aptariama, kokiais būdais galima prognozuoti artėjančią krizę.

Kaip pastebėta, krizės kyla iš per staigaus vartotojų poreikių netenkinimo. Tai galima paaiškinti paprastu pavyzdžiu: 2007-ais metais prasidėjęs nekilnojamojo turto bumas sukėlė labai didelius padarinius visam pasauliui. Mažėjant nekilnojamojo turto kainoms Amerikoje, didelė žmonių dalis nesugebėjo gražinti paskolų, ko pasėkoje didieji bankai patyrė bankrotą. Iš tikrųjų šią krizę buvo galima iš anksto prognozuoti, stebint nekilnojamojo turto kainas bei statybų antplūdį. Bet tai tik vienas iš pavyzdžių. Žmonijos istorijoje įvyko daugybė kitokio pobūdžio krizių, kurių nuspėjimas yra gana sudėtingas. Kyla klausimas, ar tikrai įmanoma nuspėti artėjančią krizę, juk net nežinome kas gali įvykti rytoj, tai kaip galima prognozuoti kas įvyks po vieno mėnesio ar kelių metų. Čia į pagalbą ateina ekonofizikai – žmonės, bandantys suprasti ir paaiškinti ne tik krizių

atsiradimo priežastis, bet ir nuspėti būsimas krizes, naudodami fizikinius-matematinius metodus. Bandoma ieškoti tam tikrų krizių pranašų (angl. precursors). Ekonofizikai ieško tam tikros formos (dažnai logaritmiškai-periodinių) svyravimų prieš stambias rinkos krizes. Dažnai biržos indeksai aproksimuojami tokia log-periodine funkcija (K. Staliūnas, 2003):

$$I(t) = A + B(t_c - t)^\beta + C(t_c - t)^\beta \cos(\omega \ln(t_c - t) - \phi) \quad (1)$$

čia A, B, C, t_c , β ir ω yra aproksimavimo parametrai.

Nors iš pirmo žvilgsnio šie log-periodiniai svyravimai yra neblogas krizių indikatorius, tačiau nei tokio krizių prognozavimo patikimumas, nei log-periodinių svyravimų prigimtis nėra aiškūs (K. Staliūnas, 2003).

Vaizdžiai tariant, biržų indeksų dinamiką galima būtų palyginti su kamuoliuku, kuris rieda nuo laiptų žemyn po ilgesnių kilimų. Tuomet vyksta korekcija, nes investuotojai turi gauti pelnus iš rinkos. Bachelier (2003) iškėlė idėją, kuri sako, kad absoliuti prekių kaina biržų makleriams nevaidina jokio vaidmens, svarbus yra tik kainos kitimas. Kiekvienam biržos makleriui kainos pokytis per tam tikrą laikotarpį, tarkim per mėnesį, per dieną, o šiais laikais ir per minutę, reiškia viską, t.y. pelną ar nuostolius. Kainos absoliuti vertė biržos makleriui nevaidina jokio vaidmens, kadangi jis pirks ir vėliau parduos.

Kainų kitimo autokoreliacijos yra susijusios su kainų kitimo prognozavimu. Kaip žinoma, tūkstančiai vadinamų biržos techninių analitikų braižo kainų kreives, skaičiuoja bėgančius vidurkius, bando nubraižyti tendencijas (angl. trend), bei prognozuoti jų pasikeitimą (angl. trend reversal), ieškoti atsikartojančių darinių (angl. price formations), kitaip tariant, griebiasi bet kokio šiaudo, kad tik galėtų numatyti kainų kitimą ateityje ir to pagrindu sėkmingai investuoti, arba tiesiog žaistų akcijomis biržoje.

Prognozuoti krizę galima remiantis tiek fizinius-matematinius modelius, tiek atlikti paprastus akcijų kainų stebėjimus. Bet šie būdai ne visada gali padėti įvertinti artėjančią krizę. Pagrindinis trūkumas ne visų situacijų žinojimas ir bandymas jas nuspėti.

1.2 Akcijų rinkos rizikos įvertinimas

Rizika yra neišvengiamas reiškinys bet kurioje situacijoje ar padėtyje. Jei bijome rizikuoti ir nieko nedarome vis tiek galutinis rezultatas tampa nenuspėjamu, nes atsiranda praradimo rizika. Taigi, šiame skyrelyje bus aptarta rizikos reikšmė bei jos įvertinimo, nustatymo ir prognozavimo metodai.

1.2.1 Rizikos nustatymas ir įvertinimas

Rizika – tai kintamumas, susijęs su laukiamomis pajamomis ar pelno srautu. Taip pat rizika yra pavojus, kad įmonė arba asmuo patirs nuostolių dėl papildomų sąnaudų arba gaus mažiau

pajamų nei tikėjosi. Pasak E. S. Stojanovos, rizika gali būti apibūdinama kaip tikimybinė kategorija, išreiškianti pajamų sumažėjimo ar nuostolių pasireiškimo tikimybę. Jis teigia, kad sprendimams, priimamiems rizikos sąlygomis, priklauso sprendimai su žinoma, kiekvieno iš rezultatų pasireiškimo tikimybe. Jeigu negalima įvertinti potencialių rezultatų tikimybės, tuomet sprendimai priimami neapibrėžtumo sąlygomis. Taip atsitinka, kai apskaitos reikalaujantys veiksniai yra tokie nauji ir sudėtingi, kad pakankamos informacijos apie juos nėra arba ji yra brangi (A. Džikevičius, 1999).

V. Aleknevičienė riziką apibūdina kaip sprendimų situaciją, kurioje egzistuoja faktinių rezultatų (pajamos, išlaidos, pelnas, pinigų srautai, būsimų pinigų srautų grynoji dabartinė vertė (NPV) ir pan.) nukrypimo nuo prognozuojamų galimybė.

Yra išskiriami vidiniai ir išoriniai rizikos veiksniai. Prie vidinių priskiriami veiksniai: išteklių naudojimas, produkcijos paklausa, firmos konkurencinė strategija, veiklos organizavimo principai, gamybinis potencialas, specialistų kvalifikacija ir kita. Išoriniai veiksniai: įstatyminė-teisinė sistema, valstybės politika, ekonominė būklė, valdymo struktūrų stabilumas ir t.t.

Moderni vertybinių popierių portfelio teorija, riziką sukeliančius veiksnius skaido į sisteminius ir nesisteminius (kaip įmonės akcijos yra kotiruojamos vertybinių popierių biržoje) (1 lentelė).

1 lentelė

Sisteminiai ir nesisteminiai rizikos veiksniai

Sisteminiai rizikos veiksniai	Nesisteminiai rizikos veiksniai
Investicijų augimas ekonomikoje	Vadybos kokybė
Vartotojų paklausos lygis	Darbo santykių padėtis
Valiutos kursų pasikeitimai	Reklama
Mokesčių tarifai	Konkurencingumas
Palūkanų normos dydis	Gamtiniai ir klimatiniai reiškiniai

Šaltinis: SARGAUTIENĖ, V. (2008) Inovatyvaus verslo vertinimas, p. 47.

Rizikos vertinime visų svarbiausia nustatyti tuos veiksnius, kurie daro didžiausią poveikį nagrinėjamos įmonės veiklai ar vertinamam investiciniam portfeliui. Toks suskirstymas efektyviose kapitalo rinkose leidžia nustatyti laukiamą investicijų projekto pelningumą bei diskonto normą, įvertinančią rizikos dydį, būsimų pinigų srautų diskontavimui (A. Džikevičius, 2001).

H. Markowitz (1956) teigia, kad rizika yra pagrindinė investavimo proceso ašis, kuri apibrėžiama kaip nuokrypis nuo galimo pelno. Jis ieškojo rizikos išmatavimo būdų ir teigė, kad investuotojas negali tikėtis didesnės grąžos, neprisiimdamas didesnės rizikos, o didesnė rizika visuomet reiškia ir didesnę investicijų praradimo tikimybę. H. Markowitz (1956) atrado, kad

egzistuoja neapibrėžtumas vertybinių popierių rinkoje ir pirmasis pasiūlė investicijų riziką apskaičiuoti naudojant standartinio nuokrypio metodą. K. Levišauskaitės (2002) teigimu, taip atsirado galimybė nustatyti kiekvieno vertybinio popieriaus riziką ir pelningumą.

Visiškai pašalinanti riziką H. Markowitz (1956) teorija teigia, kad bet kokio vertybinio popieriaus gražos nuokrypis nuo vidurkio visiškai atsveria kito vertybinio popieriaus gražos nuokrypį. K. Levišauskaitės (2002) teigimu, optimalų portfelio pelningumą galima apskaičiuoti imant skirtingos rizikos ir tarpusavyje nesusijusius vertybinius popierius.

Apibendrinus galima išskirti šias pagrindines rizikas, darančias įtaką vertybiniams popieriams (Haavel & Viisemann Löhmus):

1. **Kainos rizika.** Rizika patirti nuostolį dėl nepalankaus esamo vertybinio popieriaus rinkos kainos pokyčio. Tam turi įtakos: įmonės veikla, darbuotojų išėjimas iš darbo, akcijų pardavimas, ar žinomo pirkėjo įmonės akcijų įsigijimas bei daugybė kitų veiksnių;
2. **Rinkos rizika.** Rinkos rizikai galima priskirti patiriamą nuostolį, dėl visoje vertybinių popierių rinkoje vyraujančių tendencijų arba pokyčių konkrečiame sektoriuje (visos valstybės arba tam tikro sektoriaus ekonominiai rodikliai, nestabili vertybinių popierių rinka);
3. **Valiutų rizika.** Valiutų rizikai galima priskirti patirtą nuostolį dėl valiutų pokyčių. (pvz.: jei perkamos akcijos viena valiuta, o parduodamos kita, taip pat dėl nuo fiksuoto kurso valiutos atsiejimo kylančios devalvacijos);
4. **Likvidumo rizika.** Likvidumo rizika – vertybinio popieriaus rinkos likvidumo trūkumas arba perteklius. Vykstant dideliems kritimams, rinkoje lieka mažai pirkėjų. Realizavus didelę poziciją kritimas gali dar padidėti, to pasėkoje bus patiriami dar didesni nuostoliai.
5. **Palūkanų normos rizika.** Tai gali turėti didelę įtaką tiems, kurie yra įsigiję akcijas už skolintą kapitalą. Pakitus palūkanų normai ar pasikeitus pinigų atidavimo laikotarpiui, gali būti patiriami dideli nuostoliai.
6. **Teisės rizika.** Galimybė investuoti į vertybinius popierius, bet pamirštant įsigilinti į valstybės teisės aktuose aprašytas emitento veiklas ir su jomis susijusius įsipareigojimus.
7. **Informacijos rizika.** Rizika susijusi su galimybe investuotojui negauti pilnos informacijos apie vertybinius popierius ar tokios informacijos pateikimas nesuprantama kalba.

8. **Sistemos rizika.** Galimybė patirti nuostolius dėl prekiavimo vertybiniais popieriais sistemos gedimų. Įvykus gedimams, sandoriai gali būti sudaryti pavėluotai su pakitusia akcijos kaina.
9. **Prekybos rizika.** Vertybinių popierių kaina gali skirtis nuo įprastinių atsidarant ir užsidarant biržai.

Šiame skyrelyje trumpai buvo aptari akcijų rinkos nustatymo ir įvertinimo būdai. Rizikos įvertinimą gali įtakoti daugybė veiksnių, kaip minėta net ir neinvestuojant patiriame praradimo riziką. Taigi iš šio skyrelio galima padaryti išvadą, kad akcijų rinkos rizikos nustatymas yra sudėtingas reiškinys, nes jos įtakojantys veiksniai sutinkami visose srityse.

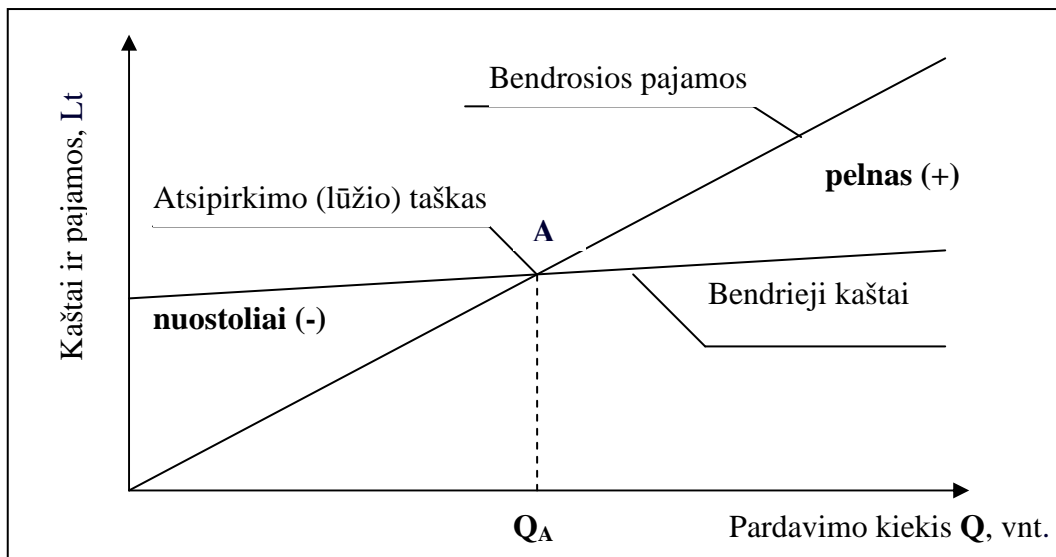
1.2.2 Rizikos įvertinimo metodai

Šiame skyrelyje bus aptariami investicinės rizikos metodai, trumpai apžvelgiami jų veikimo principai bei pateikiami privalumai ir trūkumai.

Investicijų forma gali būti tiek piniginė, tiek materialinė. Investicijų rizikos įvertinimo uždavinys - nustatyti rizikingumo lygį įvykus vienai ar kitai situacijai. Investicijų rizikos įvertinimui gali būti naudojami šie metodai, remiantis I. Kaustelkiene (2006) ir V. Aleknevičiūte (1997):

1. Įvertinantys riziką elgsenos požiūriu:

- **Atsipirkimo (lūžio taško) analizė.** Pastovių ir kintamų kaštų, pardavimų ir pelno tarpusavio priklausomybės tyrimo analitinis metodas, leidžiantis nustatyti lūžio tašką (pardavimo apimtys padengiančios įmonės veiklos išlaidas). Vertybinio popieriaus kintamieji kaštai didėja proporcingai gamybos apimties (masto) augimui arba kintamieji kaštai, tenkantys prekės vienetui yra pastovūs. Atsipirkimo modelio grafike, (5 pav.) taškas A yra pajamų ir kaštų susikirtimo taškas ir atitinka Q_A . A taškas vadinamas atsipirkimo (lūžio tašku) – nėra nei nuotolių, nei pelno. Pardavus tiek gaminių, nuo šio taško pradamas gauti pelnas (dešinėje A taško pusėje). Nusipirkus mažiau akcijų - jaučiamas nuostolis (kairėje A taško pusėje).



Šaltinis: A.Jakutis, V.Kazlovas, D.Kvartūnas. (2007) Statybos verslo elementai, p. 102.

5 pav. Atsipirkimo (lūžio analizės) metodas

Metodo trūkumai:

1. Apima tik vienerių metų periodą;
 2. Kaina, pastovios išlaidos, kintamos išlaidos – tik šie parametrai daro įtaką projekto rezultatui, neatsižvelgiant į investicijų sumą, kapitalo kainą, pinigų laiko vertę;
 3. Lūžio momento grafikas yra nepraktiškas kintant pastoviems kaštams;
 4. Sunku pritaikyti kelioms produkcijos rūšims.
- **Jautrumo analizės.** Šis metodas leidžia nustatyti rezultato kintamumą pasikeitus vienam parametru ir tokiu būdu įvertinti projekto jautrumą įvairiems kintamiesiems. Pagrindinis šio metodo tikslas – svarbiausių veiksnių, kurie turi daugiausiai įtakos akcijai, išryškėjimas. Jautrumo analizė atliekama šiais žingsniais:
 - Pasirenkamas pagrindinis rodiklis, pagal kurį bus nustatinėjamas vertybinio projekto jautrumas;
 - Parenkami veiksniai, kurie gali vienaip ar kitaip įtakoti pagrindinio rodiklio reikšmę;
 - Apskaičiuojamas pagrindinis rodiklis, pakitus įvairiems kitiems veiksniams, parinktiems antrame žingsnyje.

Metodo privalumai:

- ❖ Skaičiavimų paprastumas, ekonominis bei matematinis rezultatų natūralumas;
- ❖ Pateikia informaciją apie parametrus, kuriems investicijos yra jautriausios;

- ❖ Suteikia galimybę giliau šiuos parametrus išanalizuoti, numatyti sąlygas jų nepageidaujama poveikiui sumažinti;
- ❖ Suteikia galimybę įvertinti investicijų riziką tada, kai parametrai neturi apibrėžtų tikimybių.

Metodo trūkumai:

- ❖ Tiria tik vieno parametro kitimo įtaką pagrindiniam rodikliui;
 - ❖ Nėra nustatoma koreliacija tarp nepriklausomų veiksnių;
 - ❖ Pateikia tik rizikos poveikio suvokimą, neišreiškiant šio poveikio kiekybine reikšme.
- **Tikėtino pelno.** Tikėtinas pelnas yra galimų, skirtingų pelno normų matematinis vidurkis. Matematikai statistiškai laukiamą dydį vadina pirmuoju tikimybinio pasiskirstymo momentu. Antrasis tikimybinio pasiskirstymo momentas (apie vidurį) yra vadinamas vidutiniu kvadratinu nuokrypiu.

Pelno normos tikimybinio pasiskirstymo nuokrypis (ang. variance) yra netikrumo arba rizikos matas. Kuo daugiau investicijos galimo pelno reikšmės išsisklaidę apie tikėtiną, tuo didesnis yra neapibrėžtumas ir investorių netikrumas. Rizika arba tikimybinio pasiskirstymo išsklaidymas gali būti apskaičiuotas pelno išsisklaidymo (dispersijos) pagalba:

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^n (R_j - R)^2 * P_j , \quad (2)$$

Čia R_j – pelno reikšmė;

R – pelno reikšmių vidurkis;

P_j – tikimybė

- **Sprendimų Monte Karlo imitacinis modelis.** Šio metodo struktūra: pelno normos ir rizikos indeksai gaunami ateities įvykius modeliuojant kompiuteriu. Jo esmė: siekiant įvertinti rezultato kintamumą, jo parametrams suteikiami atsitiktiniai dydžiai ir tikimybės. Sudaromos parametrų kombinacijos, išsiskiriančios savo gausa ir įvairove. Šio metodo pagalba galima tiksliau nustatyti laukiamą NPV, vidutinį kvadratinį nuokrypį, variacijos koeficientą bei nustatyti NPV kitimo amplitudę. Sunku tiksliai apibrėžti koreliaciją, aiškių sprendimų trūkumas.
- **Scenarijų metodas.** Labiausiai tikėtinos situacijos palyginimas su „gerų“ ir „blogų“ aplinkybių visuma. Šis metodas pagrįstas galimų pinigų srautų modeliavimu trimis,

projekto įgyvendinimo sąlygų variantais: pesimistiniu, optimistiniu, baziniu (labiausiai tikėtinas) (R.Norvaišienė, R. Bagdzevičienė, 2000, p. 127-137). Metodo trūkumai: analizės rezultatai priklauso nuo vertintojų, įvertinančių pelningumą ir riziką, požiūrio, analizuojami tik keli projekto rezultatai, atliktos analizės rezultatai dažnai būna nepatikimi.

- **Ekspertinis įvertinimas.** Šis metodas naudojamas, kai nepakanka statistinių duomenų. Investuotojai turi pasikliauti ekspertų išvadomis apie investicijų efektyvumo lygio pasireišimo tikimybes. Ekspertų vertinimui išskiriami šie rodikliai (įvertinti riziką imitaciniam modeliavimui): įvertinant naudojamą skirtingą diskonto koeficientą, įvertinant besikeičiančius pinigų srautus. Šis metodas panaudojamas labai paprastai, nes nebūtina turėti tikslių duomenų, norit atlikti ekspertinę rizikos analizę. Trūkumas: rezultatų patikimumas priklauso nuo ekspertų.

2. Galintys įtraukti rizikos dydį į investicijų vertinimą:

- **Patikimumo ekvivalentų metodas.** Nustatomas kiekvienų metų NPV patikimumo ekvivalentas, prieš tai diskontuojant, laisva nuo rizikos diskonto norma būsimus investicijų pinigų srautus. Kiekvieniems sekančių pinigų srautams jis mažinamas, nes patikimumo ekvivalentų naudojimas betarpiškai siejamas su rizika. Nėra metodikos, kaip nustatyti patikimumo ekvivalentą, dėl to neturint praktinio pagrindimo.
- **Diskontų normos metodai,** įvertinantys rizikos dydį. Pagrįsti projekto rizikos kainos ir kapitalo nerizikingumo investavimo kainos nustatymu. Galima įvertinti būsimų piniginių įplaukų neapibrėžtumą. Investavimo sprendimas priimamas, jei jo NPV didesnis arba lygus 0. Tai pat šis metodas taikomas, kai norima palyginti dviejų ar daugiau galimų investicinių projektų rizikas tarpusavyje. Trūkumai:
 - ❖ Ta pati diskonto norma naudojama keliems projektams, taip neįvertinant konkretaus projekto rizikos;
 - ❖ Naudojamas tas pats matas įvertinat riziką ir laiką;
 - ❖ Rizikos priedo dydis nustatomas atsitiktinai (nuspėjamai), dėl to šie dydžiai gali būti priskiriami tam pačiam projektui skirtingai.

Diskonto normos dydis rinkos ekonomikos sąlygomis yra lemiantis, su vertinama įmone susijęs rizikos laipsnis (priklauso nuo būsimos situacijos rinkoje).

Jeigu rezultatas nusakytas vienareikšmiškai, investavimo sprendimas laikomas nerizikingu. Pasirinktų sprendimų nepastovumas gali būti geriausiai atvaizduojamas pasitelkus jų tikimybių pasiskirstymus.

Išanalizavus rizikos vertinimo metodus galima teigti, kad nėra tokio metodo, kuriuo būtų galima efektyviai įvertinti riziką. Akcijų rinkos rizikingumo įvertinimui daugiausiai įtakos daro esamos akcijos rinkos kainos vidurkis (parodo kitimą) bei dispersija (rizikingumo matas).

Vertybinių popierių rizikos įvertinimui gali būti taikomi šie metodai: jautrumo analizės, eksperimentinis, tikėtino pelno. Eksperimentinio tyrimo dalyje, remiantis šio skyrelio informacija, bus pasirenkami veiksniai: slenkamasis vidurkis, dispersija.

1.3 Dirbtinio intelekto metodai

Viena iš svarbiausių visuomenės ir technologijų progreso sąlyga yra gerai sureguliuoti finansiniai procesai ir investicijų mechanizmai. Piniginės lėšos iš tų, kurie jų turi, patenka tiems, kuriems jų reikia – taip bendriausia forma vyksta investavimo procesas (S. Dabrikaitė, 2008).

Šiame skyriuje bus aptariami pagrindiniai dirbtinio intelekto metodai, atliekamas jų palyginimas ir išsirenkamas vienas iš jų, kuris bus naudojamas Lietuvos akcijų rizikingiausio sektoriaus identifikavimui.

1.3.1 Metodų palyginimas

Šio darbo užduotis buvo pasirinkti metodą, kuris leistų įvertinti Lietuvos akcijų rinkos rizikingumą naudojantis praeities duomenimis. Tuo tikslu buvo nagrinėjami šie metodai: genetiniai algoritmai, neraiški logika, neuroniniai tinklai, kelių agentų sistemos. Šiame skyriuje bus pateikiamas metodų palyginimas ir pasirinkus vieną iš jų, kitame skyrelyje pateikiant gilesnę pasirinkto metodo analizę.

Kartais vien nuojautos neužtenka norint gauti pelną perkant vertybinius popierius. Norint nuspėti būsimą akcijos kainą, reikia remtis ir statistine analize. Akcijų kainos prognozavimui naudojami algoritmai, kuriuos vien naudoti nepakanka – reikia ir žinoti kaip jie veikia, kokius parametrus naudoti konkrečiu atveju.

Sistemos veikimui turi įtakos ir tai, kiek kiti naudoja vienokią ar kitokią sistemą. Sistemos efektyvumas ženkliai sumažėtų, jeigu daug žmonių pradėtų ją naudoti. Juk „FOREX“ ir didelė akcijų rinkos dalis yra ta vieta, kur pelnas gaunamas kitų „treiderių“ nuostolio sąskaita. Todėl nenumaldomai kyla diskusijos apie tai, kaip sukurti strategiją, kuri tiktų ne keletui žmonių, bet daugeliui, kurios pagalba kiekvienas žmogus galėtų išlošti naudodamas skirtingą jos veikimo kelią.

Vis žengiant naujausių technologijų link bandoma atrasti būdus, kurie padėtų be didelių pastangų gauti pelną iš investavimo. Šiam tikslui pasiekti reikalingos sistemos (įrankiai), kurie atliktų akcijų kainų analizę, pasiūlytų vartotojui pirkti ar parduoti akcijas, o galbūt ir atliktų pačius sandorius. Tai atrodo labai paprastas ir nesudėtingas uždavinys, bet nėra taip paprasta sukurti sistemą, kuri nuspėtų daugybės žmonių veiksmus tam tikru metu. Juk akcijų pirkimas ir pardavimas

priklauso nuo žmonių vykdomų veiksmų. Taigi, mintis yra kurti įrankius mažinančius taip, kaip dauguma žmonių. Tuomet iškyla klausimas: kokie veiksniai įtakoja žmonių sprendimus pirkti/parduoti akcijas? Išsiaiškinus visus veiksnius ir yra kuriamos sistemos. Sukūrus sistemą reikia atlikti tyrimus ar ji teisingai veikia (duoda gera rezultatą – pelną). Tai atliekama su praeities duomenimis. Tačiau, jeigu gaunami geri rezultatai, tai dar nereiškia, kad ši sistema duos gerus rezultatus ir realioje rinkoje.

Dirbtinio intelekto panaudojimo efektyvumą finansų sektoriuje apsprendžia dvi pagrindinės savybės:

- Savybė susijusi su efektyviu, ekspertinių sistemų struktūros parinkimu. Šias struktūras bandoma sudaryti remiantis logiškais taisyklėmis ir žiniomis, suteikiančiomis informaciją apie rinką vienu ar kitu momentu;
- Sistemų sugebėjimas įvertinti esamą rinkos būseną ir prognozuoti naujas rinkos tendencijas, remiantis istoriniais duomenimis. Jei intelektinės sistemos turi šias savybes, jų panaudojimas turėtų palengvinti investuotojui teisingų sprendimų priėmimą.

Iš visų dirbtinio intelekto ekspertinių sistemų, dėl savo universalumo ir struktūros, neraiškios logikos sistemos ir dirbtiniai neuroniniai tinklai yra vienos iš perspektyvesnių sistemų, kurių pagalba būtų galima įvertinti vertybinių popierių riziką.

Dabar tai yra ginklavimosi lenktynės, kiekvienas renkasi labiau pažengusius algoritmus ir kuo daugiau lenktyniavimo egzistuoja, tuo didesnė nauda (Andrew Lo, 1997).

Kita vertus, daugelis techninės analizės specialistų, kurie dirba daugelyje vertybinių popierių prekyba užsiimančių organizacijų, teigia, kad naudojant istorinius duomenis galima daug ką prognozuoti, kadangi žmogus turi fenomenalią savybę, panašiose situacijose elgtis panašiai (J. Gilbert, 1995). Taigi tam tikrais aspektais, trumpalaikė akcijų vertės prognozė yra reali, ypač tam naudojant naujus procesų įvertinimo ir prognozavimo metodus.

Neuroniniai tinklai ir genetiniai algoritmai buvo paplitę aukštesnio lygmens kompiuterijoje. Neuroniniai tinklai leidžia kompiuteriams sukurti naujas taisykles ir automatinį pakeitimo sudarymo pagrindo prielaidas, bandydami su tūkstančiais atsitiktinių sekų ir procesų. Genetiniai algoritmai drąsina programinę įrangą „plėtotis“, leisdami skirtingas taisykles konkuruoti, ir sėkmingiausių rezultatų jungimąsi (T. Munakata, 2008).

Investavimo srityje genetinis algoritmas (toliau GA) yra naudojamas portfelio sudarymui ir akcijų pirkimui/pardavimui. Ne visada aišku, kaip įvertinimo funkcija gali būti suformuluota GA, kad sukurtų optimalų sprendimą. Kaip su neuroniniais tinklais, GA atrodo labai daug žadančios technologijos tam, kad modeliuotų finansinę laiko eilutę todėl, kad įėjimo kintamieji yra labai netiesiniai, triukšmingi, chaotiški ir visada besikeičiantys. Taip pat taikomi techninių taisyklių

pagrįstų rinkos prekybos taisyklių optimizacijoje. Genetiniai algoritmai gali būti nepaprastai naudingi jei taikymas atliekamas kartu su neuroniniais tinklais.

GA panaudojimui ieškant užduoties sprendimo reikalingi du pagrindiniai elementai: tinkama pradinė duomenų struktūra ir atrankos kriterijus. Algoritmui paprastai reikia, jog uždavinio sprendimas galėtų būti pateikiamas kaip duomenų struktūra, kad būtų galima nesunkiai kurti šios struktūros pakeistas kopijas. Antrasis elementas tam tikras atrankos metodas – funkcija, aprašanti atrankos kriterijų. Jos dėka galima taikyti kiekybinius atrankos kriterijus, atrenkant geresnius ir blogesnius sprendinius (A. F. Shapiro, 2003; L. Y. Wang, K. K. Lai, 2005).

Naudodami genetinius algoritmus Allen ir kiti (1999) sukūrė Standard&Poor 500 skirtas technines prekiavimo taisykles. Jie šias taisykles pritaikė imties iš Standard&Poor 500 vienos dienos akcijų kainoms. Įvykdžius sandorius paaiškėjo, kad taisyklės nepadėjo uždirbti daugiau nei naudojantis paprasta “pirkimo ir pardavimo“ strategija (A. Gainiūnaitė, 2005).

Allen ir Karjalainen sukūrė sistemą, kuri remdamasi genetiniu algoritmu sukuria sudėtingas taisykles, kurių pagalba priimamas sprendimas pirkti ar parduoti akcijas. Strategija pirkimo ir pardavimo nepasiteisino, o pasiteisino pirkimo ir laikymo strategija (C. Schoreels, B. Lonan, J. Gribaldi, 2004).

Li Lin (2000) panaudojo GA, kad surastų geresnę parametro vertės kombinaciją egzistuojančioje prekybos taisyklėje. Jis nustatė, kad GA algoritmu atlikus bandymus tikslumas prarandamas labai nedaug ir sutaupomas laikas. Autorių manymu GA gali būti naudojamas prekybos taisyklių padėties rangų skalėje (Li Lin, Longbing Cao, Jiaqi Wang, Chengqi Zhang, 2000).

GA turi daug pranašumų. Jie gali skubiai peržiūrėti didelį sprendimo komplektą. Blogi pasiūlymai nepaveikia galutinio sprendimo neigiamai, kadangi jie yra tiesiog išmetami. Genetiniai algoritmai yra kitokie negu kiti euristiniai metodai keliais būdais (Michael D. Vose, 1999). Svarbiausias skirtumas yra tas, kad GA dirba ties galimais sprendimais, tuo metu, kai kiti euristiniai metodai naudoja vieną sprendimą savo kartojimuose. Kitas skirtumas yra, kad genetinis algoritmas yra (stochastinis) tikimybinis, o ne deterministinis.

Genetiniai algoritmai yra pranašesni už kitus metodus tuo, kad genetiniams algoritmams pakanka minimalios informacijos apie aibę galimų problemos sprendinių ir sprendžiamą uždavinį. Vienas iš didžiausių trūkumų – negarantuoja optimalaus problemos sprendinio (F. Buseti, 2005).

Neraiškios logikos modeliai yra naudojami apytikslėms sistemoms reakcijoms į besikeičiančius įėjimus atvaizduoti. Dažnai Neraiškios logikos modeliavimas traktuojamas kaip duomenų „susiejimas“ tarp dviejų, paprastai skirtingų dimensijų įėjimo ir išėjimo vektorių. Toks duomenų „surišimas“ dažnai aprašomas lingvistinėmis taisyklėmis. Jei šios taisyklės remiasi neraiškiomis aibėmis ir neraiškioms logikos metodais, tai ši logikos taisyklių rinkinį galima laikyti

proceso neraiškios logikos modeliu (R. Simutis, G. Stankevicius, A. Veckys, 1999; E. P. Merloti, 2005).

Neraiškios logikos strategiją ypač naudinga naudoti, kai sprendžiami netiesinių sistemų, kurioms būdinga neapibrėžta ar/ir nepatikima informacija apie sistemos elgseną, modeliavimo uždaviniai. Neraiškios logikos modeliai yra naudojami apytikslėms sistemos reakcijoms į besikeičiančius įėjimus atvaizduoti.

Dažnai neraiškios logikos modeliavimas traktuojamas kaip duomenų “surišimas” tarp dviejų, paprastai skirtingų dimensijų įėjimo ir išėjimo vektorių. Toks duomenų “surišimas” dažnai aprašomas lingvistinėmis taisyklėmis. Jei šios taisyklės remiasi neraiškiomis aibėmis ir neraiškios logikos metodais, tai šį neraiškios logikos taisyklių rinkinį galima laikyti proceso neraiškios logikos modeliu.

Kadangi, neraiškios logikos taisyklėse dažniausiai atsispindi euristinė patirtis, kurią procesų ekspertai sukaupia, nagrinėdami finansinių procesų įėjimo/išėjimo duomenis, tai tokie neraiškios logikos modeliai dažnai dar yra vadinami “pilkos dėžės” (ang. gray – box) modeliais.

Neraiškių aibių pagrindu suformuotų “pilkos dėžės” modelių privalumas prieš regresinius modelius ar dirbtinių neuroninių tinklų sistemas yra tai, kad čia galima išnaudoti “a priori” žinias apie proceso įėjimų ir išėjimų priklausomybes.

Neraiškių aibių metodo panaudojimas įgalina kurti kompaktiškas ekspertines sistemas, kuriuose priklausomumo funkcijų ir taisyklių bazėse sukonzentruojamos finansinių rinkų ekspertų žinios. Jos sudarytos iš žinių bazės su taisyklių rinkiniu ir išvadų bei rekomendacijų pateikimo mechanizmais. Remdamosi pradiniais duomenimis ir taisyklių rinkiniais, ekspertinės sistemos atpažįsta situaciją, nustato diagnozę, suformuluoja sprendimą, rekomenduoja pasirinkti veiksmus.

Ekspertinė sistema paprastai sprendžia tokius uždavinius, kuriems spręsti paprastai reikia žmonių ekspertizės (imituoja ekspertų ar konsultantų darbą) (R. Simutis, 2000). Be to, kaip ir ekspertas, ji vykdo daug antrinių funkcijų, tokių kaip klausimų uždavimas, savo samprotavimų aiškinimas, simbolinių išraiškų apdorojimas ir jų pagrindu atliekamas samprotavimas, išvadų pagrindimas ir t. t. Dabartinės ekspertinės sistemos paprastai padeda išlaisvinti žmogų profesionalą nuo kai kurių sunkių, bet aiškiai suformuluotų uždavinių sprendimo.

Neraiškia logika pagrįstų procesų modelių privalumai:

- ❖ Neraiškia logiką lengva suprasti. Taikant lingvistinius, o ne skaitinius dydžius, matematinis aparatas labai paprastas ir natūraliai suvokiamas;
- ❖ Mažiau valdymo parametrų, taisyklių, sprendimų;
- ❖ Neraiški logika yra lanksti. Turint sudarytą valdymo sistemą, ją paprasta papildyti naujais funkciniais objektais;
- ❖ FLS yra patikimos ir pigios;

- ❖ Galimas netikslų duomenų naudojimas;
- ❖ Galima pasinaudoti ekspertų patirtimi (čia, skirtingai nuo neuroninių tinklų, kur naudojami „išmokyti“ duomenys ir gaunami neaiškus ir sunkiai suprantami modeliai, pritaikomi aiškiai apibrėžti ekspertų patarimai);
- ❖ Neraiški logika gali būti suderinta su įprastine valdymo metodika. Neraiškios logikos sistema nebūtinai ją pakeičia, o daugumoje atvejų papildo ir supaprastina pritaikomumą;
- ❖ Viena iš svarbiausių neraiškios logikos savybių (ir jos pagrindas) yra žmogiškosios komunikacijos taikomumas. Žmonių kasdienė kalba yra patogi, įprasta, efektyvi ir lengvai suprantama.

Neraiškia logika pagrįstų procesų modelių trūkumai:

- ❖ Sunku sudaryti neraiškios logikos sistemos matematinį modelį;
- ❖ Sudėtingesnis sistemos derinimas.

Kelių agentų sistemos (MAS) yra dirbtinio intelekto (AI) pošeimis. Tikslas: nustatyti sudėtingų sistemų, apimančių daug agentų, konstravimo principus bei mechanizmus nepriklausomų agentų elgesio suderinimui. Kol nėra bendrai patvirtinto „agento“ apibrėžimo dirbtinio intelekto srityje laikoma, kad agentas yra objektas su tikslais, veiksmais ir žinių sritimi, aplinkoje. Būdas, kuriuo jis veikia vadinamas „funkcionavimu“ (M. Ketlėrius, 2005).

Kelių agentų sistemų bruožas, tai jų keičiamas dydis. Kadangi, jos yra natūraliai modulinės, yra daug lengviau prijungti naujus agentus prie keleto agentų sistemos, nei įdiegti naujus gebėjimus į monolitinę sistemą. Sistemos, kuriose tikėtina, kad laikui bėgant reiks keisti gebėjimus ir parametrus taip pat gali turėti naudos iš šių agentų bruožo (M. Wooldridge, N. R. Jennings, 1995).

Kelių agentų technologijos vis plačiau naudojamos kuriant ir diegiant sudėtingas programines įrangos sistemas. Šie metodai pradedami taikyti ir vertybinių popierių rinkose, dažniausiai formuojant patarimus investuotojams ir kuriant vertybinių popierių prekybos sistemas (R. Simutis, S. Masteika, 2002).

Dažnai agentas apibūdinamas kaip siauroje specializuotoje aplinkoje veikianti kompiuterinė programa, kuri naudodamasi sukauptomis žiniomis ir ateinančia iš aplinkos informacija autonomiškai ir lanksčiai formuoja agento išėjimo veiksmus, siekdama įvykdyti agentui keliamus tikslus (B. Prasad, 2003; T. Munakata, 2008).

Viena svarbi praktinė taikomoji kategorija yra hibridinės sistemos, t.y., kombinacijos genetinių algoritmų ir kitų sričių tokių kaip neuroniniai tinklai, neaiškios sistemos, ir patyrusios sistemos. Pranašumai ir genetinių algoritmų nenauda yra šiek tiek panašūs į neuroninius tinklus. Tam tikri pranašumai: savi vadovavimas, organizavimas, mašininis studijavimo gebėjimas,

tvirtumas, lankstumas, paprastas skaičiavimas ir lengvas lygiagretumo ištesėjimas. Nenauda apima atsitiktinį priklausantį rezultatą ir ilgą skaičiavimo laiką. Daug bendrų ir teoriškų genetinių algoritmų problemų lieka ir toliau neištirtos (O. Etzioni, S. D.Weld, 1995).

Metodų palyginimas pateiktas 2 lentelėje. Neuroniniai tinklai ir neraiški logika taikomi visose srityse, genetiniai algoritmai ir kelių agentų sistemos - siauresnėje srityje, galbūt dėl to, kad šie metodai mažiau nagrinėti ir bandyti taikyti.

2 lentelė

Dirbtinio intelekto metodų palyginimas

Metodas	Genetinis algoritmas	Neuroniniai tinklai	Neraiški logika	Kelių agentų sistemos
Sritis				
Akcijų pirkimas/pardavimas laikinai	neduoda gerų rezultatų.	+	+	
Akcijų pirkimas/laikymas	+	+	+	
Techninių parametrų analizė	+	+	+	+
Fundamentaliųjų parametrų analizė		+	+	+
Portfelio sudarymas	+	+	+	
Gali būti taikoma su kitais metodais	Gali būti apjungti su neuroniniais tinklais	Genetiniais algoritmais, neraiški logika	Apmokymui taikomi genetiniai ir evoliuciniai metodai.	

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Išnagrinėjus dirbtinio intelekto metodus galima išskirti, kad akcijų rizikos įvertinimui geriausiai tinka neuroniniai tinklai ir neraiški logika. Neuroninis tikslas sugeba teisingiau prognozuoti akcijų kainas bei atlikti klasifikavimą su turimais praeities duomenimis, neraiški logika sugeba gerai prognozuoti akcijų kainą turint teisingai sudarytą taisyklių rinkinį. Šiame darbe bus atliekamas tyrimas įvertinant praeities duomenis, tam geriausiai tinka neuroninių tinklų metodas. Toliau šis metodas bus plačiau aptartas.

1.3.2 Neuroniniai tinklai

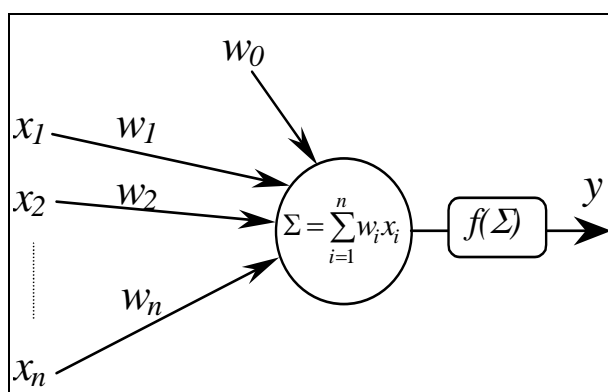
Žmogaus smegenų veiklos imitavimas ir galimybė mokytis, bei reaguoti yra pagrindiniai neuroninių tinklų gebėjimai. Prisitaikymas arba mokymasis – pagrindinis neuroninių tinklų tyrimų

objektas. Užduotims atlikti neuroniniai tinklai išmoksta įvesčių ir išvesčių rinkinį, o paskui pritaiko savo žinias aproksimuodami arba prognozuodami įvesčių ir išvesčių priklausomybę.

Dirbtiniai neuroniniai tinklai – tai matematinis formalizmas, skirtas aprašyti, tam tikrą funkciją. Tinklo privalumas: galimas funkcijos pavidalo nežinomumas.

Turint konkrečią duomenų aibę galima apmokyti neuroninį tinklą, jei yra turima konkreti duomenų aibė. Tokiu atveju neuroninis tinklas atliks šios funkcijos aproksimaciją.

Dirbtinis neuronas – biologinio neurono abstrakcija, pagrindinis dirbtinio neuroninio tinklo komponentas. Dirbtinis neuronas turi keletą įėjimų ($x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$) ir vieną išėjimą (y) (6 pav.) Dirbtinio neuroninio tinklo (DNT) mokymo tikslas – taip parinkti tinklo svorių rinkinį W , kad, klasifikuojant kiekvieną mokymo imties objektą X , tinklo išėjime pasirodytų norimos reikšmės y . Šios laukiamos išėjimo reikšmės vadinamos tikslo vektoriumi. Sužadinimo reikšmė skaičiuojama iš svorinės įėjimo signalo sumos atimant slenksčio reikmę. Pagal sužadinimo signalą, naudojant neurono perdavimo funkciją skaičiuojama neurono išėjimo reikšmė.



Šaltinis: Lean Yu, Shouyang Wang, and Kin Keung Lai (2005) Mining Stock Market Tendency Using GA-Based Support Vector Machines, p. 43-144.

6 pav. Dirbtinio neuroninio tinklo elementas

Neurono modelį galima užrašyti 3 formule.

$$s = w_0 + \sum_{i=1}^p w_i x_i, \quad (3)$$

čia w_i – svoris;

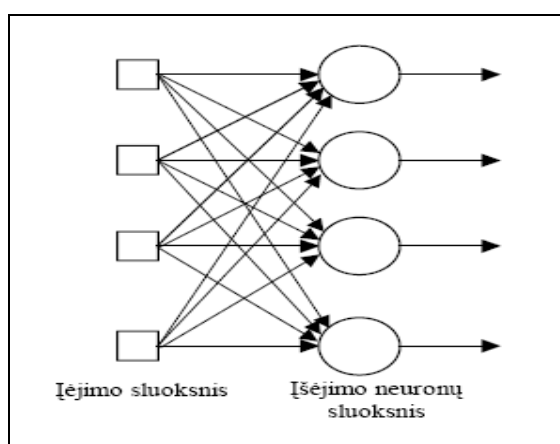
x_i – įėjimo kintamasis.

Yra žinoma, kad sudėtingesniais atvejais vienasluoksnio neurono nepakanka reikia tinklo, sudaryto iš kelių sluoksnių. Labiausiai paplitusios yra dvi dirbtinių neuroninių tinklų rūšys:

- *vienasluoksnis perceptronas* arba tiesiog perceptronas (angl. *single layer perceptron*; *SLP*) – tiesiog vienas neuronas.

• *daugiasluoksnis perceptronas* (angl. *multilayer perceptron; MLP*) – daugelis neuronų sudarytų iš kelių sluoksnių. Kiekvieno sluoksnio neuronų išėjimai sujungti su sekančio sluoksnio neuronais. Įėjimo sluoksnis – pradiniai duomenys, išėjimo sluoksnis – paskutiniame sluoksnyje esantys neuronai ir jų išėjimai. Visi kiti sluoksniai vadinami paslėptais (V. Medvedev, 2008; D. Whitley, 1994).

Vienasluoksnis neuroninis tinklas. Paprasčiausiu atveju įėjimo sluoksnis projektuojamas į išėjimo neuronų sluoksnį (skaičiuojantys mazgai), bet ne atvirkščiai (G. D. Rey, K. F. Wender, 2007). Kitaip sakant, tinklas yra *cikliškas*. 7 paveiksle pavaizduotas tinklas turi po keturis mazgus įėjimo sluoksnyje ir išėjimo neuronų sluoksnyje. Toks tinklas vadinamas *vienasluoksniu tinklu* (įėjimo sluoksnis neskaičiuojamas, kadangi jame neatliekami skaičiavimai).

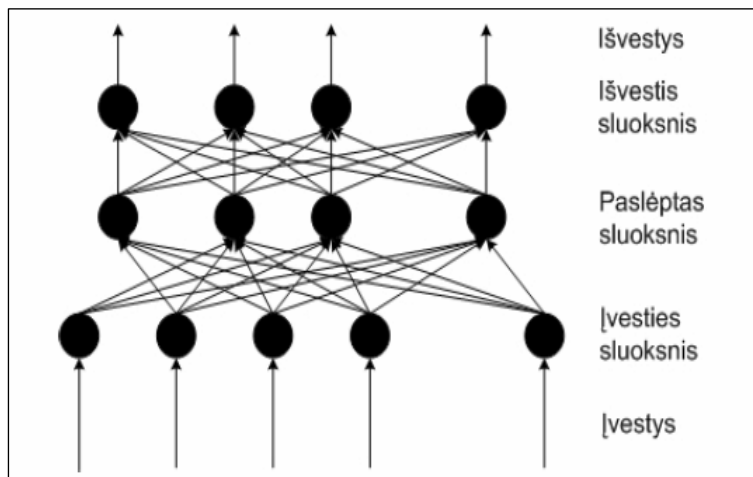


Šaltinis: PUOČIAUSKAS, M. (2001) Atsitiktinių signalų identifikavimas naudojant dirbtinius neuroninius tinklus, p. 28.

7 pav. Vienasluoksnis neuroninis tinklas

Daugiasluoksnis neuroninis tinklas (DNT). Turi vieną ar daugiau *paslėptų sluoksnių*, kuriuose skaičiuojantys mazgai yra vadinami *paslėptais neuronais* (8 pav.). Paslėpti neuronai yra tarpininkai tarp įėjimo mazgų ir išėjimo neuronų sluoksnio.

Yra trijų rūšių neuronai: įėjimo, paslėpti ir išėjimo, kurie jungiami vieni su kitais sudarydami daugiasluoksnį neuroninį tinklą (8 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Lean Yu, Shouyang Wang, and Kin Keung Lai(2005) Mining Stock Market Tendency Using GA-Based Support Vector Machines.

8 pav. Daugiasluoksnis neuroninis tinklas

Svorių korekcija pagal klaidos f -jos gradientą: DNT mokymo būdas, kai svorių rinkinys W koreguojamas pagal klasifikavimo klaidos funkcijos $E(W)$ gradientą (kryptimi, kuria greičiausiai sumažinama klaida), vadinamas gradientinio nusileidimo DNT mokymu. DNT neuronų perdavimo funkcija privalo turėti išvestinę (sigmoidė).

MLP su vienu paslėptu sluoksniu gali modeliuoti, bet kokio sudėtingumo atpažinimo paviršių. Sudarius neuroninį tinklą atliekami neurono apmokymai. Pasirenkami pradiniai duomenys ir padalinami į apmokymo duomenis ir tikrinimo. Su apmokymo duomenis vyksta neuroninio tinklo apmokymai. Yra du pagrindiniai apmokymo būdai: mokymas su mokytoju ir mokymas be mokytojo. Atlikus apmokymus atliekamas tikrinimas su likusiais duomenimis (klasifikavimas).

Mokymas su mokytoju – tai toks neuroninio tinklo procesas, kuomet neuroninis tinklas apmokomas žinant norimą išėjimą su konkrečiais duomenimis. Pavyzdžiui, jei norime išmokyti neuroninį tinklą atpažinti veidus, galime surinkti veidų pavyzdžių, pateikti juos žmogui ir tada neuroninį tinklą mokyti tarus, kad žmogus beveik visada atsako teisingai.

Duomenų atvaizdavimo problemą neuroniniu tinklu galima spręsti dvejopai:

- surasti konkrečioms duomenims Sammono projekciją. Tada taškų ir jų projekcijų poras panaudoti neuroninio tinklo apmokymui su mokytoju. Neuroninis tinklas išmoks šią projekciją, tačiau gali būti, kad ji bus įtampos faktoriaus požiūriu nepatogiai išsiskaidanti į funkcijas, todėl apmokymas gali nepavykti arba nauji taškai gali būti projektuojami su didele paklaida.

- taikyti apmokymą be mokytojo, stengiantis minimizuoti įtakos faktorių. Tam galima naudoti, bet kuri netiesinio optimizavimo algoritmą. Šiuo būdu surasta projekcijos

funkcija tikslesnė, nes geriau atitinka neuroninio tinklo galimybes, tačiau apmokymas vyksta gerokai ilgiau.

Vertybinių popierių portfeliui formuoti neuroniniai tinklai surenka tokį rinkinį, kad būtų galima gauti didžiausią vertybinių popierių pelną ir kiltų mažiausia rizika. Finansinė prognozė: remiantis senesniais duomenimis, prognozuojami būsimi akcijų kursai (O. Etzioni, D. S. Weld, 1995; S. Franklin, A. Graesser, 1996).

Daug įvairių neuroninių tinklų panaudojimo atvejų analizuojama A.P. Rafenes (1995) darbuose. Rafenes darbuose formuojama ir dažnai pagrindžiama išvada, kad dirbtinių neuroninių tinklų sistemos gali būti efektyvus pagalbininkas vertybinių popierių ir valiutos pirkimo/pardavimo rinkose. Neuroninių tinklų panaudojimo galimybės trumpalaikiai akcijų kurso prognozei išsamiai analizuojamos Deboeck, White (1995) darbuose. Čia stipriai akcentuojama taip vadinama tinklų 'pertreniravimo' problema, kada apmokyti neuroniniai tinklai labai gerai dirba aplinkoje, kuri panaši į apmokymo aplinką, bet tinklai dažnai duoda nerealius rezultatus, kada patenkama į anksčiau nežinomą situaciją.

Dažnai dirbtiniai neuroniniai tinklai vadinami tiesiog neuroniniais tinklais. Šiuo metu jie vis plačiau naudojami dėl kelių pagrindinių priežasčių. Visų pirma, neuroninis tinklas yra galingas modeliavimo aparatas. Jo pagalba galima modeliuoti ypač sudėtingas funkcijas. Antra, neuroniniai tinklai apmokomi iš pavyzdžių. Turint duomenų pavyzdžius ir naudojant mokymo algoritmus, neuroninis tinklas pritaikomas prie duomenų struktūros. DNT yra taikomi klasifikavimui, klasterizavimui, funkcijų aproksimavimui, prognozavimui, optimizavimui, medicininei diagnozei, finansinėms prognozėms, intelektinei paieškai, ir kt. Be daugelio kitų sprendžiamų uždavinių, dirbtiniai neuroniniai tinklai sėkmingai taikomi daugiamačiams duomenims vizualizuoti (V. Medvedev, 2007; G. Stankevicius, 1999).

Neuroninis tinkas naudojamas portfelio sudarymui. Neuroninis tinkas analizuoja akcijos elgesį ir apima kitus techninius indikatorius, kad nuspėtų būsimas kainos tendencijas. Analizavimas gali ilgai užtrukti norint įsigyti daugiau nei vieną akciją. Analizavimui reikia panaudoti bent jau 300 dienų neuroninių tinklų modeliavimui. Žinoma galima tai atlikti ir per mažiau dienų, bet rezultatai gali būti ne tikslūs. Kaip portfelis jau būna išanalizuotas optimaliam prekybininkui nereikia analizuoti portfelio iš naujo. Reikia pakeisti tik svorius (C. Brynes, Tara, Connor, 1989).

Kimoto ir al. (1990) panaudojo kelis studijavimo algoritmus sukurdamas Tokijo vertybinių popierių biržos kainų indekso (TOPIX) prognozavimo sistemą. Ši sistema buvo paremta neuroninių tinklų modeliu. Buvo atliekamas studijavimas santykių tarp įvairių faktorių. Sistemos esmė: pasirinkti laiką kada geriausiai pirkti ir parduoti akcijas. Sistemos veiksmingumui įvertinti buvo atliktas imituotas akcijų pirkimas ir pardavimas. Studijuojama vektoriaus kreivė, apyvartos santykis, užsienio valiutos kursas ir palūkanų norma buvo panaudoti kaip įvesties kintamieji. Ši

strategija geriau pasiteisino ne kaip pirkimo, o kaip laikymo strategija. Kamijo ir Tanikawa (1990) klasifikavo TOPIX besikeičiančią struktūrą į trikampio struktūrą, žvakidės diagramos pagalba. Autoriai studijavo šią struktūrą, naudodami pasikartojantį neuroninį tinklą. Bandomasis trikampio komplektas tiksliai klasifikavo 15 iš 16 bandymų. Trippi ir DeSieno (1992) atliktas kiekvienos dienos prognozavimas naudojant S&P 500 Indekso kitimus aukštyn/žemyn. Naudojant ANN, gautas 45.3 % - 52.8 % tikslumas (M. Ketlėrius, 2005).

Akcijų portfelio pasirinkimui Kryzanowski, Galler ir Meistras (1993) panaudojo neuroninių tinklų metodą. Šie autoriai surado, kad neuroninis tinklas teisingai klasifikavo 72 % teigiamų/neigiamų akcijos sugrįžimų. Wong, Wang, Goh ir Quek (1992) nubrėžia bendrais bruožais protingą akcijos pasirinkimo sistemą, kuri plečia neuroninio tinklo metodą. Trippi ir DeSieno (1992) modeliavo prekybą S&P 500 Indekso ateities, naudodami neuroninį tinklą ir surado, kad tinklas dirbo geriau už pasyvią investicinę sistemą. Shachmurove ir Witkowska (2000) palygino tarptautinį vertybinių popierių biržos informacijos pardavimą, naudodami linijinį regresijos modelį ir neuroninį tinklą. Jie surado, kad neuroninis tinklas įvykdė geriau kasdieninius akcijos sugrįžimus negu Mažiausių Kvadratų (OLS) ir bendrų linijinių regresijos modeliai. Phua, Ming ir Lin (2001) panaudojo neuroninį tinklą numatant Singapore Stock Exchange Straits Times Indeksą. Šie autoriai pasiekė 81 % numatytos rinkos tikslumo (J. Kelly, 2007).

Artificial Intelligence Forex expert advisor yra labai paprasta neuroninio tinklo imitacija akcijų, valiutų pirkimo/pardavimo ir susilaikymo signalams kontroliuoti. Tai nėra paremtas tikru neuroniniu tinklu, nes ji nesimoko iš rinkos, o atliekamas rinkos optimizavimas (nustatomi tinkantys parametrai). Suvokimo funkcija naudoja Bill William Accelerator/Decelerator osciliatorius, kurie yra apkrauti pagal komplekto parametrus. Buvo atlikti testavimai su šia sistema ir gauti tokie rezultatai: (naudojama pora GBP/USD turint pradinę sumą 10.000\$ su 20\$ maksimumu) gautas pelnas 1.700\$. 3 metų laikotarpiu pritaikius šią sistemą gauta proporcinga nauda.

Neuroninių tinklų pagrindu veikianti akcijų analizės sistema, kurią siūlo „Tradetrek.com“, gali apdoroti realaus laiko rinkos duomenis ir teikti naujausią informaciją ir analizės priemones, reikalingas prekybos akcijų strategijoms kurti bei analizėms atlikti. Ši sistema sudaryta iš įvairių posistemų. Pavyzdžiui, akcijų gyvavimo proceso analizės modulis vartotojui suteikia galimybę gauti informacijos apie pasirinktos akcijos, bet kurios gyvavimo dienos kursą ir pirkimo/pardavimo apimtį. Po to pasitelkdamas istorinę kainos ir apimčių diagramą, vartotojas gali keliauti diagrama, paspausdamas mygtuką „kita diena“, kad pamatytų, kaip keitėsi akcijos kaina ir pirkimo/pardavimo apimtys.

Neuroninių tinklų metodas yra pakankamai galingas ir produktyvus, kai reikia pasiekti aukštą analizės tikslumą. Tačiau aukšto tikslumo siekimas reikalauja didelių išteklių, kurie auga su

priklausomybe panašia į geometrinę progresiją. Todėl šis metodas rekomenduotinas, kai reikalinga ypač tiksli analizė, o žadamas pelnas iš rezultatų gavimo leidžia investuoti į brangius skaičiavimų išteklius.

Trumpai aptarus neuroninio tinklo struktūrą, bei taikymo galimybes galima pateikti priežastis dėl ko šis metodas buvo pasirinktas:

1. Reikalingumas tikslios analizės, kurios negalima gauti nei su genetiniu metodu, nei neraiškia logika (jį galima pasiekti galbūt didesnį, bet tuomet reikalingas labai tikslus taisyklių rinkinio sudarymas);
2. Šio darbo tikslas buvo ne prognozuoti ateities, bet išskirti rizikingiausią sektorių praėjusio laikotarpio turint 1 metu duomenis. Neuroninis tinklas šioje vietoje yra geresnis už kitus algoritmus.
3. Neuroninio tinklo algoritmas ir funkcionalumas yra labai paprastas ir informatyvus.

2. RIZIKINGIAUSIO LIETUVOS AKCIJŲ RINKOS SEKTORIAUS IŠSKYRIMUI NAUDOTINO METODO SIŪLYMAS

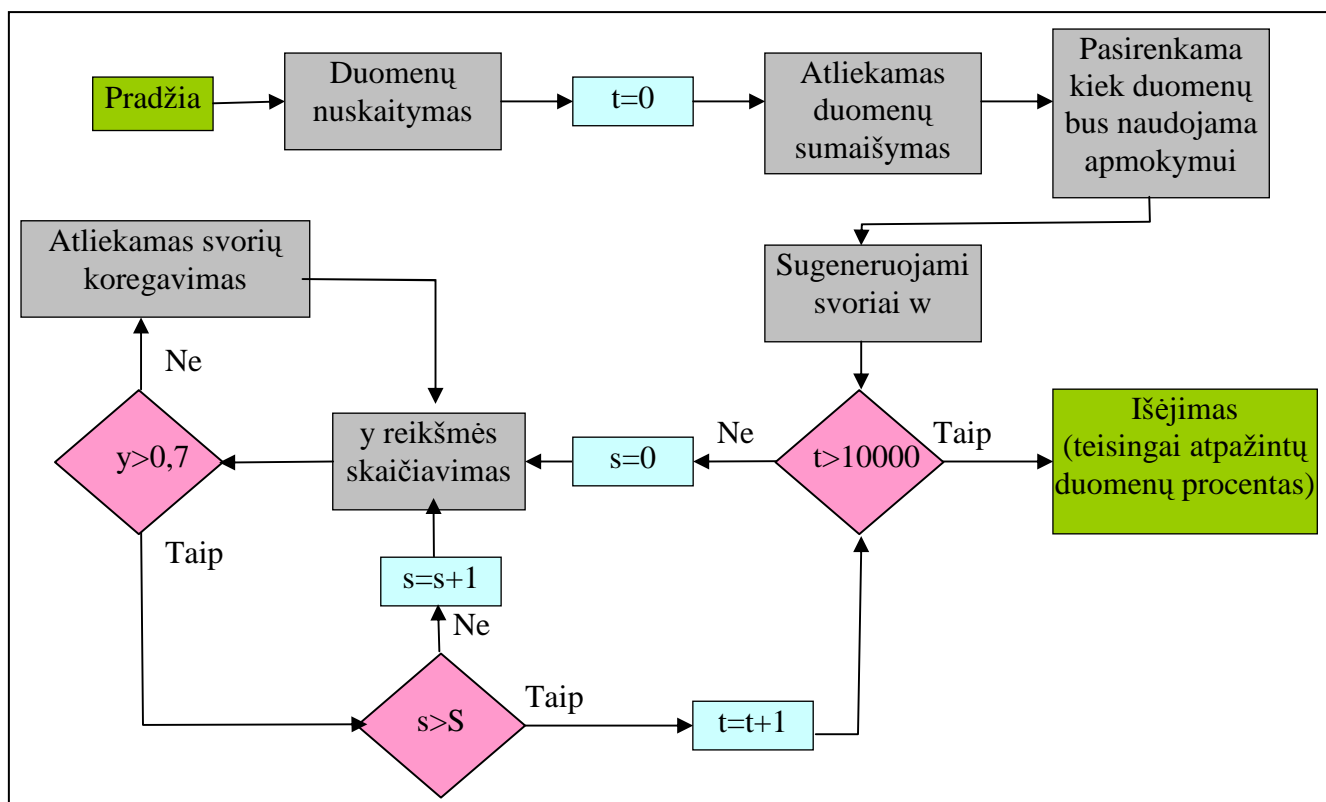
Šios darbo dalies tikslas – pasiūlyti būdą, leidžiantį išskirti rizikingiausią Lietuvos akcijų rinkos sektorių 2008-ų metų laikotarpiu. Pateikiama siūlomo algoritmo struktūra bei pats principas.

Vis besikeičianti situacija Lietuvos akcijų rinkoje, kurią įtakoja didesnio pobūdžio krizės, leidžia stebėti tai mažesnius, tai didesnius, akcijų rinkos svyravimus. Ateities sandorių prognozavimui yra sukurta daugybė įrankių, kurių veikimo principas paremtas dirbtiniu intelektu, daugiau ar mažiau nuspėjančiu akcijų kainos pasikeitimus. Bet žymiai mažiau yra užsiminta apie rizikos įvertinimą. USA akcijų rizikos įvertinimui atsiranda vis daugiau naujų būdų. Vienas iš nagrinėtų rizikingumo elementų: akcijos kainos dispersija, kuri parodo kaip akcijos kainos reikšmės yra išsibarsčiusios aplink vidurkį. Kuo šios reikšmės didesnės, tuo rizikingumas didėja. Dar vienas faktorius – pardavimų apimtys, kurios parodo kaip keičiasi investuotojų užmojai ir kokie vyksta pokyčiai konkrečiu metu. Yra ir kitų parametrų, kurių reikšmingumą bando pritaikyti daugelis šios srities tyrėjų. O apie Lietuvos akcijų rinkos rizikos įvertinimą kalbama yra mažai ir pateikiama dar mažiau konkrečių metodų. Rizikingumo įvertinimas yra vienas iš svarbiausių faktorių sėkmingos investicijos metu. Tik įvertinus riziką, galima apsidrausti nuo didesnių tykančių pavojų.

Pirmoje darbo dalyje išanalizavus rizikos įvertinimo metodus, pasirenkami tokie algoritmo įėjimo kintamieji: nuo akcijos gaunamas pelnas, vidurkis, dispersija, sandoriai, parduotų akcijų skaičius, apimtys. Apie šių kintamųjų radimą bus kalbama eksperimentinėje dalyje.

Išanalizavus dirbtinio intelekto metodus: neuroninius tinklus, neraiškia logiką, genetinį algoritmą bei keleto agentų sistemas, pasirenkami neuroniniai tinklai. Neuroninių tinklų metodas yra pakankamai galingas ir produktyvus, labai paprastas ir informatyvus. Pagrindinis kriterijus, nulėmęs konkretaus metodo pasirinkimą yra neuroninio tinklo sugebėjimas atlikti tikslų klasifikavimą, turint praeities duomenis. Neuroniniai tinklai labai panašiose situacijose sugeba greitai prisitaikyti (atlikti grupavimą). Šio darbo tikslas ne prognozuoti ateitį, bet išskirti rizikingiausią praėjusio laikotarpio sektorių, turint vienerių metu duomenis. Neuroninio tinklo algoritmas šioje srityje yra geresnis už kitus.

Prisiminus bakalauro studijų laikotarpį buvusias „Intelektikos“ paskaitas, kilo mintis sukurti programą, naudojančią neuroninių tinklų metodą. Rašant programą, buvo remiamasi G. Raškinio, anksčiau minėtos disciplinos paskaitose dėstoma medžiaga. Programa sudaroma pasirenkant vienasluoksniu ir dvisluoksniu neuroninio tinklo algoritmus. Bendrą šio algoritmo schemą galima atvaizduoti šia operacijų seka (9 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

9 pav. Pateikto algoritmo operacijų schema

Pirmas žingsnis šiame procese - duomenų nuskaitymas ir reikiamų parametrų priskyrimas. Reikšmė t nurodo atliekamų iteracijų skaičių. Norint geriau apmokyti neuroninį tinklą, pradinis duomenis reikia sumaišyti, kad neliktų apmokymo dalyje vienos klasės duomenų, o kitoje kitos (kitaip šio tinklo patikimumo įvertinimas būtų netikslingas). Atlikus duomenų sumaišymą, antrasis žingsnis būtų nurodyti, kiek procentų duomenų bus naudojama tinklo apmokymui. Trečiasis žingsnis skirtas sugeneruoti pradinis svorius w (funkcijos svoriai prie kiekvieno įėjimo kintamojo). Kintamasis s nurodo jau peržiūrėtų įvesties duomenų skaičių. S nurodo apmokymui pasirinktų duomenų kiekį. Kiekvieną kartą yra apskaičiuojamos y reikšmės (11 formulė). Jei reikšmė gaunama didesnė už nurodytą reikšmę, tuomet apmokymas tęsiamas toliau, o jei ne - atliekamas svorių koregavimas (12, 13 formulės). Apmokymas tęsiamas tol, kol atliekamas nurodytas iteracijų skaičius. Atpažinimas atliekamas perleidžiant per jau apmokytą neuroninį tinklą likusius duomenis (duomenis skirtus atpažinimui). Taip surandamas teisingai klasifikuotų klasių procentas, taip pat nustatoma, kuris faktorius turėjo didžiausią įtaką konkrečiai klasei. Plačiau apie konkretaus neuroninio tinklo naudojamas formules bei konkrečių modulių pasirinkimą (vienasluoksnis, dvisluoksnis neuroninis tinklas) bus kalbama eksperimentinėje dalyje.

Jei kalbama apie rizikingiausio sektoriaus išskyrimą, jis atliekamas taip: naudojant pasiūlytą algoritmą, pasirinktos grupės apjungiamos į klases tol, kol atpažinimo procentas yra didesnis nei 70 %. Tuomet išskiriamas kaip rizikingiausias tas sektorius, kurio atpažinimo procentas tampa didžiausiu.

Apjungimas atliekamas išskiriant mažiausiai atpažintą klasę ir ją prijungiant prie likusiųjų. Šis būdas leidžia apjungti kelias grupes į vieną, taip atrandant klases, kurių akcijų parametrai yra panašiausi.

Atlikus visus aukščiau aprašytus veiksmus pasiekiamas šio darbo tikslas: išskiriamas rizikingiausias Lietuvos akcijų rinkos sektoriaus 2008-ų metų laikotarpyje. Eksperimentinėje dalyje bus pilnai aprašyta siūlomo algoritmo eiga.

3. RIZIKINGIAUSIO LIETUVOS AKCIJŲ RINKOS SEKTORIAUS IŠSKYRIMAS

Šiame skyriuje pateikiamas atliktas tyrimas, aptariami atlikto eksperimento rezultatai. Tyrimas atliekamas su darbe realizuotu algoritmu, bei „Statistica“ pakete esančiu Neural Network įrankiu, palyginant gautus rezultatus.

3.1 Tyrimo objektas

Šioje darbo dalyje nagrinėjama Lietuvos akcijų rinkos situacija 2008-ų metų laikotarpyje. Iškeltas pagrindinis tikslas: įvertinti Lietuvos akcijų rinkos atskirų sektorių rizikingumą. Norint tai įgyvendinti reikia atlikti šiuos veiksmus:

1. Duomenų parsisiuntimas iš duomenų bazės;
2. Suskirstymas Lietuvos akcijas į grupes;
3. Atliekamas tikrinimas su 1 metų, 6 mėnesių duomenimis;
4. Išskiriami pagrindiniai matavimo kriterijai;
5. Daugiasluoksnio neuroninio tinklo pagalba patikrinama ar akcijų klasės tarpusavyje yra priklausomos (jeigu akcijos į klases yra suskirstomos teisingai, tuomet klasės yra nepriklausomos viena nuo kitos, nes turi tik konkrečiai klasei būdingų savybių), atrandant ir suskaidant į tokias grupes, kad gaunamas atpažinimo procentas būtų didesnis už 70 %;

Šio mokslinio tiriamojo darbo tyrimui atlikti buvo pasirinkti www.baltic.omxnordicexchange.com tinklalapyje pateikti Lietuvos įmonių akcijų duomenys. Tyrimui buvo naudojamos įmonės:

1. Pramprojektas (PRM1L),
2. Panevėžio statybos trestas (PTR1L),
3. City Service (CTS1L),
4. TEO LT (TEO1L),
5. Kauno tiekimas (KTK1L),
6. Invalda (IVL1L),
7. Klaipėdos jūrų krovinių kompanija (KJK1L),
8. Lietuvos jūrų laivininkystė (LJL1L),
9. Limarko laivininkystės kompanija (LLK1L),
10. Apranga (APG1L),
11. Pieno žvaigždės (PZV1L),
12. Rokiškio sūris (RSU1L),

13. Vilkyškių pieninė (VLP1L),
14. Žemaitijos pienas (ZMP1L),
15. Alita (ALT1L),
16. Anykščių vynas (ANK1L),
17. Gubernija (GUB1L),
18. Stumbras (STU1L),
19. Vilniaus degtinė (VDG1L),
20. Dvarčionių keramika (DKR1L),
21. Klaipėdos nafta (KNF1L),
22. Lietuvos dujos (LDJ1L),
23. Kauno energija (KNR1L),
24. Lietuvos energija (LEN1L),
25. Klaipėdos baldai (KBL1L),
26. Snaigė (SNG1L),
27. Vilniaus baldai (VBL1L),
28. Grigiškės (GRG1L),
29. Lietuvos elektrinė (LEL1L),
30. Rytų skirstomieji tinklai (RST1L),
31. VST (VST1L),
32. Linas (LNS1L),
33. Utenos trikotažas (UTR1L),
34. Lifosa (LFO1L),
35. Sanitas (SAN1L),
36. DnB NORD bankas (NDL1L),
37. Šiaulių bankas (SAB1L),
38. Bankas Snoras (SRS1L),
39. Snoras (SRS2L),
40. Ūkio bankas (UKB1L).
41. Agrowill Group (AVG1L)

Pasirinktas laikotarpis (2008 metai), atspindintis krizės ryškėjimo požymius. “Statistica” pakete esančia „Cluster“ analizės funkcijos pagalba pabandoma suklasifikuoti turimas akcijas į grupes, naudojant visus, 1 metų kiekvienos dienos suvidurkintus duomenis.

Atskirų įmonių 1 metų duomenų vidurkiai

Įmonė	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamas vidurkis (5 dienų)	Dispersija (5 dienos)	Sandorių skaičius	Akcijų skaičius	Apimtyms
NDLIL	0,21877472	1,91070151	1,46076048	-0,460219658	-0,398833092	-0,182467436
SABIL	-0,885440089	-0,241261793	-0,196642533	0,561261971	1,0389484	0,981582996
IVLIL	-0,827035307	-0,146507746	-0,194043797	0,354973342	-0,228741947	0,336634679
SRS1L	-0,673344224	-0,238253582	-0,196520336	0,65441847	0,649142497	0,0333852356
SRS2L	0,827835724	-0,150004749	-0,19212658	-0,414135803	-0,385214806	-0,424616745
UKB1L	-1,02302991	-0,236742606	-0,196568459	4,54559573	3,73528402	3,46979515
CTS1L	-0,663424073	-0,17912851	-0,195966811	-0,31378429	-0,340679019	-0,255823319
PRM1L	-0,671103935	-0,231958961	-0,196628017	-0,503221439	-0,389404121	-0,479348559
PTR1L	-0,922594508	-0,184200798	-0,195262739	0,256420582	-0,219521146	0,26814469
AVG1L	1,68840666	-0,215046766	-0,195342022	-0,128566919	-0,247328979	-0,062927461
DKR1L	-0,582712545	-0,234861326	-0,196415407	-0,295512741	-0,341319843	-0,407618943
KJK1L	-0,307721703	-0,10191829	-0,190638554	-0,470749204	-0,398730851	-0,480256378
KNR1L	-0,134142403	-0,233411204	-0,196352942	-0,496594452	-0,398157189	-0,492184558
KTK1L	2,69488348	-0,255472055	-0,196699545	-0,489937049	-0,286977603	-0,448314383
LEL1L	0,226974004	-0,205270287	-0,196122903	-0,476902834	-0,39450675	-0,476102066
LEN1L	0,1042477	-0,226738034	-0,19647511	-0,333570579	-0,342031726	-0,394334363
LJL1L	-1,23472883	-0,25774182	-0,19670976	-0,296838138	0,524410103	-0,344995148
LLK1L	1,53533553	-0,248321442	-0,196658241	-0,419626735	-0,351562865	-0,464926592
RST1L	-0,676619447	-0,224680318	-0,19649384	-0,0756861239	-0,0499734242	0,147393317
TEO1L	-1,29640773	-0,243251353	-0,196687038	2,35992084	4,39760735	4,13656248
VST1L	-0,0350463833	5,86664687	6,03442339	-0,461092737	-0,400795442	-0,408431865
ALT1L	0,439445742	-0,238153468	-0,19654472	-0,457684573	-0,38590675	-0,483881511
ANK1L	0,341440854	-0,254916562	-0,196690899	-0,483151136	-0,393173203	-0,494118145
APG1L	-1,59838281	-0,187705103	-0,19546676	1,03442882	-0,101193686	0,469594489
GRG1L	0,719883252	-0,247011558	-0,196549554	-0,441590462	-0,315111865	-0,449109147
GUB1L	0,025670372	-0,254524508	-0,196687356	-0,487127328	-0,394688805	-0,494093144
KBL1L	0,224570009	-0,241894514	-0,196551453	-0,486180616	-0,396772083	-0,492617364
KNF1L	-0,989832642	-0,253010156	-0,19670228	-0,0903601659	0,979225063	0,153892461
LDJ1L	-1,78689879	-0,237495307	-0,196610795	-0,216178242	-0,208586667	-0,291649052
LFO1L	-0,39637654	0,328133522	-0,091795377	2,56923895	-0,314330731	2,06272606
LNS1L	0,876795923	-0,259736484	-0,196709598	-0,366800183	-0,0662785404	-0,463596713
PVZ1L	1,06951466	-0,217550471	-0,196498728	-0,363581361	-0,314147654	-0,281810241
RSU1L	1,00909073	-0,217150172	-0,196384518	-0,298068864	-0,307849657	-0,231183871
SAN1L	-0,723820073	-0,0291575292	-0,184974922	-0,0573199035	-0,35705864	-0,00425030047
SNG1L	1,06304078	-0,232736396	-0,19649677	-0,445377312	-0,342296895	-0,3909996
STU1L	-1,23818858	-0,184282067	-0,195826271	-0,358469114	-0,381826252	-0,412962983
UTR1L	1,55877578	-0,237708334	-0,196278165	-0,473684012	-0,39756644	-0,492117641
VBL1L	0,721612475	-0,0906639802	-0,192179876	-0,471317231	-0,395546566	-0,446402816
VDG1L	0,937557072	-0,241106243	-0,196534767	-0,493280959	-0,39873614	-0,494468031
VLP1L	-0,056879734	-0,223554486	-0,196537879	-0,348812648	-0,335280751	-0,380785067
ZMP1L	0,439835903	-0,202352925	-0,164808544	-0,360835895	-0,344543381	-0,433318116

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

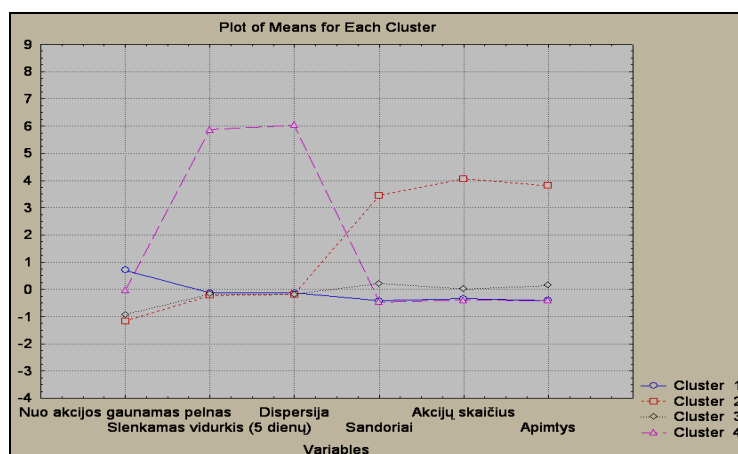
Naudojant atskirų įmonių duomenų vidurkius (3 lentelė), atlikus klasifikavimą „Statistica“ pakete esančio „Cluster“ analizės metodo pagalba gauname 4 klases (10 pav.). Iš gautų rezultatų galima teigti, kad tiesiniu metodu nepavyksta suskirstyti įmonės į reikiamas klases.

1 grupė					2 grupė				
NDL1L	SRS2L	AVG1L	KJK1L	KNR1L	SAB1L	IVL1L	SRS1L	CTS1L	PRM1L
KTK1L	LEL1L	LEN1L	LLK1L	ALT1L	PTR1L	DKR1L	LJL1L	RST1L	APG1L
ANK1L	GRG1L	GUB1L	KBL1L	LNS1L	KNFIL	LDJ1L	LFO1L	SAN1L	STU1L
PVZ1L	RSU1L	SNG1L	UTR1L	VBL1L					
VDG1L	VLP1L	ZMP1L							
3 grupė					4 grupė				
UKB1L		TEO1L			VST1L				

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

10 pav. „Statistica“ Cluster analizės metodu gautos grupės

Galime matyti, kad 3-čią grupę sudaro 2 įmonės, kurios suklasifikuotos taip, kad jų sandorių, akcijų skaičius bei apimtys yra didžiausios, o į 4-ą grupę patenka įmonė, kurių vidurkis ir dispersija didžiausi (11 pav.). Likusios grupės sudaromos pagal beveik lygių kintamųjų reikšmingumą.



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

11 pav. „Statistica“ paketu gautų grupių kintamieji

Nepavykus klasifikuoti tiesiniu būdu, Lietuvos įmonių akcijos suskirstytos į 4 grupes pagal veiklos rūšį:

1. Finansai užsiimančios įmonės: Invalda (IVL1L), DnB NORD bankas (NDL1L), Šiaulių bankas (SAB1L), Bankas Snoras (SRS1L), Snoras (SRS2L), Ūkio bankas (UKB1L);
2. Statyba užsiimančios įmonės: Agrowill Group (AVG1L), City Service (CTS1L), Pramprojektas (PRM1L), Panevėžio statybos trestas (PTR1L);
3. Paslaugomis užsiimančios įmonės: TEO LT (TEO1L), Kauno tiekimas (KTK1L), Klaipėdos jūrų krovinių kompanija (KJK1L), Lietuvos jūrų laivininkystė (LJL1L), Limarko laivininkystės kompanija (LLK1L), VST (VST1L), Rytų skirstomieji tinklai

(RST1L), Dvarčionių keramika (DKR1L), Kauno energija (KNR1L), Lietuvos energija (LEN1L), Lietuvos elektrinė (LEL1L);

4. Gamyba užsiimančios įmonės: Apranga (APG1L), Pieno žvaigždės (PZV1L), Rokiškio sūris (RSU1L), Vilkyškių pieninė (VLP1L), Žemaitijos pienas (ZMP1L), Alita (ALT1L), Anykščių vynas (ANK1L), Gubernija (GUB1L), Stumbras (STU1L), Vilniaus degtinė (VDG1L), Klaipėdos nafta (KNF1L), Lietuvos dujos (LDJ1L), Klaipėdos baldai (KBL1L), Snaigė (SNG1L), Vilniaus baldai (VBL1L), Grigiškės (GRG1L), Linas (LNS1L), Utenos trikotažas (UTR1L), Lifosa (LFO1L), Sanitas (SAN1L).

Pagrindiniai kriterijai pasirenkant ir taip suskirstant Lietuvos įmonių akcijas į 4 grupes:

1. Krizės metu didžiausius nuostolius patiriančios sritys yra nekilnojamas turtas (naujų namų statyba) ir žinoma bankų sistemos, kurios labai susiję su nekilnojamu turtu.
2. Kitos klasės: paslaugos ir gamyba, pasirinktos todėl, kad šios srities įmonių, prekiaujančių akcijų rinkoje yra daugiausiai.

Sutvarkius pradinis duomenis iš viso gaunamos 10002 duomenų eilutės. Toliau vykdomas duomenų apdorojimas pasirenkant svarbiausius kriterijus, kurie bus naudojami vienasluoksniu, daugiasluoksniu neuroninio tinklo algoritmui kaip įvesties kintamieji. Duomenų apdorojimas atliekamas Excel aplinkoje (12 pav.).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Date	Average Price	Open Price	High Price	Low Price	Last close Price	Last Price	Price Change(%)	Best bid	Best ask	Deals	No of shares	Turnover
1/2/2008	3.45	3.45	3.5	3.45	3.45	3.49	1.16%	3.47	3.49	8	52131	179945.8
1/3/2008	3.45	3.48	3.48	3.43	3.49	3.45	-1.15%	3.45	3.46	21	74308	255790.5
1/4/2008	3.45	3.45	3.46	3.45	3.45	3.45	0.00%	3.45	3.46	30	93670	323368.8
1/7/2008	3.42	3.45	3.45	3.41	3.45	3.41	-1.16%	3.41	3.44	40	118214	404547.2
1/8/2008	3.41	3.41	3.41	3.4	3.41	3.4	-0.29%	3.4	3.41	37	88463	301564.8
1/9/2008	3.34	3.33	3.39	3.31	3.4	3.38	-0.59%	3.36	3.38	54	89834	299716.8
1/10/2008	3.36	3.38	3.38	3.35	3.38	3.36	-0.59%	3.35	3.36	27	84214	283131.9
1/11/2008	3.35	3.35	3.36	3.34	3.36	3.34	-0.60%	3.34	3.35	15	29203	97709.32
1/14/2008	3.32	3.35	3.35	3.29	3.34	3.31	-0.90%	3.31	3.32	57	203464	675827
1/15/2008	3.3	3.31	3.31	3.28	3.31	3.31	0.00%	3.31	3.32	62	209884	693509.2
1/16/2008	3.2	3.29	3.29	3.18	3.31	3.18	-3.93%	3.18	3.19	86	284363	909680.2
1/17/2008	3.18	3.18	3.21	3.16	3.18	3.17	-0.31%	3.16	3.17	68	483698	1541000
1/18/2008	3.13	3.2	3.2	3.09	3.17	3.11	-1.89%	3.1	3.11	185	796246	2496004
1/21/2008	3.09	3.1	3.1	3.05	3.11	3.09	-0.64%	3.08	3.1	76	640972	1969257
1/22/2008	2.91	3	3	2.8	3.09	2.91	-5.83%	2.91	2.92	161	808783	2351754
1/23/2008	3	2.99	3.05	2.95	2.91	2.99	2.75%	2.99	3	136	444903	1334977
1/24/2008	3.07	3.15	3.15	3.05	2.99	3.05	2.01%	3.05	3.1	94	187927	576006.8

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

12 pav. Lietuvos įmonių akcijų duomenys

Naudojantis šiais pradiniais duomenimis: atidarymo, uždarymo kaina, sandoriai, pirkimo/pardavimo akcijų kiekis, apimtys (imami 1 dienos laikotarpio duomenys), buvo nuspręsta neuroninio tinklo įėjimo kintamuosius pasirinkti štai šiuos:

1. Nuo akcijos gaunamas pelnas (šis dydis parodo kiek procentų yra uždirbama per vieną dieną nuo vienos akcijos);

2. Slenkamasis vidurkis (5 dienų) (parodo svyravimus, pagal kuriuos galima spręsti ar akcija yra rizikinga, ar ne);
3. Akcijos kainos dispersija (parodo akcijos rizikingumą);
4. Sandoriai (per vieną dieną);
5. Akcijų skaičius (pirkta/parduota akcijų per vieną dieną);
6. Apimtys (parduotų akcijų suma (Lt) per vieną dieną).

Kiekvieno iš įėjimo kintamųjų skaičiavimui naudojamos formulės:

- Nuo akcijos gaunamas pelnas (procentai per laiko vienetą). Šis rodiklis leidžia palyginti pelną iš mažų ir didelių investuojamų lėšų (šiuo atveju akcijos kainos):

$$R_t = \frac{P_U - P_A}{P_U}, \quad (4)$$

čia t – diena;

P_A – akcijos uždarymo kaina;

P_U – akcijos atidarymo kaina.

- Slenkamasis vidurkis (5 dienų). Jo apskaičiavime naudojama atidarymo kaina:

$$E(R_t) = \frac{P_{t-4} + P_{t-3} + P_{t-2} + P_{t-1} + P_t}{5}, \quad (5)$$

čia t – diena;

P_t – akcijos kaina.

- Akcijos kainos dispersija (5 dienų). Dispersija – rizikos matas (parodo akcijos rizikingumo lygį):

$$S^2 = \frac{1}{4} \sum_{t=1}^5 (P_t - E(R_t))^2, \quad (6)$$

čia P_t – akcijos kaina;

$E(R_t)$ – vidurkis (5 dienų).

Atlikus skaičiavimus remiantis šiomis formulėmis, gaunami duomenys, kurie bus naudojami kaip įėjimo duomenys neuroniniame tinkle (13 pav.).

Įmonės pavadinimas	Data	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamas vidurkis (5 dienų)	Dispersija (slenkamasis vidurkis 5 dienų)	Sandoriai	Akcijų skaičius	Apimtys	Grupė
NDL1L	2008.06.05	0	306	67.5	1	4	1200	1
NDL1L	2008.06.06	0.016949153	305	68.75	6	100	29980	1
NDL1L	2008.06.09	-0.044585987	304.8	69.3	3	16	5035.93	1
NDL1L	2008.06.10	0	304.8	69.3	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.11	0	307.8	71.55	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.12	0.05	307.8	69.3	1	3	900	1
NDL1L	2008.06.13	0	308.8	67.55	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.16	0	306	78.75	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.17	0	303	78.75	3	17	5090	1
NDL1L	2008.06.18	0	299.8	57.95	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.19	0.013559322	298.8	1.1	1	1660	489700	1
NDL1L	2008.06.20	0	297.8	5.1	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.25	-0.019933555	298	6	6	16732	5103102	1
NDL1L	2008.06.26	0	299	17	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.27	0	300.2	25.4	0	0	0	1
NDL1L	2008.06.30	0	302.2	31.8	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.01	0	304.2	21.8	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.02	0	305	0	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.03	0	305	0	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.04	0.089285714	300	31.25	1	18	5040	1
NDL1L	2008.07.07	0	295	156.25	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.08	0	290	218.75	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.09	-0.034482759	287	198.75	1	4	1160	1
NDL1L	2008.07.10	0	284	131.25	0	0	0	1
NDL1L	2008.07.11	-0.064516129	290	75	9	64	19836.95	1
NDL1L	2008.07.14	0.016393443	295	181.25	1	10	3050	1
NDL1L	2008.07.15	0	300	181.25	0	0	0	1

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

13 pav. Sutvarkyti duomenys

Neuroninio tinklo įvesčiai naudojami šie elementai: įmonės pavadinimas, data, nuo akcijos gaunamas pelnas, slenkamasis vidurkis (5 dienų), dispersija (5 dienų), sandorių skaičius, akcijų skaičius, apimtys ir priskiriama klasė (13 pav.).

3.2 Pasirinktų paketų eksperimentinė duomenų analizė

Pasirinktų sektorių rizikingumo nustatymas atliekamas naudojantis neuroninių tinklų algoritmu. Pasirenkamas vienasluoksnis ir dvisluoksnis neuroninis tinklas, mokymus atliekant klaidos atasklidos metodu. Sukuriama programa remiantis šiais algoritmais ir palyginama su „Statistica“ paketu gautais rezultatais.

Iš pradžių atliekama duomenų normalizavimas. Visi pradiniai duomenys yra normalizuojami šiuo principu:

1. Surandamas kiekvieno stulpelio vidurkis;
2. Surandama kiekvieno stulpelio standartinis nuokrypis;
3. Duomenų normalizacijai naudojama 7 formulė.

$$T_i = \frac{P_i - E(R_i)}{\sigma}, \quad (7)$$

čia P_t – akcijos kaina;

$E(R_t)$ – vidurkis;

σ – standartinis nuokrypis.

Gaunami sutvarkyti pradiniai duomenys Excel aplinkoje (14 pav.), kurie bus naudojami kaip įvesties duomenys neuroninio tinklo algoritme.

Imonės pavadinimas	Data	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamas vidurkis (5 dienų)	Slenkamojo vidurkio Standartinis nuokrypis	Sandoriai	Akcijų skaičius	Apimtys	Grupe
NDL1L	2008.06.05	-0.094079901	2.747011137186260	0.439438778700464	-0.356612490654419	-0.249875107981775	-0.318869551960410	1
NDL1L	2008.06.06	0.379746494	2.737235112106990	0.449002828722678	-0.270815916622940	-0.249366057555459	-0.236594753589071	1
NDL1L	2008.06.09	-1.420793806	2.735279907091140	0.453211010732452	-0.322293861041828	-0.249811476678485	-0.307903590622100	1
NDL1L	2008.06.10	-0.094079901	2.735279907091140	0.453211010732452	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.11	-0.094079901	2.764607982328930	0.470426300772437	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.12	1.259709798	2.764607982328930	0.453211010732452	-0.356612490654419	-0.249880410590382	-0.319727176682836	1
NDL1L	2008.06.13	-0.094079901	2.774384007408200	0.439821340701353	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.16	-0.094079901	2.747011137186260	0.525515228900387	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.17	-0.094079901	2.717683061948460	0.525515228900387	-0.322293861041828	-0.249806174069878	-0.307749018059628	1
NDL1L	2008.06.18	-0.094079901	2.686399781694810	0.366369436530751	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.19	0.286248978	2.676623756615550	-0.068603558479526	-0.356612490654419	-0.241093988127824	1.077629371055540	1
NDL1L	2008.06.20	-0.094079901	2.666847731536290	-0.037998598408442	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.25	-0.672308721	2.668802936552140	-0.031112482392448	-0.270815916622940	-0.161173071196215	14.266188070010800	1
NDL1L	2008.06.26	-0.094079901	2.678578961631400	0.053051157803032	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.27	-0.094079901	2.690310191726520	0.117321573952308	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.06.30	-0.094079901	2.709862241885050	0.166289510066042	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1
NDL1L	2008.07.01	-0.094079901	2.728414292043680	0.089777109888333	-0.373771805460715	-0.249896318416204	-0.322300050850112	1

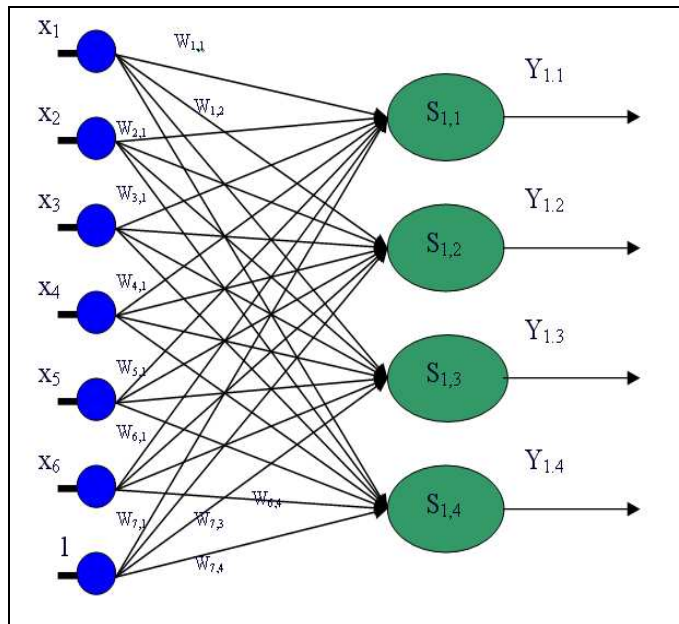
Šaltinis: sudaryta autoriaus.

14 pav. Įvesties duomenys

3.2.1 Sudarytasis algoritmas (Borland C++ Builder programavimo aplinka)

Naudojamas Neural Network metodas MPL („Multilayer perceptron“) – daugiasluoksnis perceptronas. Neuroninis tinklas sudarytas iš paslėptojo sluoksnio, kuriame yra 6 neuronai ir išorinio sluoksnio, kuriame yra 4 neuronai. Įėjimo kintamieji (14 pav): x_1 – nuo akcijos gaunamas pelnas, x_2 – slenkamasis vidurkis, x_3 – dispersija, x_4 – sandorių skaičius, x_5 – parduotų akcijų skaičius, x_6 – apimtys. Klasių atskyrimas atliekamas aukštesnės eilės hiper paviršiumi (4 formulė). Pradiniai koeficientai w yra sugeneruojami atsitiktinai intervale $[(-0,01; -0,01) (0,01; 0,01)]$.

Vienasluoksnis neuroninio tinklo algoritmas yra sudarytas tokiu principu: įėjimo elementų yra 6, o klasių yra 4, tuomet pirmąjį sluoksnį sudarys 4 neuronai (15 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

15 pav. Vienasluoksnis neuroninis tinklas

- čia x_1 – nuo akcijos gaunamas pelnas;
 x_2 – slenkamasis vidurkis (5 dienų);
 x_3 – dispersija (5 dienų);
 x_4 – sandorių skaičius (1 diena);
 x_5 – parduotų akcijų skaičius (1 diena);
 x_6 – apimtys (1 diena).

Algoritmo struktūra:

1. Skaičiuojami išorinio sluoksnio neuronų išėjimai. Šiame algoritme naudojama eksponentinė parametrinė funkcija:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-s}}, \quad (8)$$

čia $s_{x,y} = w_{x,y,1} * x_1 + w_{x,y,2} * x_2 + w_{x,y,3} * x_3 + w_{x,y,4} * x_4 + w_{x,y,5} * x_5 + w_{x,y,6} * x_6 + w_{x,y,7}$;

$w_{x,y,k}$ – atsitiktine tvarka sugeneruojami svoriai.

2. Neuronų klaidos (atasklidos metodu) skaičiavimas:

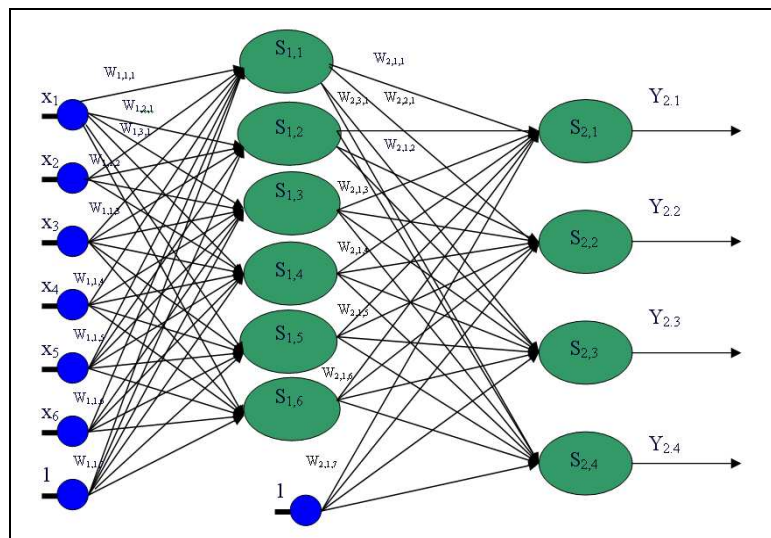
$$\sigma_{1,j} = y_{1,j}(1 - y_{1,j}) \quad (9)$$

3. Išorinio sluoksnio svorių koregavimas:

$$w_{1,i,i}(t+1) \leftarrow w_{1,i,i}(t) + c * \sigma_{1,j} * x_i \quad (10)$$

Dvisluoksnio neuroninio tinklo algoritmas yra sudarytas tokiu principu:

1. Įėjimo elementų yra 6, tuomet paslėptajame sluoksnyje bus 6 neuronai;
2. Antrajame neuroninio tinklo sluoksnyje 4 neuronai, nes yra 4 klasės į kurias suskirstytos įmonės (16 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

16 pav. Dvisluoksnis neuroninis tinklas

- čia x_1 – nuo akcijos gaunamas pelnas;
- x_2 – slenkamasis vidurkis (5 dienų);
- x_3 – dispersija (5 dienų);
- x_4 – sandorių skaičius (1 diena);
- x_5 – parduotų akcijų skaičius (1 diena);
- x_6 – apimtys (1 diena).

Algoritmo struktūra:

1. Atliekamos transformacijos. Šiame algoritme naudojama slenkstinė parametrinė funkcija:

$$y_{i,j} = \frac{1}{1 + e^{-s_{i,j}}}, \quad (11)$$

čia $s_{i,j} = w_{i,j,1} * x_1 + w_{i,j,2} * x_2 + w_{i,j,3} * x_3 + w_{i,j,4} * x_4 + w_{i,j,5} * x_5 + w_{i,j,6} * x_6 + w_{i,j,7}$;

$w_{x,i,k}$ – atsitiktine tvarka sugeneruojami svoriai.

2. Išorinių neuronų klaidos skaičiavimas:

$$\sigma_{2,k} = y_{2,k}(1 - y_{2,k})(T_k - y_{2,k}), \quad (12)$$

čia T_k – laisvojo koeficiento reikšmė ($w_{i,j,7}$).

3. Paslėptų neuronų klaidos skaičiavimas:

$$\sigma_{1,j} = y_{1,j}(1 - y_{1,j}) \sum_{k=1}^{N2+1} \sigma_{2,k} * w_{2,j,k} \quad (13)$$

4. Paslėpto sluoksnio svorių koregavimas:

$$w_{1,i,j}(t+1) \leftarrow w_{1,i,j}(t) + c * \sigma_{1,j} * x_i \quad (14)$$

5. Išorinio sluoksnio svorių koregavimas:

$$w_{2,j,k}(t+1) \leftarrow w_{2,j,k}(t) + c * \sigma_{2,k} * y_{1,j} \quad (15)$$

Sudarius neuroninį tinklą, atliekami neurono apmokymai (10 000 iteracijų). Pasirenkami pradiniai duomenys ir padalinami į imtis: apmokymo ir tikrinimo. Su apmokymo duomenimis vykdomi neuroninio tinklo apmokymai. Baigus apmokymus, atliekamas tikrinimas su likusiais duomenimis (suskaičiuojama kiek duomenų priskyrė klasę teisingai).

3.2.2 „Statistica“ pakete naudojamas algoritmas

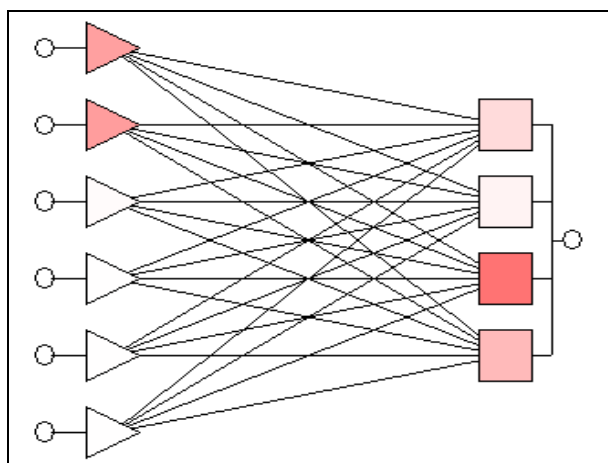
„Statistica“ programinė sistema leidžia iškviešti norimą neuroninio tinklo mokymo algoritmą, struktūrą, vykdyti mokymo procedūras, įėjimo vektorius, atlikti egzaminavimą – pageidaujамų vektorių atpažinimą. Neuroninio tinklo paketas „Statistica“ *Neural Networks* turi patogią vartotojo sąsają. Jis leidžia lengvai integruoti esamas ir naujai sukurtas neuroninių tinklų organizavimo programas. Vartotojo sąsaja atspindi pagrindinius paketo darbo etapus: duomenų paruošimą, mokymą ir veiklos modeliavimą („Statistica“ pagalbos įrankio informacija).

Paketo „mokymo priemonės“ leidžia atlikti įvairiausių duomenų analizę: pavienių rezultatų, tam tikros rezultatų imties ar net laisvai vartotojo pateikiamų vektorių.

Paketas numato kelis išvedamų duomenų formatus, pritaikytus tradicinių neuroninių, pavyzdžiui, Kohoneno neuroninių tinklų situacijoms.

„Statistica“ pakete naudojamos Neural network metodas vienasluoksniams neuroniniams tinklui linar, o daugiasluoksniams multilayer Perseptron tinklo tipus.

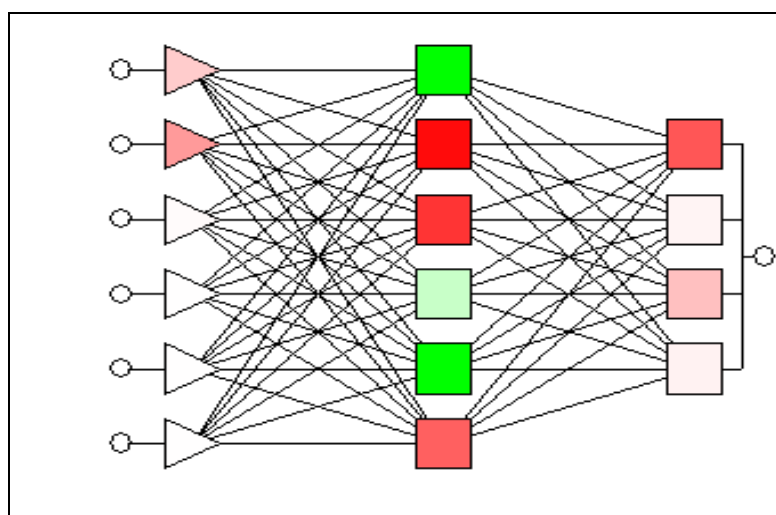
„Statistica“ paketu gautas vienasluoksnius neuroninis tinklas (17 pav.) sudarytas iš išėjimo sluoksnio, kuriame yra 4 neuronai.



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

17 pav. Vienasluoksnis neuroninis tinklas („Statistica“ paketas)

Dvisluoksnis neuroninio tinklo „Statistica“ aplinkoje, struktūra pateikia 18 paveiksle. Neuroninis tinklas turi viena paslėptąjį sluoksnį sudarytą iš 6 neuronų, o išėjimo sluoksnį iš 4 neuronų (jų kiekis pasirinktas pagal esamų klasių kiekį) (18 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

18 pav. Dvisluoksnis neuroninis tinklas („Statistica“ paketas)

3.3 „Borland C++ Builder 6“ programavimo aplinkoje sukurta programa gauti rezultatai

Eksperimentinė dalis atliekama su „Borland C++ Builder 6“ programavimo aplinkoje sukuriama grafine vartotojo sąsaja, kurioje vartotojas gali atlikti norimus veiksmus. Pagrindinis šios programos tikslas yra suprogramavus vienasluoksnį, dvisluoksnį neuroninio tinklo algoritmą stebėti ar šis sugebės suskirstyti įmones į klases pagal statistinius duomenis programos tekstas pateikiamas 3 priede. Programos naudojimosi instrukcija pateikiama 2 priede.

Pasirinkus apmokymui 60 % pradinių duomenų gautami rezultatai (19 pav.) naudojant vienasluoksnį neuroninį tinklą. Geriausiai yra atpažįstama 3-čia klasė (94.6 %), truputėlį prasčiau 4-ta klasė (48.4 %), o likusios klasės nepasiekia nei 50 % atpažinimo tikslumo.

Vienasluoksnio neuroninio tinklo atpažintos klasės:

El. Nr.	Akcijos pavadinimas	Esama klasė	Priskirta 1 klasei	Priskirta 2 klasei	Priskirta 3 klasei	Priskirta 4 klasei	Priskirta klasei
1	IVL1L	1	154	0	0	32	1
2	SRS1L	1	118	0	0	129	4
3	SAB1L	1	176	1	1	69	1
4	NDL1L	1	131	1	1	13	1
5	SRS2L	1	42	1	1	206	4
6	UKB1L	1	232	0	0	15	1
7	CTS1L	2	79	17	1	150	4
8	PTF1L	2	49	63	1	136	4
9	AVG1L	2	35	25	1	124	4
10	PRM1L	2	9	3	1	234	4
11	LEN1L	3	43	4	1	198	3
12	LEL1L	3	20	1	1	226	3
13	RST1L	3	45	70	112	1	3

Vienasluoksnio neuroninio tinklo koeficientai:

	Akcijos pelningumas	Vidurkis	Dispersija	Sandona	Pardav. sk.	Asimetrija
1 klasė	4.5304597050027	0.353707079264341	6.364201247632929	0.364546740496296	6.10912824268117	3.28447894572568
2 klasė	-0.0089	0.0031	0.0089	-0.0019	0.0089	1.57294934542275E-26
3 klasė	-0.0019	0.0021	-0.0089	-0.0079	9.67696621193196E-311	6.66024963397656E-26
4 klasė	-0.1004114156357	-2.67246025487417	-15.0671949202701	2.66796362338405	-0.967347402101204	-1.44200468952302

Priskyrė klasę teisingai:
62,47 %
1 klasės: 61,68 %
2 klasės: 11,65 %
3 klasės: 66,34 %
4 klasės: 70,05 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

19 pav. Sudaryto algoritmo, vienasluoksnio neuroninio tinklo rezultatai

Dvisluoksnio neuroninio tinklo atveju gautami truputėli geresni rezultatai (20 pav.). Kaip ir vienasluoksnio neuroninio tinklo atveju gaunama, kad 3-4 klasių atpažinimo procentas aukštas, pirmosios klasės sumažėjęs, o antroji klasė nebuvo tinkamai suklasifikuota.

Dvisluoksnio neuroninio tinklo atpažintos klasės:

El. Nr.	Akcijos pavadinimas	Esama klasė	Priskirta 1 klasei	Priskirta 2 klasei	Priskirta 3 klasei	Priskirta 4 klasei	Priskirta klasei
1	SRS2L	1	1	0	0	246	4
2	IVL1L	1	47	0	0	199	4
3	SRS1L	1	133	0	0	113	1
4	SAB1L	1	196	0	4	95	1
5	NDL1L	1	0	0	6	138	4
6	UKB1L	1	230	0	0	13	1
7	PRM1L	2	2	0	0	242	4
8	PTF1L	2	38	5	0	204	4
9	CTS1L	2	6	0	0	239	4
10	AVG1L	2	19	1	0	163	4
11	LJL1L	3	46	20	180	0	3

Priskyrė klasę teisingai:
73,00 %
1 klasės: 43,54 %
2 klasės: 0,65 %
3 klasės: 84,46 %
4 klasės: 90,04 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

20 pav. Sudaryto algoritmo, dvisluoksnio neuroninio tinklo rezultatai

Apibendrinus galima teigti, kad vienasluoksnio neuroninio tinklo pagalba gauti rezultatai yra šiek tiek prastesni už rezultatus, gautus realizavus dvisluoksnį neuroninį tinklą. Taip pat galima pastebėti, kad antruoju būdu atliktas pirmos ir antros klasių klasifikavimo tikslumas buvo žymiai didesnis nei pirmuoju atveju. Tokiam klasifikavimui didžiausią svorį turėjo sandoriai ir akcijų kainų vidurkis.

3.4 „Statistica“ paketu gauti rezultatai

Šiame skyrelyje aprašomi atlikti eksperimentai: atliekamas klasifikavimas naudojantis „Statistica“ pakete esančia Neural Networks funkcija. Aptariami gauti rezultatai.

Atliekant eksperimentą su „Statistica“ paketu, gaunami vienasluoksnio neuroninio tinklo (Linner) rezultatai (4 lentelė), kurie parodo, kad teisingiausiai yra atpažįstama 4 klasė (paslaugų), nes jos atpažinimo procentas yra virš 90 %. Likusių klasių atpažinimo tikslumas nesiekia net 20%.

4 lentelė

Vienasluoksnio neuroninio tinklo rezultatai („Statistica“ paketas)

	Classification (1) (Spreadsheet1)			
	Klase.1.1	Klase.2.1	Klase.3.1	Klase.4.1
Total	1384.000	929.0000	2729.000	4960.000
Correct	145.000	0.0000	358.000	4842.000
Wrong	1239.000	929.0000	2371.000	118.000
Unknown	0.000	0.0000	0.000	0.000
Correct(%)	10.477	0.0000	13.118	97.621
Wrong(%)	89.523	100.0000	86.882	2.379
Unknown(%)	0.000	0.0000	0.000	0.000

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Peržvelgus „Sensitivity Analysis“ parametrus (5 lentelė), galime matyti, kad sandoriai ir slenkamasis vidurkis turi didesnę svertą šiame klasifikavime.

5 lentelė

Vienasluoksnio neuroninio tinklo „Sensitivity Analysis“ rezultatai („Statistica“ paketas)

	Sensitivity Analysis - 1					
	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamasis vidurkis	Dispersija	Sandoriai	Akcijų skaičius	Apimtys
Ratio.1	1.000049	1.013935	1.000059	1.017396	1.009928	1.001429
Rank.1	6.000000	2.000000	5.000000	1.000000	3.000000	4.000000

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Apžvelgiant rezultatus gautus su dvisluoksniu neuroniniu tinklu matyti, kad 4-ta klasė (paslaugų), kaip ir vienasluoksnio neuroninio tinklo atveju, turi didžiausią atpažinimo procentą. Finansų klasės procentas tapo žymiai didesnis nei gautas pirmuoju būdu. 2-os klasės (statyba) ir 3-čios klasės (gamyba) procentas liko visiškai nepakitęs (6 lentelė).

Dvisluksnio neuroninio tinklo rezultatai („Statistica“ paketas)

	Classification (1)			
	Klase.1.1	Klase.2.1	Klase.3.1	Klase.4.1
Total	1384.000	929.0000	2729.000	4960.000
Correct	700.000	0.0000	420.000	4295.000
Wrong	684.000	929.0000	2309.000	665.000
Unknown	0.000	0.0000	0.000	0.000
Correct(%)	50.578	0.0000	15.390	86.593
Wrong(%)	49.422	100.0000	84.610	13.407
Unknown(%)	0.000	0.0000	0.000	0.000

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Peržvelgus „Sensitivity Analysis“ parametrus (7 lentelė), galime matyti, kad parduotų akcijų kiekis ir slenkamasis vidurkis turi didesnę įtaką tokiam klasifikavimui.

Dvisluksnio neuroninio tinklo „Sensitivity Analysis“ rezultatai („Statistica“ paketas)

	Sensitivity Analysis - 1					
	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamasis vidurkis	Dispersija	Sandoriai	Akcijų skaičius	Apimtys
Ratio.1	0.999230	1.155100	0.999895	1.125739	1.099280	1.070146
Rank.1	6.000000	1.000000	5.000000	2.000000	3.000000	4.000000

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Apžvelgiant rezultatus, gautus „Statistica“ paketu, galima daryti išvadą, kad toks grupių suskaidymas yra netikslingas, nes tik 2-a klasė davė tinkamesnius rezultatus.

3.5 Gautų rezultatų palyginimas

Šiame skyrelyje apžvelgti atlikto eksperimento rezultatai, naudojant 1 metų kiekvienos dienos duomenis. Tuomet atliekamas atpažinimas pasirinkus 6 mėnesių laikotarpį (metų pradžia), nes norima išskirti, kurioje klasėje krizė pasireiškė anksčiausiai. Palyginami rezultatai ir pateikiamos išvados.

1 metų laikotarpis

Apžvelgiant rezultatus gautus tiek su „Statistica“, tiek su realizuotu algoritmu, apmokymui pasirinkus 60 % duomenų, gaunami tokie rezultatai, naudojant vienasluksnį neuroninį tinklą (8 lentelė).

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) vienasluoksniu neuroniniu tinklu

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų				
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (statyba)</i>	<i>III klasė (gamyba)</i>	<i>IV klasė (paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)				
<i>Duomenų kiekis</i>	1384	929	2729	4960	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)				
„Statistica“	10.45 %	0.00 %	13.12 %	97.621 %	53.44 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	33.95 %	1.10 %	94.60 %	84.40 %	72.54 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Gautieji rezultatai parodo, kad 4-tos klasės klasifikavimas viršija 80 %, o 3-čios klasės atpažinimas su realizuotu algoritmu yra žymiai didesnis nei gautas „Statistica“ paketu. 1-os klasės klasifikavimas yra labai silpnas ir nesiekia nei 40 %, o 2-a klasė galima sakyti yra neteisingai klasifikuojama. Žiūrint į esamų klasių duomenų kiekį, galima išvelgti vieną tendenciją: geriausiai klasifikuojama ta klasė, kuriuos duomenų kiekis yra didžiausias, o blogiausiai - turinti mažiausią duomenų kiekį.

Palyginus rezultatus gautus su dvisluoksniu neuroniniu tinklu (MLP) (9 lentelė), matomas labai artimas algoritmų atpažinimo procentas. Gaunami geresni 1-os klasės rezultatai, lyginat su gautais vienasluoksniu algoritmo pagalba. O likusiu klasių atpažinimas išlieka labai panašus. Matoma, kad tendenciją apie duomenų kiekį ir atpažinimo procento priklausomybę šioje situacijoje galima paneigti, nes 1-os klasės bendrasis atpažinimas yra didesnis už 3-čios klasės, nors duomenų kiekis yra dvigubai mažesnis.

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) MLP metodu

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų				
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (statyba)</i>	<i>III klasė (gamyba)</i>	<i>IV klasė (paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)				
<i>Duomenų kiekis</i>	1384	929	2729	4960	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)				
„Statistica“	50.58 %	0.00 %	15.39 %	86.59 %	53.44 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	50.45 %	0.00 %	78.53 %	87.72 %	72.23 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Galima pastebėti, kad gauti rezultatai tiek su vienasluoksniu, tiek su dvisluoksniu (MPL) algoritmu yra labai panašūs, todėl sekančiuose žingsniuose bus naudojami tik MPL algoritmu gauti rezultatai, nes atpažinimo procentas yra didesnis.

Atlikus atpažinimą, sudarytą iš keturių klasių matyti, kad klasifikavimas yra dar netikslus, todėl tolimesniuose žingsniuose bus atliekamas mažiausiai atpažintos klasės prijungimas prie likusiųjų.

Blogiausiai klasifikuota klasė buvo antroji (statyba), todėl atliekamas šios klasės prijungimas prie finansų (1-a klasė), gamybos (2-a klasė) ir paslaugų (3-čia klasė) klasių:

1. Prie finansų klasės prijungiama statybų klasė;

10 lentelė

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus finansų ir statybos grupes

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų			
	<i>I klasė (finansai, statyba)</i>	<i>II klasė (gamyba)</i>	<i>III klasė (paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)			
<i>Duomenų kiekis</i>	2313	2729	4960	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)			
„Statistica“	47.39 %	13.26 %	89.12 %	55.10 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	42.57 %	81.82 %	80.09 %	71.81 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Prie finansų klasės prijungus statybų grupę, gaunami rezultatai (10 lentelė) parodo, kad 3-čios klasės atpažinimas išlieka didžiausias, tuomet 2-os klasės klasifikavimas yra labai netikslus, nes skiriasi gauti rezultatai su esamais algoritmais. 1-os klasės atpažinimo procentas pakitęs 5 %, lyginant su gautuoju atlikus klasifikavimą į 4-ias klases. Tai žinoma įtakojo naujos grupės prijungimas prie šios klasės.

2. Prie gamybos klasės prijungiama statybų klasė;

11 lentelė

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus gamybos ir statybos grupes

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų			
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba, statyba)</i>	<i>III klasė (paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)			
<i>Duomenų kiekis</i>	1384	2729	4960	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)			
„Statistica“	45.38 %	13.10 %	88.39 %	53.68 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	69.55 %	5.74 %	80.95 %	51.34 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Prijungus statybos grupę prie 2-os klasės (11 lentelė) matyti, kad rezultatai žymiai suprastėjo. Likusių klasių klasifikavimas išlieka panašus.

3. Prie paslaugų klasės prijungiama statybos klasė;

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus paslaugų ir statybos grupes

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų			
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba)</i>	<i>III klasė (paslaugos, statyba)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)			
<i>Duomenų kiekis</i>	1384	3658	5889	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)			
„Statistica“	43.79 %	15.39 %	89.61 %	63.01 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	78.24 %	60.26 %	70.00 %	65.46 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Prijungus statybų grupę prie paslaugų grupės (3-čia klasė) (12 lentelė) matyti, kad žymiai pagerėjo 1-os ir 2-os klasių rezultatai, labai nežymiai sumažindami 3-ios klasės rezultatus. Taip įvyko galbūt todėl, kad 3-čios klasės duomenų kiekis yra žymiai didesnis nei likusiųjų, to pasekoje, naujų duomenų prijungimas sumažino gautus rezultatus nežymiai.

Iš atlikto statybos grupės prijungimo prie likusiųjų klasių galima teigti, kad gautasis bendrasis atpažinimo procentas dar nesiekia norimo užsibrėžto tikslo (70 %), todėl likusių grupių apjungimas į 2 klases bus atliekamas toliau. Yra sudėtinga toliau pasirinkti, kokią klasę prijungti prie likusių, kadangi geriausi rezultatai gaunami, kai prie paslaugų klasės prijungiamos kitos. Tuomet atliekamas štai toks grupavimas:

- 1) pirmoji (finansai), antroji (gamyba, paslaugos, statyba);

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba-statyba-paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1384	8618	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	76.30 %	75.04 %	75.21 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.70 %	90.92 %	92.18 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Apjungus į 2-ą klasę gamybos, statybos ir paslaugų įmones (13 lentelė) gauname, kad toks klasifikavimas duoda gerus rezultatus. Galima pastebėti, kad tuomet 1-os klasės klasifikavimas nežymiai geresnis, nei apjungtosios klasės. Tai rodo, kad 1-os klasės (finansai) priklausomybė nuo likusiųjų yra maža, nes šios klasės duomenys turi tik šios klasės duomenims būdingų savybių, o apjungtoji klasė - tik jei būdingų savybių.

2) pirmoji (finansai, statyba), antroji (paslaugos, gamyba);

14 lentelė

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai, statyba)</i>	<i>II klasė (gamyba, paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	2313	7689	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
<i>„Statistica“</i>	69.82 %	68.77 %	69.02 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.69 %	90.62 %	92.07 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Apjungus esamas įmones į 2 klases, sudarytas iš: 1-a klasė (finansai, statyba), 2-a klasė (gamyba ir paslaugos) gauname, kad „Statistica“ paketu gauti rezultatai yra prastesni, nei gautieji realizuotu algoritmu. Kaip ir ankstesniu apjungimu gauname, kad geriau yra klasifikuojama 1-a klasė (14 lentelė).

3) pirmoji (finansai, paslaugos), antroji (statyba, gamyba);

15 lentelė

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai, gamyba)</i>	<i>II klasė (paslaugos, statyba)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	4113	5889	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
<i>„Statistica“</i>	59.30 %	59.45 %	59.39 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	96.83 %	89.39 %	91.39 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Apjungus į 2 grupes visas įmones: 1-a klasė (finansai, gamyba), 2-a klasė (paslaugos, statyba), gaunami prastesni rezultatai, nei anksčiau grupuotų klasių. Tai galėjo įtakoti netikslus įmonių akcijų apjungimas (15 lentelė).

4) pirmoji (finansai, gamyba), antroji (paslaugos, statyba);

1 metų teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	I klasė (finansai, paslaugos)	II klasė (statyba, gamyba)	Iš viso
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
Duomenų kiekis	6344	2022	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	56.24 %	55.27 %	55.89 %
NT algoritmo realizacija	90.8 %	87.02 %	89.36 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Apjungus visas įmones į 2 grupes: 1-a klasė (finansai, paslaugos), 2-a klasė (statyba, gamyba) gaunami prastesni rezultatai, lyginant su kitais apjungimais į 2 klases (16 lentelė).

Palyginus gautus rezultatus gauname, kad geriausiai atliekamas klasifikavimas apjungiant Lietuvos akcijomis prekiaujančias įmones į 2 klases: 1-a klasė (finansai), 2-a klasė (statyba, gamyba, paslaugos). Ir galima paneigti prielaidą, kad atpažinimo procentas priklauso nuo esamų duomenų kiekio. Galima pastebėti, kad atlikus Lietuvos įmonių akcijų grupavimą į atskiras klases pagal užsiimamą veiklos pobūdį gauname, kad finansų klasė yra rizikingiausia, nes jos klasifikavimo atpažinimo procentas yra didžiausias (galima sakyti, kad duomenys skiriasi nuo likusių įmonių duomenų). 17 lentelėje pateikiami klasifikavimo faktoriai reikšmingumo tvarka. Kaip matyti, koeficientų reikmės yra labai panašios. Galima išskirti, kad atliktų sandorių skaičius yra reikšmingesnis už kitus faktorius tokiaime klasifikavime (17 lentelė).

17 lentelė

1 metų „Sensitivity analysis“ faktorių lentelė („Statistica“ paketas)

	Sensitivity Analysis - 1 (finansai_visos_kitos_bendra)					
	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamas vidurkis (5 dienų)	Dispersija (5 dienų)	Sandoriai	Akcijų skaičius	Apimtys
Ratio.1	0,999214	1,009515	0,997169	1,019837	0,994371	0,968240
Rank.1	3,000000	2,000000	4,000000	1,000000	5,000000	6,000000

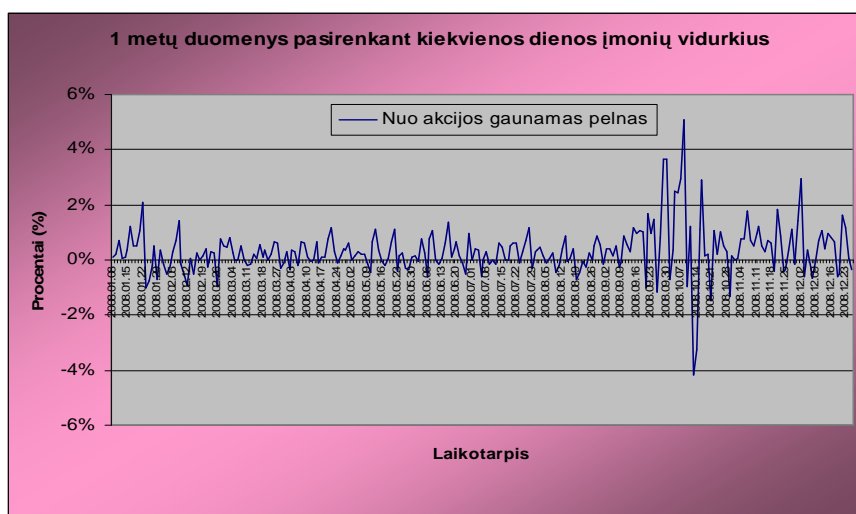
Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Atlikus vienu metų klasifikavimą, seka kitas etapas: eksperimentinės dalies atlikimas suskaidžius 1 metų duomenis į mažesnius laikotarpius, taip nustatant, kurioje grupėje anksčiausiai pasireiškė krizė. Laikotarpio pasirinkimas priklausys nuo pasirinktų faktorių kitimo.

Suvidurkinus visu įmonių kiekvienos dienos kintamųjų (pelnas nuo akcijos, slenkamasis vidurkis, dispersija, parduotų akcijų skaičius, apimtys, apyvarta) reikšmes, gaunami rezultatai, pateikti 21, 22 ir 23 paveiksluose.

Stebint nuo akcijos gaunamo pelno kitimo grafiką (21 pav.) matome, kad metų pradžioje vyksta nežymus cikliški kitimai metų pabaigoje peraugantys į didelius svyravimus. Didžiausias

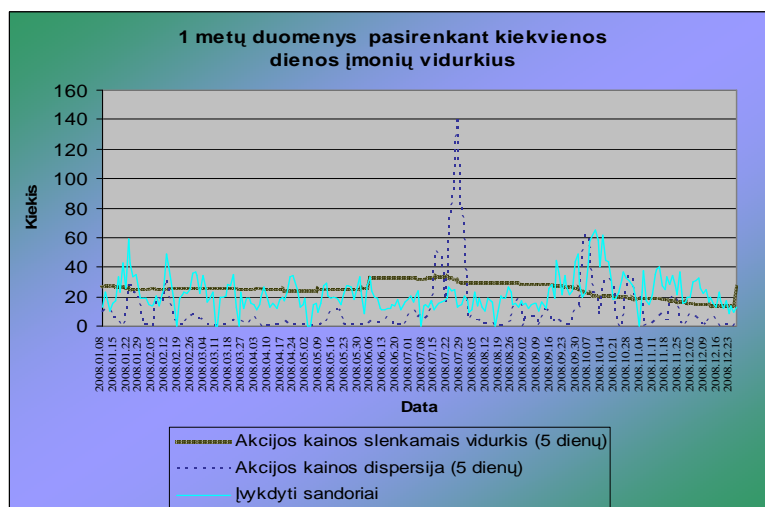
kitimas stebimas 2008.09-11 mėnesiais, kuomet vyksta svyravimai [-4.5 - 4,5 %] intervale. Iš čia galima išvelgti krizės užuomazgas.



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

21 pav. Nuo akcijos gaunamo pelno kitimas (1 metai)

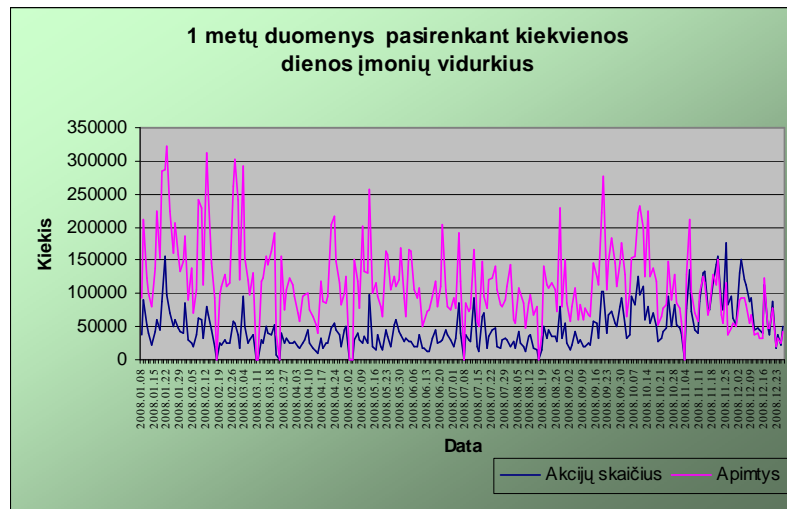
Žvelgiant į akcijos kainos slenkamąjį vidurkį (22 pav.), stebimi nedideli svyravimai. Metų pradžioje išlikęs pastovus kitimas gegužės-spalio mėnesiais pakilo, o metų pabaigoje vėl pradėjo kristi. Dispersijos kitime stebima labai įdomi situacija: metų pradžioje stebimas nežymus kitimas, kuris liepos pabaigoje šokteli dideliu žingsneliu iki 140 ribos. Toks kitimas galėjo atsirasti dėl akcijų rinkoje prasidėjusios krizės priešankstinių veiksnių. Metų pabaigoje stebimi svyravimai mažėjant vidurkiui, pasireiškia dispersijos padidėjimu, o didėjant vidurkiui - jos sumažėjimu. Metų pradžioje stebimas cikliškas, įvykdytų sandorių skaičiaus kitimas, kuris metų viduryje pradėjo kilti, o pabaigoje stebimi didesni svyravimai. Didžiausias sandorių skaičiaus kilimas stebimas rugsėjo-spalio mėnesiais, spėjama kad šiuo laikotarpiu kritus akcijų kainoms buvo bandoma jų atsikratyti.



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

22 pav. Vidurkio, dispersijos, sandorių skaičiaus kitimai (1 metai)

Apimčių, bei akcijų skaičiaus grafike (23 pav.) matyti metų pradžioje žymiai didesni apimčių kitimai, lyginant su akcijų skaičiumi. Metų pabaigoje visiškai išnyksta skirtumas tarp jų, tarsi tuo laikotarpiu būtų pirktos/parduotos ~1 lt vertės akcijos, atsisakant brangiųjų. Taip galbūt išvengiant didesnės rizikos.



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

23 pav. Akcijų skaičiaus, apimčių kitimai (1 metai)

Apibendrinus gautus rezultatus gaunama, kad tolimesniam tyrimui reiktų pasirinkti ir stebėti 6 mėnesių laikotarpį. Geriausiai būtų pasirinkti metų pradžią, nes norint nustatyti, kurioje grupėje krizė pasireiškė greičiausiai, reikia nagrinėti laikotarpį prieš krizę.

Sausio – birželio mėn. laikotarpis (6 mėnesiai)

Suskirsčius grupes į 3 klases tokiu pat principu kaip ir nagrinėjant 1 metų laikotarpyje, gaunamos štai tokios klasės:

1. *Prie finansų klasės prijungiama statybų klasė;*

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus finansų ir statybos grupes

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų			
	<i>I klasė (finansai, statyba)</i>	<i>II klasė (gamyba)</i>	<i>III klasė (paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)			
<i>Duomenų kiekis</i>	1034	1321	2400	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)			
<i>„Statistica“</i>	27.37 %	13.93 %	81.58%	51.42 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	6.00 %	92.65 %	83.35 %	69.61 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Prie finansų klasės prijungus statybų grupę, gauti rezultatai (18 lentelė) parodo, kad 3-čios klasės atpažinimas išlieka didžiausias, tuomet 1-os klasės klasifikavimas mažiausias, o 2-os klasės atpažinimas tampa neaiškus, nes gaunami skirtingi rezultatai.

2. Prie gamybos klasės prijungiama statybos klasė;

19 lentelė

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus gamybos ir statybos grupes

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų			
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba, statyba)</i>	<i>III klasė (paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)			
<i>Duomenų kiekis</i>	616	1739	2399	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)			
<i>„Statistica“</i>	33.6 %	25.36 %	87.66 %	53.68 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	53.61 %	36.80 %	61.43 %	55.61 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Prijungus statybos grupę prie 2-os klasės (19 lentelė) matyti, kad 1-os ir 2-os klasių klasifikavimo rezultatai labai panašūs. 3-čios klasės atpažinimo procentas išlieka didelis.

3. Prie paslaugų klasės prijungiama statybos klasė;

20 lentelė

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus paslaugų ir statybos grupes

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų			
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba)</i>	<i>III klasė (paslaugos, statyba)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)			
<i>Duomenų kiekis</i>	616	1321	2818	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)			
<i>„Statistica“</i>	28.89 %	13.00 %	98.00 %	63.01 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	19.57 %	90.00 %	81.88 %	77.30 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Prijungus statybų grupę prie paslaugų klasės (20 lentelė) matyti, kad žymiai pagerėjo 3-čios klasės rezultatas, bet kartu suprastėjo 2-os klasės rezultatas lyginant su 19 lentelės rezultatais.

Matyti, kad geriausiai klasifikuota 3-čiu atveju (20 lentelė). Tuomet paskutiniame žingsnyje lieka šie apjungimai:

1. 1-a klasė (finansai), 2-a klasė (statyba, gamyba, paslaugos);

21 lentelė

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba-statyba-paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	616	4139	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
<i>„Statistica“</i>	65.02 %	65.21 %	56.85 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.58 %	94.29 %	94.94 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Su „Statistica“ paketu atlikus apjungimą (21 lentelė) gaunama, kad nežymiu skirtumu yra geriau klasifikuojama 2-a klasė. Realizuotu algoritmu gauti rezultatai yra geri.

2. 1-a klasė (finansai, statyba), 2-a klasė (gamyba, paslaugos).

22 lentelė

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai- statyba)</i>	<i>II klasė (gamyba-paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1034	3721	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
<i>„Statistica“</i>	67.83 %	67.30 %	67.40 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.74 %	94.30 %	95.40 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Atlikus (22 lentelė) apjungimą finansų su statybų grupėmis, gaunami patys geriausi rezultatai tiek su „Statistica“ paketu, tiek su realizuotu algoritmu.

3. 1-a klasė (gamyba), 2-a klasė (finansai, statyba, paslaugos).

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (gamyba)</i>	<i>II klasė (finansai, statyba, paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1321	3434	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	59.65 %	59.26 %	59.36 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	98.13 %	75.89 %	82.03 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Atlikus klasifikavimą išskiriant gamybos klasę, gaunami blogiausi rezultatai „Statistica“ paketu. Bet tuomet blogai yra klasifikuojama 2-a klasė realizuotu algoritmu.

4. 1-a klasė (paslaugos), 2-a klasė (finansai, gamyba, statyba).

6 mėn. teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) apjungus 2 klases

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (paslaugos)</i>	<i>II klasė (finansai-gamyba-statyba)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	2398	2354	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	56.34 %	56.97 %	56.65 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.76 %	94.48 %	95.06 %

Šaltinis: sudarytas autoriaus.

Išskyrus paslaugų klasę (24 lentelė), gautas klasifikavimas parodo, kad „Statistica“ paketu antrosios grupės klasifikavimo procentas yra didesnis.

Apibendrinus rezultatus 2008.01 – 2008.06 laikotarpyje gaunama, kad geriausiai yra klasifikuojama, kai grupės suskirstomos į: 1-ą (finansai, statyba), 2-ą (gamyba, paslaugos). Tuomet galima sakyti, kad šiuo laikotarpiu, šių akcijų kainos kilo ir krito proporcingai. Ir galima teigti, kad 1-oje klasėje esančių įmonių akcijose, artėjančios krizės požymiai pasireiškė anksčiau.

Galima pabrėžti, kad tokiam klasifikavimui daugiausiai įtakos darė (25 lentelė) pirktų/parduotų akcijų skaičius.

6 mėn. „Sensitivity analysis“ faktorių lentelė („Statistica“ paketas)

	Nuo akcijos gaunamas pelnas	Slenkamas vidurkis (5 dienių)	Dispersija (5 dienių)	Sandoriai	Akcijų skaičius	Apimtys
Ratio.1	1,002908	1,003681	1,000187	1,002704	1,012313	0,999697
Rank.1	3,000000	2,000000	5,000000	4,000000	1,000000	6,000000

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Taigi, apibendrinus šį skyrelį, galima išskirti, kad rizikingiausias sektorius yra finansų sektorius, nes finansų grupės naudojant 1 metų duomenis davė geriausią rezultatą. Finansų bei gamybos sektorius galima išskirti kaip anksčiausiai stebimą krizės požymių pasireiškimą juose, dėl geriausiai atlikto klasifikavimo 6 mėnesių laikotarpyje. Taip pat galima išskirti, kad iš pasirinktų faktorių: nuo akcijos gaunamas pelnas, vidurkis, dispersija, sandoriu skaičius, parduotų akcijų skaičius bei apimčių didžiausią įtaką klasifikavimui darė akcijų skaičius.

Dar lieka palyginti šio darbo rezultatus su konferencijoje pateikto straipsnio rezultatais (2 priedas). Šiame darbe buvo naudojami 1 metų, 6 mėn. kiekvienos dienos duomenys. Pristatytame straipsnyje buvo naudojami 11 mėn. duomenys. Kadangi pasirinkti laikotarpiai yra skirtingi, tai tampa įmanomu galimas rezultatų palyginimas, nustatant kuriuo laikotarpiu atskirų grupių klasifikavimo procentas buvo didžiausias. Taigi, atlikto eksperimento geriausiai klasifikuotų klasių rezultatai pateikti 26 lentelėje.

26 lentelė

6, 11, 12 mėn. rezultatai

6 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai- statyba)</i>	<i>II klasė (gamyba-paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1034	3721	4755
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	67.83 %	67.30 %	67.40 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.74 %	94.30 %	95.40 %
11 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 55 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba-statyba- paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1268	7950	9218
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	75.86 %	76.02 %	76 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.8 %	98.70 %	99 %
12 mėnesių laikotarpis	Apmokymui naudojama 60 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba-statyba- paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1384	8618	10002
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
„Statistica“	76.30 %	75.04 %	75.21 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.70 %	90.92 %	92.18 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Apžvelgiant gautus rezultatus matyti, kad geriausias klasifikavimas pasiektas, kai buvo naudojami 11 mėnesių (2008.01-11 mėn.) duomenys. Tai galėjo įtakoti apmokymui pasirinktas duomenų kiekis (tuo laikotarpiu buvo naudojama apmokymui 55 % duomenų, tuo tarpu kitais laikotarpiais - 60 %). Taip pat tuo laikotarpiu geriausiai atliekamas atpažinimas tiek su darbe realizuotu algoritmu, tiek su „Statistika“ paketu. Likusiais laikotarpiais atpažinimo procentas labai panašus.

Darbo reziumė: pastebėta, kad realizuoto NT algoritmo rezultatų tikslumas priklauso nuo apmokymui naudojamų duomenų (prieš atliekant apmokymą įvykdomas duomenų sumaišymas) kokybės. Pateiktasis algoritmas leidžia atlikti Lietuvos akcijų klasifikavimą bei atpažinimą, kai įmonės yra apjungiamos į 2 klases, vidutiniškai 95 % tikslumu, tuo tarpu „Statistica“ Neural Networks - vidutiniškai 70 % tikslumu. Pateiktasis algoritmas galės būti pritaikytas ne tik Lietuvos akcijų rinkos rizikingumo nustatymui.

IŠVADOS

Prasidėjusi krizė 2008-ais metais palietė viso pasaulio valstybes. Lietuva patyrė ir dar patirs didelį nuosmukį, pirmiausiai akcijų rinkoje. Juk Lietuvos akcijų rinka yra gan jauna jauna, siekianti pritraukti daugiau investuotojų. Po šio nuosmukio jai bus sunku vėl atsigauti.

1. Išanalizavus rizikos įvertinimo metodus: lūžio taško, jautrumo analizės, tikėtino pelno, Monte Karlo imitacinį bei eksperimentinį, buvo pasirinkti rizikingumo veiksniai: vidurkis bei dispersija.
2. Darbe išanalizavus dirbtinio intelekto metodus: neuroninius tinklus, neraiškia logiką, genetinius algoritmus, keleto agentų sistemas, eksperimentui atlikti buvo pasirinkti neuroniniai tinklai, nes jie lengviausiai pritaikomi akcijų rinkos prognozavimui, gerų rezultatų teikimui, kai naudojami dideli kiekiai duomenų, bei kuomet situacijos yra labai panašios.
3. Atlikus šį eksperimentą paaiškėjo, kad suskaidžius akcijas į grupes: finansai, statyba, paslaugos ir gamyba, neuroninis tinklas sugebėjo teisingai klasifikuoti grupių apjungimą į 2 klases.
4. Atliktas tyrimas parodė, kad rizikingiausiu sektoriumi 2008-ais metais galima laikyti finansų sektorių. Atliktas eksperimentas parodė, kad suskirsčius esamas įmones į klases geriausiai buvo atpažįstama finansų grupė 1 metų laikotarpyje (naudojant kiekvienos dienos duomenis). Gaunamas atpažinimo tikslumas realizuotu algoritmu yra 92.18 %, „Statistica“ paketu - 75.21 %.
5. Palyginus gautus rezultatus darbe realizuotu algoritmu ir „Statistica“ paketu paaiškėjo, kad darbe realizuotu metodu gaunami 25,5 % geresni rezultatai. Gero klasifikavimo pagrindiniu matu galima laikyti apmokymui pasirinktų duomenų kokybę.
6. Plačiau apžvelgus neuroninio tinklo algoritmo elementus galima išskirti, kad finansų ir statybos grupės yra didesnės rizikos nei paslaugų ir gamybos.
7. Krizinis akcijų vertės sumažėjimas anksčiausiai pasireiškė statybos ir finansų grupėse. Atliktas eksperimentas parodė, kad pasirinkus 6 mėnesių duomenis (sausio – birželio mėn. imant kiekvienos dienos duomenis) gaunama, kad geriausiai klasifikuota buvo kuomet šios grupės buvo apjungtos kartu. Gaunamas atpažinimo tikslumas realizuotoju algoritmu 95.4 %, „Statistica“ paketu 67.4 %.
8. Atlikus klasifikavimus su darbe aptartais paketais naudojant 1 metų ir 6 mėnesių (2008 m. sausio – birželio) kiekvienos dienos duomenimis, galima išskirti reikšmingus veiksnius: sandorių bei parduotų akcijų skaičių.

Norint tiksliau įvertinti būsimų akcijų rinkos riziką, reikėtų pasirinkti ne tik su akcijomis susijusių veiksnius, bet ir labiausiai aktualius rodiklius, pvz. naftos kainos kitimą, infliaciją ir kt., kurie daugiausiai įtakoja akcijų kainų kitimus.

LITERATŪRA

MOKSLINĖ LITERATŪRA

1. GAINIŪNAITĖ, A. (2005) *Vertybinių popierių techninės analizės formavimas naudojant neraiškių aibių logiką*. Vilniaus Universitetas Kauno humanitarinis fakultetas. Magistrinis darbas.
2. DZIKEVIČIUS A. (2001) *Investicijų rizikos vertinimas imitaciniu modeliavimu*. Baigiamasis magistrinis darbas [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. sausio 10 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.manoinvesticijos.lt/pics/file/investiciju%20rizikos%20vertinimas%20MCS%20metodu.pdf>>
3. MEDVEDEV, V. (2007) *Tiesioginio sklidimo neuroninių tinklų taikymo daugiamačiams duomenims vizualizuoti tyrimai* [interaktyvus]. Daktaro disertacija. [žiūrėta 2008 m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.mii.lt/files/disert_08_medvedev.pdf>
4. ALEKNEVIČIENĖ, V. (1997) *Investicinių rizikos valdymas (žemės ūkio gaminančių ir perdirbančių įmonių pavyzdžiu)*. dr. Dis. socialiniai darbai, ekonomika (6B)/ Darbo vadovė N.Žalkauskaitė, LŽŪU, Kaunas, - 1997. -97 p.
5. KAUSTELKIENĖ, Irma. (2006) *Įmonės investicijų projektų rizikos vertinimo metodų taikymų galimybių tyrimai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. Spalio 18 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lzuu.lt/jaunasis_mokslininkas/smk_2006/finansai/Kaustekliene%20Irma.pdf>
6. LEVIŠAUSKAITĖ, K., KONCEVIČIENĖ, I. (2002) *Lietuvos akcijų rinkos efektyvumo vertinimo metodologiniai ir taikomieji aspektai*. Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai.
7. SIMUTIS, R.; STANKEVICIUS, G.; VECKYS, A. (1999) *Fuzzy Expert System for a Stock Trading Process*. Process Control Department, Kaunas University of Technology [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą: <http://lsi.bas-net.by/rus/ICNNAI99/paper/6_1/6_1.pdf>

INFORMACIJOS ŠALTINIAI

8. BUSETTI, Franco. (2005) Genetic Algorithm otherview [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <www.geocities.com/francorbusetti/gaweb.pdf>
9. COMPFIELD, Brynes; CONNOR, Tara. (1989) *An Intelligent Assistant for Foreign Traders. Innovative Applications of Artificial Intelligent 1. ed.* Alain Rappaport and Herbert Schoor. AAAI Press. Melno Park, CA 1989. p. 71-77.

10. DABRIKAITĖ, Sigita. (2008) *Akcijų analizės būdai ir privalumai*. Lietuvos žemės ūkio universitetas [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. gruodžio 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lzuu.lt/jaunasis_mokslininkas/smk_2007/finansai/Dabrikaite_Sigita.pdf>
11. DZIKEVIČIUS, A. (1999) *Verslo vertinimas diskontuotų pinigų srautų metodu*. Bakalaurinis darbas [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 metais gegužės 5 dieną]. Prieiga per internetą: <<http://www.manoinvesticijos.lt/pics/file/verslo%20vertinimas%20dpsm%201999.pdf>>
12. Ekspertinės sistemos ir neuroniniai tinklai [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 metais balandžio 12 dieną]. Prieiga per internetą: <http://193.219.145.99/its/Modules/ISP/1_3_Ekspertines_sistemos_ir_neuroniniai_tinklai.pdf>
13. ELLIS, Craig; WILSON, Patrick J. (2005) Can a Neural Network Property Portfolio Selection Process Outperform the Property Market?, *Journal of Real Estate Portfolio Management* [interaktyvus]. birželis-rugsėjis. [žiūrėta 2008 m. gegužės 5 d.]. Prieiga prie interneto: <http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3759/is_200505/ai_n14799455/pg_2>
14. ETZIONI, O.; WELD, D. S. (1995) *Intelligent Agents on the Internet: Fact, Fiction, and Forecast*. *IEEE Expert* 10(4): 44–4
15. FRANKLIN, S.; GRAESSER, A. (1996) *Is It an Agent or Just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents*. In *Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. birželio 14 d.]. New York: Springer-Verlag. Prieiga per internetą: <<http://www.mscl.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html>>
16. FRANKLIN, S.; GRAESSER, A. (1997) *Is it an agent, or just program? // Intelligent Agents III (LNAI Volume 1193)*. Berlin: Springer-Verlag, 1997, p. 21-36.
17. GILBERT, J. (1995) *Artificial Intelligent on Wall Street: An Overview and Critique of Application in the Finance Industr* [interaktyvus]. Brandeis University, Department of Computer Science. [žiūrėta 2008 m. sausio 4 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.ee.ualberta.ca/~verret/cs551/stock_papers/stock_research_papers/Artificial%20Intelligence%20on%20Wall%20Street.htm>
18. KELLY, Jason. (2007) *Computer scientists working on machines that can match Wall Street traders* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 metų vasario 4 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.iht.com/articles/2007/05/03/business/bxdata.php>>
19. KETLĖRIUS, Mindaugas. (2005) *Programiniai agentai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. birželio 14 d.]. Referatas. Prieiga per internetą: <kopustas.elen.ktu.lt/studentai/media/programiniai_agentai.doc?id=doktorantai&cache=cach>
20. KNIELING, Simeon. (2008) *Neuronale Netze*. Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung. ISBN: 978-3-456-84513-5

21. LIN, Li; CAO, Longbing; WANG, Jiaqi; ZHANG, Chengqi. (2000) *The Applications of Genetic Algorithms in Stock Market Data Mining Optimisation* [interaktyvus]. Faculty of Information Technology, University of Technology, Sydney, NSW 2007, Australia. [žiūrėta 2008 m. birželio 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www-staff.it.uts.edu.au/~lbcao/publication/DM2004.pdf>
22. LÕHMUS, Haavel & Viisemann. *Investicijų rizikos aprašymas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. Gruodžio 14 d.]. Prieiga per internetą: https://www.lhv.lt/images/docs/About_risks_LT.pdf
23. MARKOWITZ, H. M. (1959) *Portfolio selection: efficient diversification of investments*. John Wiley, New York.
24. MEDVEDEV, Viktoras. (2008) *Tiesioginio sklidimo neuroninių tinklų taikymo daugiamačiams duomenims vizualizuoti tyrimai* [interaktyvus]. Daktaro disertacija, technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T). [žiūrėta 2008 gegužės 5 d.] Prieiga per internetą: http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa_0001:E.02~2008~D_20080204_1623_4754385/DS_005.0.01.ETD
25. MERLOTI, Paulo E. (2005) *A Fuzzy Expert System as a Stock Trading Advisor* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. balandžio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.merlotti.com/EngHome/Computing/fes.pdf>
26. MISIŪNAS, A.; RUKŠAITĖ A. (2005) *Sutrikimų ekonomikoje vertinimo galimybė* [interaktyvus]. Vilniaus universitetas [žiūrėta 2009 m balandžio 10 d.]. Prieiga per internetą: http://www.smf.su.lt/documents/konferencijos/Galvanauskas%202005/2005%20m.%20leidinys/Misiunas_Ruksaite.pdf
27. MUNAKATA T. (2008) *Fundamentals of the New Artificial Intelligence //Neural, Evolutionary, Fuzzy and More*. p. 119-255
28. NORVAIŠIENĖ R.; BAGDZEVIČIENĖ R. (2000) *Investicinių projektų rizikos įvertinimo metodai//Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*. – Nr. 13. – p. 127-137.
29. *Online Business –Trading System* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. birželio 2 d.] Prieiga per internetą: <http://www.propeller.com/viewstory/2008/03/19/artificial-intelligence-expert-advisors/?url=http%3A%2F%2Fonline-fx.do.am%2Fload%2F3-1-0-5&frame=true>
30. *Portfolio Scan Factors* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. gegužės 5 d.]. Prieiga per internetą: http://www.optimaltrader.net/portfolio_scan_factors.htm
31. PRASAD, Bhanu. (2003) *Intelligent techniques for e-commerce* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. sausio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.csulb.edu/web/journals/jecr/issues/20032/paper2.pdf>
32. RADŽIUVIENĖ, Neringa. (2008) *Naktis tamsiausia prieš aušrą*. Žurnalas „Investuok“. 2008 m. gruodis, 24-26 psl. ISSN 1822-6779.

33. REY, G.D.; WENDER, K.F. (2007) *Neuronale Netze. Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung, gefunden am 04.05.2007 auf Huber* [interaktyvus]. Verla. [žiūrėta 2009 m. balandžio 18 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.neuronalesnetz.de>>
34. *Rytinė akcijų rinkos apžvalga* (2008 m. gruodžio 29 d.) [interaktyvus]. Vakarų ekspresas. [žiūrėta 2008 m. gruodžio 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ve.lt/?data=2008-12-29&rub=1065924814&id=1230545647>>
35. SCHOREELS, Cyril; LONAN, Brian; GRIBALDI, Jonathan. (2004) *Agent based Genetic Algorithm Employing Financial Technical Analysis for Making Trading Decisions Using Historical Equity Market Data*. [interaktyvus]. University of Nottingham. [žiūrėta 2008 m. vasario 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.comp.nus.edu.sg/~rpnlpir/workspace/kanmy/5246/5246corpus/http:zSzzSzwww.asap.cs.nott.ac.ukzSzpublicationszSzpdfzSzczs_IAT04.txt>
36. SHAPIRO, Arnold F. (2003) *Capital Market Applications of Neural Networks, Fuzzy Logic and Genetic Algorithms* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. Balandžio 19 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ece.uic.edu/~cpress/ref/2003-Arnold-Shapiro-Actuarial-Dept-Penn State.pdf>>
37. SIMUTIS, R. (2000) *Fuzzy Logic Based Stock Trading System* [interaktyvus]. Fuzzy&Neural Networks Laboratory, on Computational Intelligence for Financial Engineering. New York. [žiūrėta 2008 m. Sausio 17 d.]. Prieiga per internetą: <[http://www.nisis.risktechnologies.com/\(S\(iiripdvjr5t2puqvkqa0qp45\)\)/events/symp2007/papers/BB25_p_kaymak.pdf](http://www.nisis.risktechnologies.com/(S(iiripdvjr5t2puqvkqa0qp45))/events/symp2007/papers/BB25_p_kaymak.pdf)>
38. SIMUTIS, Rimvydas; MASTEIKA, Saulius. (2002) *Multiagentų technologijos vertybinių popierių rinkoje* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. gegužės 24 d.]. Prieiga per internetą: <http://74.125.39.104/search?q=cache:88adgKaaosEJ:www.leidykla.vu.lt/inetleid/infmok/23/st_r10.html+multi+agentu+sistemas&hl=lt&ct=clnk&cd=3&gl=lt>
39. SKINULYTĖ, Jolita. (2008) *Krizė – palankiausias metas apsipirkti biržoje*. 2008-04-24. [žiūrėta 2009 m. sausio 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://klaipeda.diena.lt/dienrastis/priedai/turtas/krize-palankiausias-metas-apsipirkti-birzoje_134615>
40. STALIŪNAS, Kęstutis. (2003) *Ekonomofizika* [interaktyvus]. *Mokslas ir gyvenimas* 2003, Nr. 11. Vilniaus Universitetas. [žiūrėta 2009 m. balandžio 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://mokslasplius.lt/rizikos-fizika/taxonomy/term/63>>
41. STANKEVICIUS, Giedrius. (1999) *The application of self-organizing neural networks in financial market analysis* [interaktyvus]. Kaunas University of Technology. [žiūrėta 2008 m. sausio 9 d.]. Prieiga per internetą: <http://lsi.bas-net.by/rus/ICNNAI99/paper/6_2/6_2.pdf>
42. URBIŠKAITĖ, Inga. (2007) *Ateinanti technologija - dirbtinis intelektas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. balandžio 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.kf.vu.lt/~ivs/inga_d/DI.html>

43. Verslo savaitė. *Lietuvos akcijų rinkos kritimas – vienas didžiausių pasaulyje* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. gruodžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.verslosavaite.lt/content/view/5720/1/>>
44. VOSE, Michael D. (1999) *The Simple Genetic Algorithm: Foundations and Theory*, MIT Press, Cambridge, MA.
45. WANG, Lean Yu, Shouyang; LAI, Kin Keung. (2005) *Mining Stock Market Tendency Using GA-Based Support Vector Machines* [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 metų balandžio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://madis1.iss.ac.cn/madis.files/pub-papers/2005/1051.pdf>>
46. WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. (1995) *Intelligent agents: Theory and practice*. The Knowledge Engineering Review. 1995, vol. 10(2), p. 115-152.

Magistranto publikuotas straipsnis**Rizikingiausio Lietuvos akcijų rinkos sektoriaus identifikavimas neuroninių tinklų metodu****Jūratė Januškevičiūtė***Vilniaus Universitetas, Kauno Humanitarinis Fakultetas, Muitinės g. 8, Kaunas, Lietuva,*

Santrauka. 2008 metais prasidėjusi JAV nekilnojamojo turto krizė peraugo į pasaulinę finansinę krizę palietusią ir Lietuvos akcijų rinką. Šiame darbe sukurta metodika padės išsiaiškinti veiklos sektorius, kuriuos krizė palietė labiausiai. Darbe, naudojant dirbtinio intelekto neuroninių tinklų metodą, sukonstruotas neuroninių tinklų algoritmas, padedantis suskirstyti akcijas pagal veiklos sektorius. Nustatyta, kad finansų sektorius yra rizikingiausias investicinis sektorius. Naudojant įvairius paaiškinamuosius kintamuosius (akcijos pelningumas, vidurkis, dispersija, akcijų pirkimo/pardavimo kiekis, apimtis, sandoriai) nustatyti faktoriai, jautriausiai reaguojantys į krizės pasireiškimus.

Raktiniai žodžiai: Lietuvos akcijų rinka, neuroniniai tinklai.

Įvadas

Investuotojai visada gali pasirinkti du kelius - pirkti mažiau rizikingas akcijas ir gauti mažesnę grąžą, arba investuoti į akcijas, kurios priskiriamos prie didelės rizikos ir turėti galimybę gauti daug didesnę pelną. Tiksliai įvertinti akcijos riziką yra sudėtinga, nes ją įtakoja daugybė faktorių. Pirmiausiai, tai kainos rizika – rizika patirti nuostolį dėl nepalankaus esamo vertybinio popieriaus rinkos kainos pokyčio, taip pat svarbūs faktoriai: valiutos rizika, likvidumo rizika, palūkanų normos rizika, teisės rizika, informacijos rizika, prekybos rizika, sistemos rizika [1] ir t. t. Bet svarbiausia rizikos vertinime nustatyti tuos veiksnius, kurie daro didžiausią poveikį nagrinėjamos įmonės veiklai ar vertinamam investiciniam portfeliui [2].

Rizikingumo įvertinimui gali būti panaudojami tiek neuroniniai tinklai, tiek neraiški (angl. fuzzy) logika. Tyrėjus neuroniniai tinklai domina gebėjimu atkartoti žmogaus smegenų veiklą ir galimybe mokytis bei reaguoti į aplinkos veiksnius. Pritaikymas arba mokymasis – pagrindinis neuroninių tinklų tyrimų objektas. Užduotims atlikti neuroniniai tinklai išmoka įvesčių ir išvesčių rinkinį, vėliau pritaiko savo žinias aproksimuodami arba prognozuodami įvesčių ir išvesčių priklausomybes [4]. Neraiškių aibių metodo panaudojimas įgalina kurti kompaktiškas ekspertines sistemas, kurių priklausomumo funkcijų ir taisyklių bazėse sukoncentruojamos finansinių rinkų ekspertų žinios [5].

Specialistai, nagrinėjantys akcijos kitimus remdamiesi technine analize teigia, kad naudojant istorinius duomenis galima daug ką prognozuoti, kadangi žmogaus elgesio modelis beveik identiškose situacijose kinta nedaug [6].

Investicinės rizikos įvertinimui yra išskiriami pagrindiniai metodai [7]:

- įvertinantys rizikos elgsenos požyūrius (lūžio taško analizė, jautrumo analizė, sprendimų Monte Karlo imitacinis modelis, scenarijų metodas, eksperimentinis įvertinimas);
- sugebantys įtraukti rizikos dydį į investicijų vertinimą (patikimumo ekvivalentų ir diskontų normos metodai, įvertinantys rizikos dydį).

Iškyla klausimas: kaip galima nuspėti kiekvienos akcijos kainos veiksnius, jos kitimo tendencijas? Kaip žinoma, žmonės turintys vienodas savybes elgiasi kiekvienoje situacijoje labai panašiai. Sugrupavus akcijas į grupes galima būtų atrasti bendras joms savybes, veiksnius. Taigi šiame darbe padalinus Lietuvos akcijų rinką į klases, atrandami kiekvienai klasei būdingi veiksniai, kurie labiausiai įtakoja šių klasių rinkos pokyčius naudojant neuroninių tinklų metodą.

Pirmoje dalyje pateikiamas siūlomas metodas, antroje dalyje aprašomas atlikto eksperimento struktūra, trečioje dalyje aprašoma algoritmo metodika ir pabaigoje gauti tyrimo rezultatai.

Siūlomas metodas

Vis besikeičianti situacija Lietuvos akcijų rinkoje, kurią įtakoja didesnio pobūdžio krizės, leidžia stebėti tai mažesnius, tai didesnius akcijų rinkos svyravimus. Ateities sandorių prognozavimui yra sukurta daugybė įrankių paremtų dirbtiniu intelektu, kurie daugiau ar mažiau nuspėja akcijos kainos pasikeitimus. Bet žymiai mažiau yra užsiminta apie rizikos įvertinimą. Vienas iš nagrinėjamų rizikingumo elementų – akcijos kainos dispersija, kuri parodo kaip akcijos kainos reikšmės yra išsibarsčiusios aplink vidurkį.

Magistranto publikuotas straipsnis

Kuo šios reikšmės didesnės, tuo rizikingumas didėja. Taip pat galima paminėti ir viena iš faktorių – pardavimų apimtį, kurios parodo kaip keičiasi investuotojų užmojai ir kokie vyksta pokyčiai konkrečiu metu. Konkretūs metodai, įvertinantys Lietuvos akcijų rinkos riziką yra retai pateikiami. Rizikos įvertinimas yra vienas iš svarbiausių faktorių sėkmingos investicijos metu, tik įvertinus riziką galima apsidrausti nuo didesnių tykančių pavojų.

Darbe naudojama metodika:

- Pasirenkami 41-os Lietuvoje esančios įmonės akcijų duomenys;
- Atliekamas įmonių padalinimas į klases pagal veiklos pobūdį;
- Išskiriamos 4 klasės: finansų, statybų, gamybos, paslaugų. Jos pasirenkamos pagal tokią struktūrą: finansų (dėl jautrumo), statybų (dėl prasidėjusios krizės būtent šiame sektoriuje), gamybos ir paslaugų (pagal daugelio įmonių užsiimamą veiklą).
- Pasirenkami kriterijai, kurie bus naudojami kaip neuroninio tinklo algoritmo įėjimo srautas: akcijos pelningumas, vidurkis, dispersija, sandorių skaičius, pirkimo/pardavimo akcijų kiekis, apimtys.

Sukuriamas neuroninio tinklo metodu paremtas algoritmas, kuris leidžia išskirti kada gaunami geresni rezultatai suskirsčius klases į keturias, tris ar dvi grupes. Atlikus klasifikavimą nustatoma, kurie kriterijai labiausiai lėmė toki grupių atpažinimo procentą. Metodo efektyvumas įvertinamas palyginat gautus rezultatus su „Statistica“ paketo pagalba gautais rezultatais.

Eksperimento aprašymas

Naudojami 41-os Lietuvos įmonės akcijų duomenys 2008.01-2008.11 laikotarpiu. Akcijos suskirstomos į 4 klases: finansų (5 įmonės), statybos (4 įmonės), gamybos (11 įmonių), paslaugų (21 įmonė).

Sutvarkius pradinis duomenis gaunama 9218 duomenų eilučių. Toliau vykdomas duomenų apdorojimas pasirenkat svarbiausius kriterijus.

Naudojantis pradiniais duomenimis (atidarymo/uždarymo kaina, sandoriai, pirkimo/pardavimo akcijų kiekis, apimtys), pasirinkti tokie neuroninio tinklo įėjimo kintamieji:

6. Iš akcijos gaunamas pelnas (procentai per laiko vieneta). Šis rodiklis leidžia palyginti pelną iš mažų ir didelių investuojamų lėšų (šiuo atveju akcijos kainos):

$$R_t = \frac{P_U - P_A}{P_U}, \quad (16)$$

čia t – diena;

P_A – akcijos uždarymo kaina;

P_U – akcijos atidarymo kaina;

- Slenkamasis vidurkis (5 dienų) skaičiavimams naudojama atidarymo kaina:

$$E(R_t) = \frac{P_{t-4} + P_{t-3} + P_{t-2} + P_{t-1} + P_t}{5}, \quad (17)$$

čia t – diena;

P_t – akcijos kaina;

7. Akcijos kainos dispersija (5 dienų). Dispersija – rizikos matas (parodo akcijos rizikingumo lygį):

$$S^2 = \frac{1}{4} \sum_{t=1}^5 (P_t - E(R_t))^2, \quad (18)$$

čia P_t – akcijos kaina;

$E(R_t)$ – vidurkis (5 dienų)

Magistranto publikuotas straipsnis

- Sandorių skaičius (vienos dienos);
- Akcijų skaičius (pirktų/parduotų akcijų skaičius per vieną dieną);
- Apimtys (parduotų akcijų suma litais per vieną dieną).

Atlikus skaičiavimus remiantis anksčiau aprašytais formulėmis gaunami rezultatai, kurie bus naudojami kaip įėjimo duomenys neuroninio tinklo algoritme. Įėjimo duomenys: iš akcijos gaunamas pelnas, slenkamasis vidurkis, dispersija, sandoriai, akcijų skaičius, apimtys ir priskiriama klasė. Išėjimo duomenys: klasė.

Neuroninių Tinklų (NT) algoritmas

Nustatoma ar pasirinkti sektoriai vienas nuo kito yra nepriklausomi, ar galima turint tik pačius duomenis klasifikuoti klases. Naudojantis neuroninių tinklų algoritmu sukuriama programa ir gautieji rezultatai palyginami su Statistica paketu gautais rezultatais.

Naudojamas Neural Network metodas MPL („Multilayer perceptron“) – daugiasluoksnis perceptronas. Jis dažniausiai organizuojamas kaip tiesioginio sklidimo tinklas, tai yra: kiekvienas neuronas jungiamas tik su kito sluoksnio neuronais. Neuroninis tinklas sudarytas iš paslėptojo sluoksnio, kuriame yra 6 neuronai ir išorinio sluoksnio, kuriame yra 4 neuronai. Įėjimo kintamieji: X_1 - nuo akcijos gaunamas pelnas, X_2 - slenkamasis vidurkis, X_3 - dispersija, X_4 - sandoriai, X_5 - parduotų akcijų skaičius, X_6 - apimtys. Klasių atskyrimas atliekamas aukštesnės eilės hiperpaviršiumi (4). Pradiniai koeficientai w yra sugeneruojami atsitiktinai intervale $[(-0,001; -0,009) (0,001; 0,009)]$.

$$s_{x,y} = w_{x,y,1} * x_1 + w_{x,y,2} * x_2 + w_{x,y,3} * x_3 + w_{x,y,4} * x_4 + w_{x,y,5} * x_5 + w_{x,y,6} * x_6 + w_{x,y,7} \quad (19)$$

Koeficientų koregavimas atliekamas jei (5) funkcijos reikšmė yra mažesnė už 0,7.

$$y = \frac{1}{1 + e^{-s}} \quad (20)$$

Transformacijos atliekamos naudojant sigmoidinę funkciją (5). Apmokymui yra atliekama 10000 iteracijų.

Sudarius neuroninį tinklą atliekami neurono apmokymai. Pasirenkami pradiniai duomenys ir padalinami į apmokymo duomenis ir tikrinimo. Su apmokymo duomenis vyksta neuroninio tinklo apmokymai. Atlikus apmokymus atliekamas tikrinimas su likusiais duomenimis (atliekamas klasifikavimas).

Rezultatų apžvalga

Apžvelgiant rezultatus gautus tiek su „Statistica“, tiek su sukurtuoju algoritmu apmokymui pasirinkus 55% duomenų, gaunama, kad 2-os klasės klasifikavimas yra netinkamas (27 lentelė). Tai galėjo įtakoti duomenų trūkumas arba duomenų panašumas į kitų klasių duomenis.

27 lentelė

Teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) naudojant 4 klases

	Apmokymui naudojama 55 % duomenų				
	I klasė (finansai)	II klasė (statyba)	III klasė (gamyba)	IV klasė (paslaugos)	Iš viso
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)				
Duomenų kiekis	1268	853	2519	4578	9218
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)				
„Statistica“	47.39 %	0 %	13.26 %	89.12 %	55.10 %
NT algoritmo realizacija	47.93%	10.69 %	78.98 %	75.90 %	67.65 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Magistranto publikuotas straipsnis

Šio klasifikavimo pagrindiniai kriterijai: vidurkis, parduotų akcijų skaičius. Bet šio grupavimo nepakanka. Toliau atliekamas grupavimas mažinant klasių skaičių apjungiant kelias klases į vieną. Grupavimas atliekamas remiantis gautais rezultatais. Yra dvi klasės, kurių klasifikavimo procentas yra mažiausias: statybos ir gamybos klasės. Atliekami apjungimai, prijungiant jas prie likusiųjų klasių:

1. finansai, statyba-gamyba, paslaugos;
2. finansai-statyba, gamyba, paslaugos;
3. finansai-gamyba, statyba, paslaugos;
4. finansai, gamyba, statyba-paslaugos.

Gaunami panašūs rezultatai, kaip ir suskaidžius į 4 klases. Tuomet apjungiamos statybos, gamybos ir paslaugų klasės į vieną, nes būtent statybos ir gamybos klasių klasifikavimas pirmuoju atveju daugiausiai buvo priskirtas paslaugų klasei. Iš gautų rezultatų (28 lentelė) galima teigti, kad toks klasifikavimas parodo, jog finansų grupė yra labiausiai išsiskirianti iš visų likusių pagal pradinių duomenų kiekį bei jų išskirtinumą.

28 lentelė

Teisingai klasifikuotų duomenų kiekis (%) naudojant 2 klases

	Apmokymui naudojama 55 % duomenų		
	<i>I klasė (finansai)</i>	<i>II klasė (gamyba-statyba-paslaugos)</i>	<i>Iš viso</i>
Duomenys	Atpažinimo duomenų kiekis (vnt.)		
<i>Duomenų kiekis</i>	1268	7950	9218
Priemonė	Atpažinta teisingai (%)		
<i>„Statistica“</i>	75.86 %	76.02 %	76 %
<i>NT algoritmo realizacija</i>	99.8 %	98.70 %	99 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Klasifikavus klases tokiu principu gaunama, kad svarbiausi kriterijai yra apimtys ir sandoriai, vadinasi akcijų kaina nedaro didesnės įtakos klasifikavimui. Iš to galima teigti, kad didžiausi svyravimai yra stebimi finansų klasėje (plačiau išanalizavus pradinius duomenis). Likusios klasės (gamyba-statyba-paslaugos) sandorių ir apimčių svyravimai žymiai mažesni.

Eksperimentas buvo atliktas palyginant aprašytąjį algoritmą su „Statistica“ paketu. Iš gautų rezultatų galima matyti, kad pirmasis metodas davė geresnius rezultatus nei antrasis. Šis metodas skyrėsi nuo pirmojo tuo, kad jo apribojimai buvo didesni, o apmokymo iteracijų skaičius - mažesnis.

Išvados

- Naudojantis neuroniniu tinklu galima atskirti klases: finansų ir bendrąją (sudarytą iš gamybos, paslaugų ir statybos įmonių), kitais atvejais klasifikavimas gaunamas netikslus.
- Rizikingiausia klasė yra finansų, nes ši klasė labiausiai išsiskiria iš kitų (klasifikavimui didžiausią įtaką daro apimtys ir sandoriai, kurie yra didžiausi šioje klasėje kaip ir svyravimai juose).
- Atliktas eksperimentas parodė, kad „Statistica“ paketas pateikė prastesnius rezultatus, nei aprašytasis metodas šiame darbe.

Literatūra

1. Löhmus, Haavel & Viisemann. *Investicijų rizikos aprašymas*. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. Gruodžio 14 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.lhv.lt/images/docs/About_risks_LT.pdf>

Straipsnis

2. Džikevičius Audrius. *Investicijų rizikos vertinimas imitaciniu modeliavimu*. Baigiamasis magistrinis darbas. 2001 m.
3. Sakalauskas Virgilijus. *Investicijų rizikos vertinimas Lietuvos vertybinių popierių rinkoje*. Informacijos mokslai: mokslo darbai. 2003, t. 27. p. 121-130. ISSN 1392-0561.
4. Rūta Makūnaitė. Neuroniniai tinklai. Kopiuterija PC – World. Prieiga per internetą: <<http://www.elektronika.lt/theory/theme/160/4342>>
5. Munakata, T. (2008). *Fundamentals of the New Artificial Intelligence. Neural, Evaluation, Fuzzy and more*. 255 p. Springer. USA.
6. Gilbert J.(1995), Artificial Intelligent on Wall Street: An Overview and Critique of Application in the Finance Industr. Brandeis University, Departament of Computer Science.
7. Kaustelkienė, Irma. *Įmonės investicijų projektų rizikos vertinimo metodų taikymų galimybių tyrimai*. [Žiūrėta 2008 m. Spalio 18 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lzuu.lt/jaunasis_mokslininkas/smk_2006/finansai/Kaustekliene%20Irma.pdf>

The Identification of Lithuanian Risky Stock Market Sector by Neural Networks

In 2008, held in the U.S. real estate crisis has grown into a global financial crisis affecting the Lithuania stock market. This work will help to clarify the methodology developed sectors most affected by the crisis. This article covers artificial intelligence based on neural networks usage for stock classification by their policy. Diagnosed that the financial sector is a risky investment sector. Using various explanatory variables (return, average, dispersion, Transactions, the share of buy/sale, volume) to identify factors sensitive response to the crisis in the target.

Programos naudojimosi instrukcija

Norint teisingai naudotis pateikta programa reikia atlikti šiuos žinksmsus:

1. Susidaryti pradinių duomenų failą pagal pateiktą 21 paveikslą. Kiekvienoje eilutėje turi būti parametrai: įmonės pavadinimas (5 simboliai), data (10 simbolių), sekantys 6 realieji (sveikieji) skaičiai, paskutinis sveikas skaičius (priskirta klasė).

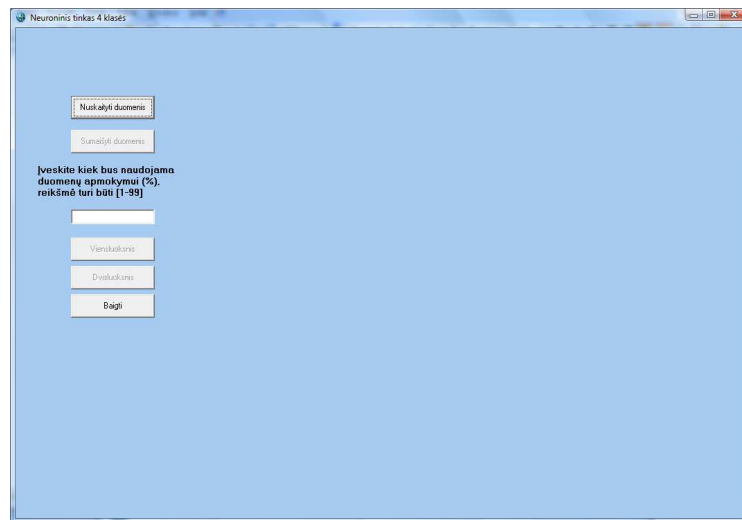
NDL1L	2008.06.05	-0.094079901	2.74701114	0.439438779	-0.356612491	-0.249875108	-0.318869552	1
NDL1L	2008.06.06	0.379746494	2.73723511	0.449002829	-0.270815917	-0.249366058	-0.236594754	1
NDL1L	2008.06.09	-1.42079381	2.73527991	0.453211011	-0.322293861	-0.249811477	-0.307903591	1
NDL1L	2008.06.10	-0.094079901	2.73527991	0.453211011	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.11	-0.094079901	2.76460798	0.470426301	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.12	1.2597098	2.76460798	0.453211011	-0.356612491	-0.249880411	-0.319727177	1
NDL1L	2008.06.13	-0.094079901	2.77438401	0.439821341	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.16	-0.094079901	2.74701114	0.525515229	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.17	-0.094079901	2.71768306	0.525515229	-0.322293861	-0.249806174	-0.307749018	1
NDL1L	2008.06.18	-0.094079901	2.68639978	0.366369437	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.19	0.286248978	2.67662376	-0.068603559	-0.356612491	-0.241093988	1.07762937	1
NDL1L	2008.06.20	-0.094079901	2.66684773	-0.037989598	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.25	-0.672308721	2.66880294	-0.031112482	-0.270815917	-0.161173071	14.2661881	1
NDL1L	2008.06.26	-0.094079901	2.67857896	0.053051158	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.27	-0.094079901	2.69031019	0.117321574	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.06.30	-0.094079901	2.70986224	0.16628951	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.01	-0.094079901	2.72941429	0.089777711	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.02	-0.094079901	2.73723511	-0.077019923	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.03	-0.094079901	2.73723511	-0.077019923	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.04	2.23621384	2.68835499	0.162081328	-0.356612491	-0.249800871	-0.3077891956	1
NDL1L	2008.07.07	-0.094079901	2.63947486	1.11848633	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.08	-0.094079901	2.59059474	1.59668883	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.09	-1.10942217	2.56126666	1.44366403	-0.356612491	-0.249875108	-0.318983902	1
NDL1L	2008.07.10	-0.094079901	2.53193859	0.92720533	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.11	-2.05474084	2.59059474	0.496823079	-0.219337972	-0.249556951	-0.265591188	1
NDL1L	2008.07.14	0.364461771	2.63947486	1.30976733	-0.356612491	-0.249843292	-0.313580866	1
NDL1L	2008.07.15	-0.094079901	2.68835499	1.30976733	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.16	-0.094079901	2.71768306	0.678540029	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.17	1.77015509	2.70790704	0.372490429	-0.287975231	-0.24973724	-0.298049282	1
NDL1L	2008.07.18	-0.094079901	2.65120609	1.17357526	-0.356612491	-0.249880411	-0.319890125	1
NDL1L	2008.07.21	0.006081266	2.60234552	1.41366356	-0.356612491	-0.249790266	-0.306290484	1
NDL1L	2008.07.22	-0.094079901	2.55348494	1.45152205	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.23	-0.094079901	2.50462437	1.01156052	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1
NDL1L	2008.07.24	-0.600717601	2.50462437	-0.068649236	-0.322293861	-0.238124527	1.48697337	1
NDL1L	2008.07.25	-0.094079901	2.53981806	0.468054646	-0.373771805	-0.249896318	-0.322300051	1

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

21 pav. Programos langas

Vienas pastebėjimas: visi skaičiai turi būti su taškiukais, o ne su kableliais (toku atveju programa nenusiskaitys visų duomenų teisingai).

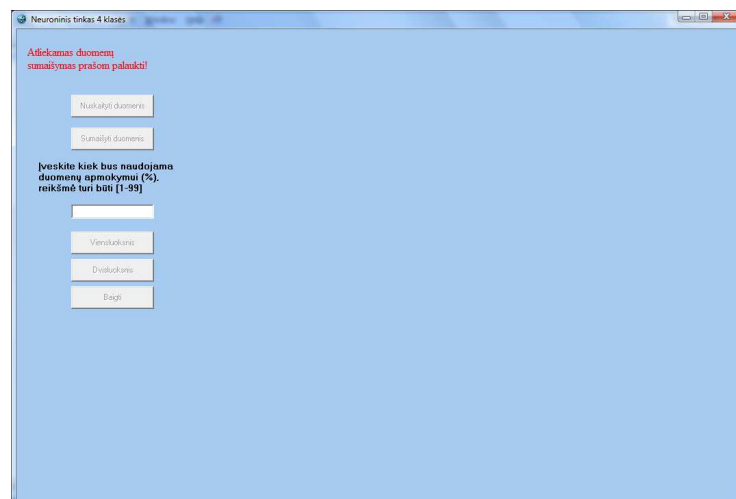
2. Teisingai sudarius duomenų failą jis perkeliamas šalia paleidžiamos programos. Failas pervadinamas į duomenys.txt pavadinimą.
3. Paleidus programa vartotojui pateikiamas langas (22 pav.), kuriame vartotojas iš pradžių gali aktyvuoti duomenų iš failo skaitymo mygtuką;

Programos naudojimosi instrukcija

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

22 pav. Programos langas

4. Nuskaitčius duomenis leidžiama atlikti duomenų sumaišymą (tai yra labai svarbi dalis, nes nesumaišius duomenų į apmokymo dalį gali papulti vienos klasės, o testavimui jau beliktų kitos klasės duomenys) (23 pav.);



Šaltinis: sudaryta autoriaus.

23 pav. Programos langas, kuriame atliekamas duomenų sumaišymo procesas

5. Po sumaišymo atliekamas kitas žingsnis - procentų įvedimas, kurie bus naudojami duomenų apmokymui. Tik tuomet leidžiama paspausti mygtuką „Vienasluoksnis“ arba „Dvisluoksnis“;

Programos naudojimosi instrukcija

6. Pasirinkus reikia palaukti, kol bus pateikiama lentelė su priskirtom klasėm.

Vienasluksnio neuroninio tinklo atveju pateikiama klasių priskyrimo lentelė ir svoriai, kurie buvo prie kiekvienos klasės neurono. Iš to galima spręsti, kuris iš įėjimų turėjo didžiausią įtaką kiekvienai iš klasių (24 pav.).

Vienasluksnio neuroninio tinklo atskaitos klasės:

Eil. Nr.	Akcijos pavadinim.	Esama klasė	Priskirta 1 klase	Priskirta 2 klase	Priskirta 3 klase	Priskirta 4 klase	Priskirta klase
1	IVLTL	1	154	0	0	32	1
2	SRS1L	1	119	0	0	129	4
3	SAB1L	1	176	1	1	69	1
4	NDL1L	1	131	1	1	13	1
5	SRS2L	1	42	1	1	206	4
6	UKB1L	1	232	0	0	15	1
7	CTS1L	2	79	17	1	150	4
8	PTR1L	2	49	63	1	136	4
9	AVG1L	2	35	25	1	124	4
10	PRM1L	2	9	3	1	234	4
11	LEN1L	3	43	4	198	1	3
12	LEL1L	3	20	1	226	1	3
13	RST1L	3	45	70	132	1	3

Vienasluksnio neuroninio tinklo koeficientai:

	Akcijos pelynis	Vidutinis	Dispersija	Sandauga	Pardav. sk.	Apimtis
1 klase	-4.9304897050621	0.353750769643417	-5.36428124783929	0.364948740456256	-5.10512824268117	3.39447894573568
2 klase	-0.0089	0.0031	0.0069	-0.0019	-0.0089	1.5729494542375E-25
3 klase	-0.0019	0.0021	-0.0089	-0.0079	9.87690621153195E-311	9.66024963976566E-26
4 klase	-0.1004114196357	-2.67246025487417	-15.0671949202701	2.66796362338405	-0.987347402101204	-1.44200468952302

Priskyrė klasę teisingai: 62,47 %
1 klasės: 61,68 %
2 klasės: 11,65 %
3 klasės: 66,34 %
4 klasės: 70,05 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

24 pav. Vienasluksnio neuroninio tinklo gauti rezultatai

Dvisluksnio neuroninio tinklo atveju yra pateikiama klasių priskyrimo lentelė, kurioje galima matyti kiekvienai įmonei priskirtą klasę (galima peržiūrėti, koks kitų klasių santykis buvo priskiriamas konkrečiai ieškomai įmonei) (25 pav.).

Dvisluksnio neuroninio tinklo atskaitos klasės:

Eil. Nr.	Akcijos pavadinim.	Esama klasė	Priskirta 1 klase	Priskirta 2 klase	Priskirta 3 klase	Priskirta 4 klase	Priskirta klase
1	SRS2L	1	1	0	0	246	4
2	IVLTL	1	47	0	0	199	4
3	SRS1L	1	133	0	0	113	1
4	SAB1L	1	186	0	4	55	1
5	NDL1L	1	0	0	6	138	4
6	UKB1L	1	230	0	0	13	1
7	PRM1L	2	2	0	0	242	4
8	PTR1L	2	38	5	0	204	4
9	CTS1L	2	6	0	0	239	4
10	AVG1L	2	19	1	0	163	4
11	LJL1L	3	46	20	180	0	3

Priskyrė klasę teisingai: 73,00 %
1 klasės: 43,54 %
2 klasės: 0,65 %
3 klasės: 84,46 %
4 klasės: 90,04 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

25 pav. Dvisluksnio neuroninio tinklo gauti rezultatai

Programos tekstas

```

#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <math.h>
#pragma hdrstop
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <io.h>
#include <vcl.h> // naudojamoms bibliotekoms
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include "neuroninis_tinklas.h"
#include <iostream>
#include <cmath>
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
typedef Word TRoundToRange;
TForm1 *Form1;
int n=-1;
struct lietuvos_akcijos
{
char akcijos_pavadinimas[6],d, data[10];
char d2;
double pelnas_nuo_akcijos, vidurkis_5, nuokrypis_5, sandoriai, akciju_sk, apimtys;
int klase;
int priskirta_klase[6];
};

lietuvos_akcijos* akciju_masyvas; // masyvo rodykle
int *mai, *mais;
double* mas;
double**ats, **min_2;
int sh, i,j;
double kj, atsakymas;
lietuvos_akcijos* padidink();
lietuvos_akcijos* k; // masyvo rodykle

//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
: TForm(Owner)
{
}
//-----
void __fastcall TForm1::Button4Click(TObject *Sender)
{
Close();
}
//-----Duomenų nuskaitymas iš failo -----
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Visible=false;
StringGrid2->Visible=false;
Label4->Visible=false;
Label5->Visible=false;
Button1->Enabled=false;
Button2->Enabled=false;
Button3->Enabled=false;
Button4->Enabled=false;
Button5->Enabled=false;
}

```

Programos tekstas

```

Label2->Font->Color=clRed;
Label2->Caption="Atliekamas duomenų nuskaitymas prašom palaukti!";
Label2->Width=200;
Label2->Height=50;
Label3->Visible=false;
Timer1->Enabled=true;           // failo uždarymas
}
//-----
lietuvos_akcijos* padidink()
{
    lietuvos_akcijos *u;       // pagalbiniai kintamieji
    int j;
    u=new lietuvos_akcijos[n+1]; // naujos srities skyrimas
    for (j=0; j<n; j++)        //duomenų perrašymo ciklas
        u[j]=akciju_masyvas[j];
    delete [] akciju_masyvas; //atminties išvalymas
    return u;                  //naujo masyvo adreso gražinimas
}
//----- Duomenų sumaišymas -----
void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
    Label3->Visible=false;
    Button1->Enabled=false;
    Button2->Enabled=false;
    Button3->Enabled=false;
    Button4->Enabled=false;
    Button5->Enabled=false;
    Label2->Font->Color=clRed;
    Label2->Caption="Atliekamas duomenų sumaišymas prašom palaukti!";
    Label2->Width=200;
    Label2->Height=50;
    Timer2->Enabled=true;
    StringGrid1->Visible=false;
    StringGrid2->Visible=false;
    Label4->Visible=false;
    Label5->Visible=false;
}
//-----Tikrinama ar į įvedamą laukelį yra įvestas skaičius ---
bool skaicius (AnsiString skaicius) {
    if (skaicius!="")
    {
        int kiek=0;
        for (int i=0; i<skaicius.Length(); i++)
            if ((skaicius.c_str()[i]>='0')&&(skaicius.c_str()[i]<='9'))
                kiek++;
        if (kiek==skaicius.Length())
        {
            if ((StrToInt(skaicius)>0)&&(StrToInt(skaicius)<100))
                return true;
            else
                return false;
        }
        else
            return false;
    }
    else
        return false;
}
}

```

Programos tekstas

```
//-----Dvisluoksnio neuroninio tinklo klasifikavimo funkcija -----
void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
{
  StringGrid1->Visible=false;
  StringGrid2->Visible=false;
  Label4->Visible=false;
  Label5->Visible=false;
  Memo1->Lines->Text="";
  Button1->Enabled=false;
  Button2->Enabled=false;
  Button3->Enabled=false;
  Button4->Enabled=false;
  Button5->Enabled=false;
  Label2->Font->Color=clRed;
  Label2->Caption="Atliekamas klasių priskyrimas prašom palaukti!";
  Label2->Width=200;
  Label2->Height=50;
  Timer3->Enabled=true;
}
//-----Duomenų nuskaitymas ir įrašymas į failą -----
void __fastcall TForm1::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
  Timer1->Enabled=false;
  char *vardas="duomenys.txt";           // sukuriama rodyklė į failą
  ifstream inf (vardas,ios:: in);        // failo atidarymas skaitymui
  int i, s=-1;
  akciju_masyvas=new lietuvos_akcijos[1];
  n=s;
  if (inf==NULL)                         // jei failas tuščias
  {
    ShowMessage("Failo atidarymo klaida");
    Close();                               // Komponentų lango uždarymas
  }
  else                                     // kita reikšmė
  {
    while (inf)                             // kol ne failo pabaiga
    {
      Application->ProcessMessages();
      n=n+1;                                 // didinama n vienetu
      akciju_masyvas=padidink();
    }
    inf>>akciju_masyvas[n].akcijos_pavadinimas>>akciju_masyvas[n].data>>akciju_masyvas[n].pelnas_nuo_akcijos>>akciju_masyvas[n].vidurkis_5>>akciju_masyvas[n].nuokrypis_5>>akciju_masyvas[n].sandoriai>>akciju_masyvas[n].akciju_sk>>akciju_masyvas[n].apimtys>>akciju_masyvas[n].klase;
  }
  Label2->Font->Color=clBlack;
  Label2->Caption="Duomenys nuskaityti!";
  Button2->Enabled=true;
}
inf.close ();
Label2->Width=200;
Label2->Height=50;
Button1->Enabled=true;
Button2->Enabled=true;
Button4->Enabled=true;
}
//-----Atliekamas įvestų duomenų eilučių sumaišymas -----
void __fastcall TForm1::Timer2Timer(TObject *Sender)
{
```

Programos tekstas

```

Timer2->Enabled=false;
int i, j, sk, k, p;
mai=new int[n+1];
mais=new int[n+1];
for (i=0;i<n;i++)
    mai[i]=i;
k=n;
sk=0;
while (k>-1)
{
    p=random(k);
    mais[sk]=mai[p];
    for (i=p;i<k;i++)
        mai[i]=mai[i+1];
    k=k-1;
    sk=sk+1;
}
Label2->Font->Color=clBlack;
Label2->Caption="Duomenys sumaišyti!";
Button3->Enabled=true;
Timer2->Enabled=false;
Button1->Enabled=true;
Button2->Enabled=true;
Button3->Enabled=true;
Button4->Enabled=true;
Button5->Enabled=true;
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
    Label2->Caption="";
    Label2->Width=200;
    Label2->Height=50;
    Button2->Enabled=false;
    Button3->Enabled=false;
    Button5->Enabled=false;
}
//-----Dvisluoksnio neuroninio tinklo algoritmas -----
void __fastcall TForm1::Timer3Timer(TObject *Sender)
{
    Label3->Visible=false;
    int sum1=0, sum2=0, sum3=0, sum4=0;
    int akc1=0, akc2=0, akc3=0, akc4=0;
    Timer3->Enabled=false;
    Button5->Enabled=false;
    int g, z, i, j, ii, jj, kk, kiek, ll;
    int h;
    double antras_sluok_w[7][7];
    long double e[3][7];
    long double e2[3][7];
    long double pirmas_sluok_w[7][7];
    AnsiString x=Edit1->Text.c_str();
    if (skaicius(x))
    {
        for (i=0;i<7;i++)
            for (j=0;j<7;j++)
                {
                    div_t x;
                    // atliekamas atsitiktinis svorių sugeneravimas
                }
    }
}

```

Programos tekstas

```

x=div(random(10),2);
if (x.rem==0)
  h=-1;
else
  h=1;
pirmas_sluok_w[i][j]=h*random(10)*0.1;      // pirmojo sluoksnio svoriai
}
for (i=0;i<5;i++)
for (j=0;j<7;j++)
{
  div_t x;
  x=div(random(10),2);
  if (x.rem==0)
    h=-1;
  else
    h=1;
  antras_sluok_w[i][j]=h*random(10)*0.1;    // antrojo sluoksnio svoriai
}
double c1=1;
double c2=1;
ll=static_cast<int>((StrToInt(Edit1->Text)*n/100)); // apskaičiuojama kiek elementu bus naudojama apmokymui
for (int g=0;g<10000;g++)                       // sukamas ciklą 10000 kartu (operacijų, žingsnių skaičius)
{
  Application->ProcessMessages();
  for (z=0;z<=ll;z++)                          //sukamas ciklas per apmokymo elementus
  {
    Application->ProcessMessages();
    for (ii=0;ii<6;ii++)                        //sukamas ciklas per įėjimų skaičių
    {
      Application->ProcessMessages();
      e[0][ii]=akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos*pirmas_sluok_w[0][ii];
      e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5*pirmas_sluok_w[1][ii];
      e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5*pirmas_sluok_w[2][ii];
      e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai*pirmas_sluok_w[3][ii];
      e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk*pirmas_sluok_w[4][ii];
      e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].apimtys*pirmas_sluok_w[5][ii];
      e[0][ii]= e[0][ii]+pirmas_sluok_w[6][ii];
      if ((e[0][ii]<500)&&(e[0][ii]>0))           // apsauga, kad viršijus šį skaičius programa neužlūžtu, nes
                                              // skaičiuojam funkcija  $y=1/(1+e^{(-s)})$  tuomet jei s didelis teigiamas
                                              // skaičius y reikšme labai artima 1 ir priešingai jei s yra didelis
                                              // neigiamas skaičius tuomet y reikšme bus labai artima 0

      {
        long double a=1/(1+expl(-e[0][ii]));
        e[0][ii]=a;
      }
      else
      if ((e[0][ii]>500))
        e[0][ii]=1;
      if ((e[0][ii]<0)&&(e[0][ii]>-500))
      {
        long double a=1/(1+expl(-e[0][ii]));
        e[0][ii]=a;
      }
      else
      if (e[0][ii]<-500)
        e[0][ii]=0;
    }
    // surandama pirmojo sluoksnio išėjimai
  }
  //sukamas ciklas per antro sluoksnio išėjimų skaičių
}
for (ii=0;ii<4;ii++)
{

```

Programos tekstas

```

e[1][ii]=0;
for (jj=0;jj<6;jj++)
  e[1][ii]=e[1][ii]+e[0][jj]*antras_sluok_w[ii][jj];
e[1][ii]= e[1][ii]+antras_sluok_w[ii][6];           //gaunama išorinio sluoksnio išėjimo reikšmės
if ((e[1][ii]<500)&&(e[1][ii]>0))
{
  long double a=1/(1+expl(-e[1][ii]));
  e[1][ii]=a;
}
else
if ((e[1][ii]>500))
  e[1][ii]=1;
if ((e[1][ii]<0)&&(e[1][ii]>-500))
{
  long double a=1/(1+expl(-e[1][ii]));
  e[1][ii]=a;
}
else
if (e[1][ii]<-500)
  e[1][ii]=0;
}
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==1)
if (e[1][0]<0.7)                                     //jei išėjimo y reikšmė gaunama mažesnė nei 0.7 tuomet
                                                    // atliekamas išorinių neuronų klaidos skaičiavimas
{
  for (int i=0; i<4; i++)
    e2[1][i]=e[1][i];
  e2[1][0]=e[1][0]*(1-e[1][0])*(antras_sluok_w[0][6]-e[1][0]);
  for (jj=0;jj<6;jj++)
    e2[0][jj]=e[0][jj]*(1-
e[0][jj]*((e2[1][0]*antras_sluok_w[0][jj]+e2[1][1]*antras_sluok_w[1][jj]+e2[1][2]*antras_sluok_w[2][jj]+e2[1][3]*an
tras_sluok_w[3][jj]));                               // paslėptų neuronų klaidos skaičiavimas

  antras_sluok_w[0][0]=antras_sluok_w[0][0]+c2*e2[1][0]*e[0][0]; // išorinio sluoksnio svorių koregavimas
  antras_sluok_w[0][1]=antras_sluok_w[0][1]+c2*e2[1][0]*e[0][1];
  antras_sluok_w[0][2]=antras_sluok_w[0][2]+c2*e2[1][0]*e[0][2];
  antras_sluok_w[0][3]=antras_sluok_w[0][3]+c2*e2[1][0]*e[0][3];
  antras_sluok_w[0][4]=antras_sluok_w[0][4]+c2*e2[1][0]*e[0][4];
  antras_sluok_w[0][5]=antras_sluok_w[0][5]+c2*e2[1][0]*e[0][5];
  for (jj=0;jj<6;jj++)
  {
    // paslėptojo sluoksnio svorių koregavimas
    pirmas_sluok_w[0][jj]=pirmas_sluok_w[0][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
    pirmas_sluok_w[1][jj]=pirmas_sluok_w[1][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
    pirmas_sluok_w[2][jj]=pirmas_sluok_w[2][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
    pirmas_sluok_w[3][jj]=pirmas_sluok_w[3][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
    pirmas_sluok_w[4][jj]=pirmas_sluok_w[4][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
    pirmas_sluok_w[5][jj]=pirmas_sluok_w[5][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].apimty;
  }
}
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==2)
if ((e[1][1]<0.7)
{
  for (int i=0; i<4; i++)
    e2[1][i]=e[1][i];
  e2[1][1]=e[1][1]*(1-e[1][1])*(antras_sluok_w[0][6]-e[1][1]);
  for (jj=0;jj<6;jj++)
    e2[0][jj]=e[0][jj]*(1-
e[0][jj]*((e2[1][0]*antras_sluok_w[0][jj]+e2[1][1]*antras_sluok_w[1][jj]+e2[1][2]*antras_sluok_w[2][jj]+e[1][3]*an
as_sluok_w[3][jj]));

```

Programos tekstas

```

    antras_sluok_w[1][0]=antras_sluok_w[1][0]+c2*e2[1][1]*e[0][0]; // išorinio sluoksnio svorių koregavimas
    antras_sluok_w[1][1]=antras_sluok_w[1][1]+c2*e2[1][1]*e[0][1];
    antras_sluok_w[1][2]=antras_sluok_w[1][2]+c2*e2[1][1]*e[0][2];
    antras_sluok_w[1][3]=antras_sluok_w[1][3]+c2*e2[1][1]*e[0][3];
    antras_sluok_w[1][4]=antras_sluok_w[1][4]+c2*e2[1][1]*e[0][4];
    antras_sluok_w[1][5]=antras_sluok_w[1][5]+c2*e2[1][1]*e[0][5];
    for (jj=0;jj<6;jj++)
    {
        // paslėptojo sluoksnio svorių koregavimas
        pirmas_sluok_w[0][jj]=pirmas_sluok_w[0][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
        pirmas_sluok_w[1][jj]=pirmas_sluok_w[1][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
        pirmas_sluok_w[2][jj]=pirmas_sluok_w[2][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
        pirmas_sluok_w[3][jj]=pirmas_sluok_w[3][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
        pirmas_sluok_w[4][jj]=pirmas_sluok_w[4][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
        pirmas_sluok_w[5][jj]=pirmas_sluok_w[5][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].apimtys;
    }
}
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==3)
if ((e[1][2])<0.7)
{
    for (int i=0; i<4; i++)
        e2[1][i]=e[1][i];
    e2[1][2]=e[1][2]*(1-e[1][2])*(antras_sluok_w[0][6]-e[1][2]);
    for (jj=0;jj<6;jj++)
        e2[0][jj]=e[0][jj]*(1-
e[0][jj]*((e2[1][0]*antras_sluok_w[0][jj]+e2[1][1]*antras_sluok_w[1][jj]+e2[1][2]*antras_sluok_w[2][jj]+e2[1][3]*an
tras_sluok_w[3][jj]));
        antras_sluok_w[2][0]=antras_sluok_w[2][0]+c2*e2[1][2]*e[0][0]; // išorinio sluoksnio svorių koregavimas
        antras_sluok_w[2][1]=antras_sluok_w[2][1]+c2*e2[1][2]*e[0][1];
        antras_sluok_w[2][2]=antras_sluok_w[2][2]+c2*e2[1][2]*e[0][2];
        antras_sluok_w[2][3]=antras_sluok_w[2][3]+c2*e2[1][2]*e[0][3];
        antras_sluok_w[2][4]=antras_sluok_w[2][4]+c2*e2[1][2]*e[0][4];
        antras_sluok_w[2][5]=antras_sluok_w[2][5]+c2*e2[1][2]*e[0][5];
    for (jj=0;jj<6;jj++)
    {
        // paslėptojo sluoksnio svorių koregavimas
        pirmas_sluok_w[0][jj]=pirmas_sluok_w[0][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
        pirmas_sluok_w[1][jj]=pirmas_sluok_w[1][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
        pirmas_sluok_w[2][jj]=pirmas_sluok_w[2][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
        pirmas_sluok_w[3][jj]=pirmas_sluok_w[3][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
        pirmas_sluok_w[4][jj]=pirmas_sluok_w[4][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
        pirmas_sluok_w[5][jj]=pirmas_sluok_w[5][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].apimtys;
    }
}
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==4)
if ((e[1][3])<0.7)
{
    for (int i=0; i<4; i++)
        e2[1][i]=e[1][i];
    e2[1][3]=e[1][3]*(1-e[1][3])*(antras_sluok_w[0][6]-e[1][3]);
    for (jj=0;jj<6;jj++)
        e2[0][jj]=e[0][jj]*(1-
e[0][jj]*((e2[1][0]*antras_sluok_w[0][jj]+e2[1][1]*antras_sluok_w[1][jj]+e2[1][2]*antras_sluok_w[2][jj]+e2[1][3]*an
tras_sluok_w[3][jj]));
        antras_sluok_w[3][0]=antras_sluok_w[3][0]+c2*e2[1][3]*e[0][0]; // išorinio sluoksnio svorių koregavimas
        antras_sluok_w[3][1]=antras_sluok_w[3][1]+c2*e2[1][3]*e[0][1];
        antras_sluok_w[3][2]=antras_sluok_w[3][2]+c2*e2[1][3]*e[0][2];
        antras_sluok_w[3][3]=antras_sluok_w[3][3]+c2*e2[1][3]*e[0][3];
        antras_sluok_w[3][4]=antras_sluok_w[3][4]+c2*e2[1][3]*e[0][4];
        antras_sluok_w[3][5]=antras_sluok_w[3][5]+c2*e2[1][3]*e[0][5];

```


Programos tekstas

```

for (jj=0;jj<6;jj++)
{
    // paslėptojo sluoksnio svorių koregavimas
    pirmas_sluok_w[0][jj]=pirmas_sluok_w[0][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
    pirmas_sluok_w[1][jj]=pirmas_sluok_w[1][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
    pirmas_sluok_w[2][jj]=pirmas_sluok_w[2][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
    pirmas_sluok_w[3][jj]=pirmas_sluok_w[3][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
    pirmas_sluok_w[4][jj]=pirmas_sluok_w[4][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
    pirmas_sluok_w[5][jj]=pirmas_sluok_w[5][jj]+ c1*e2[0][jj]* akciju_masyvas[mais[z]].apimtys;
}
}
}
for (z=11;z<n;z++) // atliekamas atpažinimas
{
    Application->ProcessMessages();
    for (ii=0;ii<6;ii++) //sukamas ciklas per įėjimų skaičių
    {
        Application->ProcessMessages();
        e[0][ii]=akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos*pirmas_sluok_w[0][ii];
        e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5*pirmas_sluok_w[1][ii];
        e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5*pirmas_sluok_w[2][ii];
        e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai*pirmas_sluok_w[3][ii];
        e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk*pirmas_sluok_w[4][ii];
        e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].apimtys*pirmas_sluok_w[5][ii];
        e[0][ii]= e[0][ii]+pirmas_sluok_w[6][ii];
        if ((e[0][ii]<500)&&(e[0][ii]>0))
        {
            long double a=1/(1+exp(-e[0][ii]));
            e[0][ii]=a;
        }
        else
        if (e[0][ii]>500)
            e[0][ii]=1;
        if ((e[0][ii]<0)&&(e[0][ii]>-500))
        {
            long double a=1/(1+exp(-e[0][ii]));
            e[0][ii]=a;
        }
        else
        if (e[0][ii]<-500)
            e[0][ii]=0;
    }
    // surandami pirmojo sluoksnio išėjimai
    for (ii=0;ii<4;ii++)
    {
        e[1][ii]=0;
        for (jj=0;jj<6;jj++)
            e[1][ii]=e[1][ii]+e[0][ii]*antras_sluok_w[ii][jj];
        e[1][ii]=e[1][ii]+antras_sluok_w[ii][6];
        if ((e[1][ii]<500)&&(e[1][ii]>0))
        {
            long double a=1/(1+exp(-e[1][ii]));
            e[1][ii]=a;
        }
        else
        if (e[1][ii]>500)
            e[1][ii]=1;
        if ((e[1][ii]<0)&&(e[1][ii]>-500))
        {
            long double a=1/(1+exp(-e[1][ii]));

```

Programos tekstas

```

e[1][ii]=a;
}
else
if (e[1][ii]<-500)
e[1][ii]=0;
}
int skait=0;
double max=-1;
for (int i=0; i<4;i++) // surandama kurio išėjimo reikšme yra didžiausia
if (e[1][i]>max)
{
max=e[1][i];
skait=i;
}
if ( e[1][akciju_masyvas[mais[z]].klase-1]==1)
skait=akciju_masyvas[mais[z]].klase-1;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[0]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[1]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[2]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[3]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[skait]=1; // priskiriama klase
}
AnsiString akcijos[50];
int akciju_kiekis[50][6];
int akciju_kiek=0;
for (int z=1; z<n; z++) // surandamos visos įmonės ir suskaičiuojama kiek kuriai
// priskiriama kiekvienos iš klasių
{
Application->ProcessMessages();
int rastas=0;
for (int f=0; f<akciju_kiek; f++)
{
Application->ProcessMessages();
if (akcijos[f]==akciju_masyvas[mais[z]].akcijos_pavadinimas)
{
rastas=1;
if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[akciju_masyvas[mais[z]].klase]==1)
akciju_kiekis[f][akciju_masyvas[mais[z]].klase]++;
else
for (int d=0; d<4; d++)
if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[d]==1)
akciju_kiekis[f][d+1]++;
break;
}
}
}
if (rastas==0)
{
akciju_kiekis[akciju_kiek][0]=akciju_masyvas[mais[z]].klase;
akciju_kiekis[akciju_kiek][1]=0;
akciju_kiekis[akciju_kiek][2]=0;
akciju_kiekis[akciju_kiek][3]=0;
akciju_kiekis[akciju_kiek][4]=0;
akciju_kiekis[akciju_kiek][5]=0;
if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[akciju_kiekis[akciju_kiek][0]]==1)
akciju_kiekis[akciju_kiek][akciju_masyvas[mais[z]].klase]=1;
else
for (int d=0; d<4; d++)
if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[d]==1)
akciju_kiekis[akciju_kiek][d+1]=1;
}
}

```

Programos tekstas

```

    akcijos[akciju_kiek]=akciju_masyvas[mais[z]].akcijos_pavadinimas;
    akciju_kiek++;
}
}
double max;
for (int i=0; i<akciju_kiek; i++) // i masyvą patalpinama kiekis kiekvienos iš priskirtų klasių
{
    Application->ProcessMessages();
    max=-1;
    for (int f=1; f<5;f++)
        if (akciju_kiekis[i][f]>max)
        {
            akciju_kiekis[i][5]=f;
            max=akciju_kiekis[i][f];
        }
    if (max==akciju_kiekis[i][akciju_kiekis[i][0]])
        akciju_kiekis[i][5]=akciju_kiekis[i][0];
}
int keisti[1][6];
AnsiString keist2;
for (int i=0; i<akciju_kiek; i++) // išlyguojama akcijos pagal esama klase eiles tvarka
for (int j=0; j<akciju_kiek; j++)
    if (akciju_kiekis[i][0]<akciju_kiekis[j][0])
    {
        Application->ProcessMessages();
        for (int f=0; f<6;f++)
        {
            keisti[0][f]=akciju_kiekis[i][f];
            akciju_kiekis[i][f]=akciju_kiekis[j][f];
            akciju_kiekis[j][f]=keisti[0][f];
        }
        keist2=akcijos[i];
        akcijos[i]=akcijos[j];
        akcijos[j]=keist2;
    }
Memo1->Lines->Text="";
Memo1->Lines->Text= Memo1->Lines->Text+char(13)+char(13);
StringGrid1->Cells[0][0] = "Eil. Nr.";
StringGrid1->Cells[1][0] = "Akcijos pavadinimas";
StringGrid1->Cells[2][0] = "Esama klasė";
StringGrid1->Cells[3][0] = "Priskirta 1 klase";
StringGrid1->Cells[4][0] = "Priskirta 2 klase";
StringGrid1->Cells[5][0] = "Priskirta 3 klase";
StringGrid1->Cells[6][0] = "Priskirta 4 klase";
StringGrid1->Cells[7][0] = "Priskirta klase";
StringGrid1->RowCount=akciju_kiek+1;
for (int i=0; i<akciju_kiek; i++)
{
    Application->ProcessMessages();
    Memo1->Lines->Text=Memo1->Lines->Text+akcijos[i]+" "+akciju_kiekis[i][0]+" "+akciju_kiekis[i][1]+"
"+akciju_kiekis[i][2]+" "+akciju_kiekis[i][3]+" "+akciju_kiekis[i][4]+" "+akciju_kiekis[i][5]+char(13);
    StringGrid1->Cells[0][i+1] =i+1;
    StringGrid1->Cells[1][i+1] = akcijos[i];
    StringGrid1->Cells[2][i+1] = akciju_kiekis[i][0];
    StringGrid1->Cells[3][i+1] = akciju_kiekis[i][1];
    StringGrid1->Cells[4][i+1] = akciju_kiekis[i][2];
    StringGrid1->Cells[5][i+1] = akciju_kiekis[i][3];
    StringGrid1->Cells[6][i+1] = akciju_kiekis[i][4];
    StringGrid1->Cells[7][i+1] = akciju_kiekis[i][5];
}

```

Programos tekstas

```

if (akciju_kiekis[i][0]==1)
{
  akc1=akc1+akciju_kiekis[i][1];
  sum1=sum1+akciju_kiekis[i][2]+akciju_kiekis[i][3]+akciju_kiekis[i][4]+akciju_kiekis[i][1];
}
if ( akciju_kiekis[i][0]==2)
{
  akc2=akc2+akciju_kiekis[i][2];
  sum2=sum2+akciju_kiekis[i][1]+akciju_kiekis[i][3]+akciju_kiekis[i][4]+akciju_kiekis[i][2];
}
if ( akciju_kiekis[i][0]==3)
{
  akc3=akc3+akciju_kiekis[i][3];
  sum3=sum3+akciju_kiekis[i][2]+akciju_kiekis[i][1]+akciju_kiekis[i][4]+akciju_kiekis[i][3];
}
if ( akciju_kiekis[i][0]==4)
{
  akc4=akc4+akciju_kiekis[i][4];
  sum4=sum4+akciju_kiekis[i][2]+akciju_kiekis[i][3]+akciju_kiekis[i][1]+akciju_kiekis[i][4];
}
}
double sum12, sum22, sum32, sum42, sum52; // suskaičiuojama procentaliai kiek teisingai buvo
// priskirta kiekvienai iš klasių

if (sum1!=0)
sum12=(long double)(akc1*100)/sum1;
else
sum12=0;
if (sum2!=0)
sum22=(long double)(akc2*100)/sum2;
else
sum22=0;
if (sum3!=0)
sum32=(long double)(akc3*100)/sum3;
else
sum32=0;
if (sum4!=0)
sum42=(long double)(akc4*100)/sum4;
else
sum42=0;

Label3->Visible=true;
double d;
if ((sum1!=0) ||(sum1!=0)||((sum1!=0)||((sum1!=0)))
d=((akc1+akc2+akc3+akc4)*100)/(sum1+sum2+sum3+sum4);
else
d=0;
Label3->Caption="Priskyrė klasę teisingai: "+FloatToStrF(d,ffFixed,5,2)+" % " +char(13)+"1 klasės:
"+FloatToStrF(sum12,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+ "2 klasės: "+FloatToStrF(sum22,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+ "3
klasės: "+FloatToStrF(sum32,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+ "4 klasės: "+FloatToStrF(sum42,ffFixed,5,2)+" %";
StringGrid1->Visible=true;
StringGrid2->Visible=false;
Label4->Caption="Dvisluoksnio neuroninio tinklo atskirtos klasės:";
Label4->Visible=true;
StringGrid2->Cells[1][0] = "Akcijos pelning.";
StringGrid2->Cells[2][0] = "Vidurkis";
StringGrid2->Cells[3][0] = "Dispersija";
StringGrid2->Cells[4][0] = "Sandoriu sk.";

```

Programos tekstas

```

StringGrid2->Cells[5][0] = "Pardav. sk.";
StringGrid2->Cells[6][0] = "Apimtys";
StringGrid2->Cells[0][1] = "1 klasė";
StringGrid2->Cells[0][2] = "2 klasė";
StringGrid2->Cells[0][3] = "3 klasė";
StringGrid2->Cells[0][4] = "4 klasė";
for (int i=0; i<4; i++)
{
StringGrid2->Cells[1][i+1]=antras_sluok_w[0][i];
StringGrid2->Cells[2][i+1]=antras_sluok_w[1][i];
StringGrid2->Cells[3][i+1]=antras_sluok_w[2][i];
StringGrid2->Cells[4][i+1]=antras_sluok_w[3][i];
StringGrid2->Cells[5][i+1]=antras_sluok_w[4][i];
StringGrid2->Cells[6][i+1]=antras_sluok_w[5][i];
}
}
else
{
ShowMessage("Prašau įvesti sveiką skaičių intervale: [1..99] ");
}
Label2->Caption="";
Button1->Enabled=true;
Button2->Enabled=true;
Button3->Enabled=true;
Button5->Enabled=true;
Button4->Enabled=true;
}
//-----Viesluoksnio tinklo funkcija -----
void __fastcall TForm1::Button5Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Visible=false;
StringGrid2->Visible=false;
Label4->Visible=false;
Label5->Visible=false;
Label3->Visible=false;
Memo1->Lines->Text="";
Button1->Enabled=false;
Button2->Enabled=false;
Button5->Enabled=false;
Button3->Enabled=false;
Button4->Enabled=false;
Label2->Font->Color=clRed;
Label2->Caption="Atliekamas klasių priskyrimas prašom palaukti!";
Label2->Width=200;
Label2->Height=50;
Timer4->Enabled=true;
Button5->Enabled=false;
}
//-----Viesluoksnio tinklo algoritmas -----
void __fastcall TForm1::Timer4Timer(TObject *Sender)
{
Timer4->Enabled=false;
long double e[2][7];
long double e2[2][7];
int g, z, i, j, ii, jj, kk, kiek, ll;
double svoriai[8][5];
int h;
AnsiString x=Edit1->Text.c_str();
if (skaicius(x))

```

Programos tekstas

```

{
for (i=0;i<4;i++)
for (j=0;j<7;j++)
{
div_t x;
x=div(random(10),2);
if (x.rem==0)
h=-1;
else
h=1;
svoriai[i][j]=h*random(10)*0.001+0.0001;
}
}
ll=static_cast<int>((StrToInt(Edit1->Text)*n/100)); // apskaičiuojama kiek duomenų bus naudojama apmokymui
for (int g=0;g<10000;g++) // sukamas ciklą 10000 kartu (operacijų, žingsnių skaičius)
{ Application->ProcessMessages();
for (z=0;z<=ll;z++) //sukamas ciklas per apmokymo duomenis
{
Application->ProcessMessages();
for (ii=0;ii<4;ii++) //sukamas ciklas per įėjimų skaičių
{
Application->ProcessMessages();
e[0][ii]=akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos*svoriai[0][ii];
e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5*svoriai[1][ii];
e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5*svoriai[2][ii];
e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai*svoriai[3][ii];
e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk*svoriai[4][ii];
e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].apimtys*svoriai[5][ii];
e[0][ii]= e[0][ii]+svoriai[6][ii];
if ((e[0][ii]<500)&&(e[0][ii]>0))
{
float a=1/(1+exp(-e[0][ii]));
e[0][ii]=a;
}
else
if (e[0][ii]>500)
e[0][ii]=1;
if ((e[0][ii]<0)&&(e[0][ii]>-500))
{
float a=1/(1+exp(-e[0][ii]));
e[0][ii]=a;
}
else
if (e[0][ii]<-500)
e[0][ii]=0;
} // surandama pirmojo sluoksnio išėjimai
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==1)
{
if (e[0][0]<0.7)
{
i=0;
e2[0][i]=e[0][i]*(1-e[0][i]);
svoriai[0][i]=svoriai[0][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
svoriai[1][i]=svoriai[1][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
svoriai[2][i]=svoriai[2][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
svoriai[3][i]=svoriai[3][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
svoriai[4][i]=svoriai[4][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
svoriai[5][i]=svoriai[5][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].apimtys;
}
}
}
}

```

Programos tekstas

```

if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==2)
{
  if (e[0][1]<0.7)
  {
    i=1;
    e2[0][i]=e[0][i]*(1-e[0][i]); // neurono klaidos skaičiavimas
                                   // svorių koregavimas
    svoriai[0][i]=svoriai[0][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
    svoriai[1][i]=svoriai[1][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
    svoriai[2][i]=svoriai[2][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
    svoriai[3][i]=svoriai[3][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
    svoriai[4][i]=svoriai[4][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
    svoriai[5][i]=svoriai[5][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].apimty;
  }
}
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==3)
{
  if (e[0][2]<0.7)
  {
    i=2;
    e2[0][i]=e[0][i]*(1-e[0][i]); // neurono klaidos skaičiavimas
                                   // svorių koregavimas
    svoriai[0][i]=svoriai[0][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
    svoriai[1][i]=svoriai[1][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
    svoriai[2][i]=svoriai[2][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
    svoriai[3][i]=svoriai[3][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
    svoriai[4][i]=svoriai[4][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
    svoriai[5][i]=svoriai[5][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].apimty;
  }
}
if (akciju_masyvas[mais[z]].klase==4)
{
  if (e[0][3]<0.7)
  {
    i=3;
    e2[0][i]=e[0][i]*(1-e[0][i]); // neurono klaidos skaičiavimas
                                   // atliekamas svorių koregavimas
    svoriai[0][i]=svoriai[0][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos;
    svoriai[1][i]=svoriai[1][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5;
    svoriai[2][i]=svoriai[2][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5;
    svoriai[3][i]=svoriai[3][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai;
    svoriai[4][i]=svoriai[4][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk;
    svoriai[5][i]=svoriai[5][i]+ e2[0][i]*akciju_masyvas[mais[z]].apimty;
  }
}
}
}
}
AnsiString akcijos[50];
int akciju_kiekis[50][6];
int akciju_kiek=0, rastas;
for (int z=1; z<n; z++) // ciklas per atpažinimo imti
{
  Application->ProcessMessages();
  for (ii=0;ii<4;ii++)
  {
    e[0][ii]=akciju_masyvas[mais[z]].pelnas_nuo_akcijos*svoriai[0][ii];
    e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].vidurkis_5*svoriai[1][ii];
    e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].nuokrypis_5*svoriai[2][ii];
    e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].sandoriai*svoriai[3][ii];
  }
}

```

Programos tekstas

```

e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].akciju_sk*svoriai[4][ii];
e[0][ii]=e[0][ii]+akciju_masyvas[mais[z]].apimty*svoriai[5][ii];
e[0][ii]= e[0][ii]+svoriai[6][ii];

                                                                    // išėjimo skaičiavimas
if ((e[0][ii]<500)&&(e[0][ii]>0))
{
    long double a=1/(1+expl(-e[0][ii]));
    e[0][ii]=a;
}
else
if (e[0][ii]>500)
    e[0][ii]=1;
if ((e[0][ii]<0)&&(e[0][ii]>-500))
{
    long double a=1/(1+expl(-e[0][ii]));
    e[0][ii]=a;
}
else
if (e[0][ii]<-500)
    e[0][ii]=0;
}
int skait=0;
double max=-1;
for (int i=0; i<4;i++)                                                                    // priskirtos klases radimas
if (e[0][i]>max)
{
    max=e[0][i];
    skait=i;
}
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[0]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[1]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[2]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[3]=0;
akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[skait]=1;
rastas=0;
for (int f=0; f<akciju_kiek; f++)                                                                    // suskaičiuojama kiek kokių klasių
                                                                    //priskiriama kiekvienai iš įmonių
{
if (akcijos[f]==akciju_masyvas[mais[z]].akcijos_pavadinimas)
{
    rastas=1;
    if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[akciju_masyvas[mais[z]].klase]==1)
        akciju_kiekis[f][akciju_masyvas[mais[z]].klase]++;
    else
        for (int d=0; d<4; d++)
        {
            if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[d]==1)
                akciju_kiekis[f][d+1]++;
        }
}
}
}
if (rastas==0)
{
    akciju_kiekis[akciju_kiek][0]=akciju_masyvas[mais[z]].klase;
    akciju_kiekis[akciju_kiek][1]=0;
    akciju_kiekis[akciju_kiek][2]=0;
    akciju_kiekis[akciju_kiek][3]=0;
    akciju_kiekis[akciju_kiek][4]=0;
    akciju_kiekis[akciju_kiek][5]=0;
}

```


Programos tekstas

```

if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[akciju_kiekis[akciju_kiek][0]]==1)
    akciju_kiekis[akciju_kiek][akciju_masyvas[mais[z]].klase]=1;
else
    max=-1;
for (int d=0; d<4; d++)
    if (akciju_masyvas[mais[z]].priskirta_klase[d]>max)
    {
        akciju_kiekis[akciju_kiek][d+1]=1;
    }
akcijos[akciju_kiek]=akciju_masyvas[mais[z]].akcijos_pavadinimas;
akciju_kiek++;
}
}
int max;
for (int i=0; i<akciju_kiek; i++)
// įmonių išdėstymas didėjimo tvarka
// pagal įvesties klasę
{
    max=-1;
    for (int f=1; f<5;f++)
        if (akciju_kiekis[i][f]>max)
        {
            akciju_kiekis[i][5]=f;
            max=akciju_kiekis[i][f];
        }
    if (max==akciju_kiekis[i][akciju_kiekis[i][0]])
        akciju_kiekis[i][5]=akciju_kiekis[i][0];
}
int keisti[1][6];
AnsiString keist2;
for (int i=0; i<akciju_kiek; i++)
    for (int j=0; j<akciju_kiek; j++)
        if (akciju_kiekis[i][0]<akciju_kiekis[j][0])
        {
            for (int f=0; f<6;f++)
            {
                keisti[0][f]=akciju_kiekis[i][f];
                akciju_kiekis[i][f]=akciju_kiekis[j][f];
                akciju_kiekis[j][f]=keisti[0][f];
            }
            keist2=akcijos[i];
            akcijos[i]=akcijos[j];
            akcijos[j]=keist2;
        }
Memo1->Lines->Text="";
double sum1=0, sum2=0, sum3=0, sum4=0;
double akc1=0, akc2=0, akc3=0, akc4=0;
Memo1->Lines->Text= Memo1->Lines->Text+char(13)+char(13);
StringGrid1->Cells[0][0] = "Eil. Nr.";
StringGrid1->Cells[1][0] = "Akcijos pavadinimas";
StringGrid1->Cells[2][0] = "Esama klasė";
StringGrid1->Cells[3][0] = "Priskirta 1 klase";
StringGrid1->Cells[4][0] = "Priskirta 2 klase";
StringGrid1->Cells[5][0] = "Priskirta 3 klase";
StringGrid1->Cells[6][0] = "Priskirta 4 klase";
StringGrid1->Cells[7][0] = "Priskirta klase";
StringGrid1->RowCount=akciju_kiek+1;
for (int i=0; i<akciju_kiek; i++)
{
    Application->ProcessMessages();
}

```

Programos tekstas

```

Memo1->Lines->Text=Memo1->Lines->Text+akcijos[i]+" "+akciju_kiekis[i][0]+" "+akciju_kiekis[i][1]+"
"+akciju_kiekis[i][2]+" "+akciju_kiekis[i][3]+" "+akciju_kiekis[i][4]+" "+akciju_kiekis[i][5]+char(13);
StringGrid1->Cells[0][i+1] =i+1;
StringGrid1->Cells[1][i+1] = akcijos[i];
StringGrid1->Cells[2][i+1] = akciju_kiekis[i][0];
StringGrid1->Cells[3][i+1] = akciju_kiekis[i][1];
StringGrid1->Cells[4][i+1] = akciju_kiekis[i][2];
StringGrid1->Cells[5][i+1] = akciju_kiekis[i][3];
StringGrid1->Cells[6][i+1] = akciju_kiekis[i][4];
StringGrid1->Cells[7][i+1] = akciju_kiekis[i][5];
if (akciju_kiekis[i][0]==1) // suskaičiuojama procentais kiek kiekvienos klasės
// teisingai atpažinta

{
  akc1=akc1+akciju_kiekis[i][1];
  sum1=sum1+akciju_kiekis[i][2]+akciju_kiekis[i][3]+akciju_kiekis[i][4]+akciju_kiekis[i][1];
}
if ( akciju_kiekis[i][0]==2)
{
  akc2=akc2+akciju_kiekis[i][2];
  sum2=sum2+akciju_kiekis[i][1]+akciju_kiekis[i][3]+akciju_kiekis[i][4]+akciju_kiekis[i][2];
}
if ( akciju_kiekis[i][0]==3)
{
  akc3=akc3+akciju_kiekis[i][3];
  sum3=sum3+akciju_kiekis[i][2]+akciju_kiekis[i][1]+akciju_kiekis[i][4]+akciju_kiekis[i][3];
}
if ( akciju_kiekis[i][0]==4)
{
  akc4=akc4+akciju_kiekis[i][4];
  sum4=sum4+akciju_kiekis[i][2]+akciju_kiekis[i][3]+akciju_kiekis[i][1]+akciju_kiekis[i][4];
}
}
double sum12, sum22, sum32, sum42, sum52;
if (sum1!=0)
sum12=(long double)(akc1*100)/sum1;
else
sum12=0;
if (sum2!=0)
sum22=(long double)(akc2*100)/sum2;
else
sum22=0;
if (sum3!=0)
sum32=(long double)(akc3*100)/sum3;
else
sum32=0;
if (sum4!=0)
sum42=(long double)(akc4*100)/sum4;
else
sum42=0;
Label3->Visible=true;
double d;
if ((sum1!=0)||((sum1!=0)||(sum1!=0))||((sum1!=0)))
d=((akc1+akc2+akc3+akc4)*100)/(sum1+sum2+sum3+sum4);
else
d=0;
Label3->Caption="Priskyrė klasę teisingai: "+FloatToStrF(d,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+"1 klasės:
"+FloatToStrF(sum12,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+" 2 klasės: "+FloatToStrF(sum22,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+" 3
klasės: "+FloatToStrF(sum32,ffFixed,5,2)+" % "+char(13)+" 4 klasės: "+FloatToStrF(sum42,ffFixed,5,2)+" %";
StringGrid1->Visible=true;

```

Programos tekstas

```

StringGrid2->Visible=true;
Label4->Visible=true;
Label5->Visible=true;
Label4->Caption="Vienasluoksnio neuroninio tinklo atskirtos klasės.";
Label5->Caption="Vienasluoksnio neuroninio tinklo koeficientai.";
Label5->Visible=true;
StringGrid2->Cells[1][0] = "Akcijos pelning.";
StringGrid2->Cells[2][0] = "Vidurkis";
StringGrid2->Cells[3][0] = "Dispersija";
StringGrid2->Cells[4][0] = "Sandoriai";
StringGrid2->Cells[5][0] = "Pardav. sk.";
StringGrid2->Cells[6][0] = "Apimtys";
StringGrid2->Cells[0][1] = "1 klasė";
StringGrid2->Cells[0][2] = "2 klasė";
StringGrid2->Cells[0][3] = "3 klasė";
StringGrid2->Cells[0][4] = "4 klasė";
for (int i=0; i<4; i++)
{
StringGrid2->Cells[1][i+1]=svoriai[0][i];
StringGrid2->Cells[2][i+1]=svoriai[1][i];
StringGrid2->Cells[3][i+1]=svoriai[2][i];
StringGrid2->Cells[4][i+1]=svoriai[3][i];
StringGrid2->Cells[5][i+1]=svoriai[4][i];
StringGrid2->Cells[6][i+1]=svoriai[5][i];
}
}
else
{
ShowMessage("Prašau įvesti sveiką skaičių intervale: [1..99] ");
}
Label2->Caption="";
Button1->Enabled=true;
Button2->Enabled=true;
Button5->Enabled=true;
Button3->Enabled=true;
Button4->Enabled=true;
Button5->Enabled=true;
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormPaint(TObject *Sender)
{
Application->ProcessMessages();
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormMouseMove(TObject *Sender, TShiftState Shift,
int X, int Y)
{
Application->ProcessMessages();
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormMouseDown(TObject *Sender, TMouseButton Button,
TShiftState Shift, int X, int Y)
{
if(Button == mbLeft)
{
long SC_DRAGMOVE = 0xF012;
ReleaseCapture();
SendMessage(Handle, WM_SYSCOMMAND, SC_DRAGMOVE, 0);
}
}
}

```