

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIJOS KATEDRA

Baigiamasis magistro darbas

Įmonių bankrotas ir jo prognozavimas taikant neuroninius tinklus

Atliko: 2 kurso, 9 grupės studentas

Mantas Stanionis

Darbo vadovas:

doc. dr. Algimantas Juozapavičius

Vilnius

2007

Turinys

Anotacija.....	3
Summary.....	3
Įvadas.....	4
1. Įmonės nemokumas ir bankrotas	4
1.1. Įmonės nemokumas	4
1.2. Bankroto bylos iškėlimas	7
2. Įmonių finansinė atskaitomybė.....	8
2.1. Pelno (nuostolio) ataskaitos tyrimas.....	9
2.2. Balanso ataskaitos tyrimas.....	11
2.3. Pinigų srautų ataskaitos tyrimas	12
3. Įmonių bankroto nustatymo metodai	13
3.1. Vertinimo balais modeliai	14
3.2. Kredito rizikos modeliai	22
4. Bankroto prognozavimo modelio sukūrimas.....	24
4.1. Eksperimento tikslas ir darbo eiga.....	24
4.2. Naudojami duomenys	24
4.3. Duomenų paruošimas	25
4.4. Modelio pasirinkimas	26
4.5. Neuroninių tinklų apmokymas	26
4.6. Gauti rezultatai	28
Išvados ir rekomendacijos	29
Literatūros sąrašas	31
Priedas	33

Anotacija

Darbo tikslas – išnagrinėti įmonės bankroto nustatymo būdus ir pasiūlyti modelį, kuris kuo tiksliau prognozuotų grėsiantį įmonei bankrotą.

Darbe apžvelgiami Lietuvos Respublikos (toliau – LR) teisės aktai, reglamentuojantys įmonių nemokumą bei bankrotą ir įmonių veiklą charakterizuojantys finansinės atskaitomybės dokumentai. Analizuojami klasikiniai bankroto prognozavimo modeliai ir, pasiremiant jais, sukonstruojamas naujas bankroto prognozavimo modelis, kuriame pritaikomas neuroninis tinklas. Atlikus įvairius bandymus su skirtingais neuroniniais tinklais ir jų konfigūracijomis nustatytas optimaliausias bankroto prognozavimo modelis. Sukurtas modelis gali prognozuoti Lietuvos įmonių bankrotą tiksliau nei klasikiniai bankroto prognozavimo modeliai. Sukurto modelio tikslumas pralenkia klasikinius bankroto prognozavimo modelius prognozuojant bankrotą Lietuvos įmonėms (pagal atliktus skaičiavimus E. I. Altmano modelio tikslumas buvo 64%, naujo modelio – 74%).

Summary

During bankruptcies in Lithuania creditors in average receive 11,4 % of their claims. Bankruptcy prediction could reduce losses that shareholders and creditors encounter if it is done in time.

This work describes definitions of the insolvency of commercial entities in Lithuania. It should be noticed that these definitions do not use companies financial data rather depending on different assessment methodologies.

Classical bankruptcy prediction models are reviewed and used to build new prediction models based on neural networks. The new bankruptcy prediction model that was developed outperforms classical Z-Score models. This shows that neural networks can be used in upgrading old bankruptcy prediction models. One of the conclusions this research provides is that using detailed business activity category of commercial entity (EVRK code) combined with various financial ratios in prediction process improves its results.

Historical financial accounting data of Lithuanian commercial entities has been used to train neural networks. The bankruptcy predictions model that was developed is optimized for Lithuanian commercial entities.

Įvadas

Žvelgiant į 2000–2006 metus matome, kad bankrotų skaičius svyruoja apie 700 įmonių per metus. Didžioji dalis bylų inicijuojama vis dar kreipiantis į teismą. Tai dažniausiai reiškia, kad buvo neatsiskaityta su įmonės kreditoriais ir darbuotojais. Bankroto proceso metu kreditorių reikalavimai tenkinami tik vidutiniškai 11,4 proc. visos bankroto proceso pradžioje nustatytos kreditorinių reikalavimų sumos. Iš visų 1993–2005 metų 8761 mln. Lt kreditorinių reikalavimų sumos, kuri buvo nustatyta bankroto procesu pradžioje, kreditoriams buvo gražinta tik 998 mln. Lt. Šiuos nuostolius būtų galima sumažinti anksčiau nustačius gresiantį įmonei bankrotą ir imantis priemonių išgelbėti verslą bei neleidžiant toliau įmonei švaistyti turimas lėšas.

Šio darbo tikslas išnagrinėti įmonės bankroto nustatymo būdus ir pasiūlyti modelį, kuris kuo tiksliau prognozuotų gresiantį įmonei bankrotą.

Šiame darbe peržvelgiami su bankrotu ir nemokumu susiję LR įstatymai ir įmonių veiklą charakterizuojantys finansinės atskaitomybės dokumentai. Analizuojami įmonės nemokumo ir bankroto nustatymo metodai.

Šio darbo praktinis tikslas yra taikant duomenų gavybos metodus sukurti įmonės bankroto prognozavimo modelį pritaikytą Lietuvos įmonėms. Sukurtas modelis paremtas neuroniniais tinklais. Neuroniniai tinklai pasirinkti, kadangi jų pagalba nesunku pažvelgti į duomenis naujame kontekste ir atrasti naujus sąryšius.

Siekiant gauti tiksliausius prognozavimo rezultatus, buvo atlikti tyrimai su skirtingais neuroniniais tinklais ir įvairiomis jų konfigūracijomis. Atrinkti geriausius rezultatus parodę modeliai. Bandymų eigoje buvo išskirti finansiniai rodikliai bei kiti įmonės veiklos atributai, kuriuos naudojant bankroto prognozavimo modeliuose buvo pasiekti geriausi rezultatai.

Neuroniniais tinklais paremtas modelis buvo sukonstruotas pasiremiant klasikiniiais tiesiniais bankroto prognozavimo modeliais. Naujasis modelis parodė geresnius prognozavimo rezultatus nei pastarieji.

1. Įmonės nemokumas ir bankrotas

1.1. Įmonės nemokumas

Įmonės mokumas – tai įmonės potencialus sugebėjimas turimomis priemonėmis sumokėti už tai, kas įsipareigota, – gražinti skolas suėjus terminui [VDS06].

Dabartinės lietuvių žodyne žodis „bankrotas“ aiškinamas kaip – negalėjimas išsimokėti

skolų, sužlugimas. Prie tam tikrų aplinkybių žodžius „nemokumas“ ir „bankrotas“ galima būtų vertinti kaip artimas savo reikšme sąvokas.

Įmonės nemokumą reikia suprasti kaip būseną, kuriai esant gali būti priimti keli skirtingi sprendimai – įmonė gali būti likviduojama (žr. LR Įmonių bankroto įstatymo 30 – 32 str.) arba gali būti sudaromos sąlygos atkurti įmonės mokumą, išsaugoti ir plėtoti jos veiklą (žr. LR Įmonių bankroto įstatymo 27 str. bei Įmonių restruktūrizavimo įstatymą).

Vertinant įmonės mokumą yra svarbu tinkamai apibūdinti sąlygas (įmonės būseną, įmonės nemokumo būklės įvertinimo kriterijus), kurioms esant įmonė gali būti skelbiama nemokia. Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad per ankstyvas ir be papildomų įmonės-skolininkės perspėjimų įmonės paskelbimas nemokia gali sužlugdyti potencialiai perspektyvų verslą, o uždelstas jos paskelbimas nemokia pažeidžia kreditorių interesus, atimant iš jų galimybę atsiimti nors reikšmingesnę dalį jų prarandamų lėšų [VDS06].

Neatsargu įmonių nemokumą apibrėžti vien tik panaudojant ekonominių, finansinių rodiklių absoliučias ar santykinės išraiškas (matematinės formules). Kaip rodo praktika, tuo pasinaudoja nesąžiningi verslininkai, kurie, manipuluodami atskiromis nemokumo formulės dedamosiomis, per atsiradusį papildomą laiką sugeba „nuslėpti“ turtą arba matydami, kad, pagal apskaičiuotas formules, bankroto paskelbimas jiems negresia, tiesiog ignoroja kreditoriaus reikalavimus, ypač jei šie kreditorių reikalavimai įmonės-skolininkės atžvilgiu nėra pakankamai reikšmingi [VDS06].

Reikšmingą vietą nustatant įmonės nemokumo faktą užima įmonių vadovai, savininkai, likvidatoriai, kurių pareiga laiku kreiptis į teismą, kai paaiškėja, kad įmonė nesugeba vykdyti savo įsipareigojimų. Akivaizdu, jei jie tai atlieka pavėluotai, tuo padaro žalą kreditoriams. Įmonių bankroto įstatyme nėra jokių aiškesnių nuorodų dėl to, kad kreditoriai galėtų kreiptis į teismą siekdami, kad jiems būtų padengta dėl to padaryta žala. Ir šiame, ir kituose įstatymuose nėra numatytų jokių priemonių, kuriomis būtų ribojama asmenų, vadovavusių kelioms įmonėms, kurios bankrutavo, teisė tapti dar vienos įmonės vadovu. [VDS06]

Paprastai yra skiriami šie įmonės veiklos problemas sukeltantys faktoriai (krizių priežastys) [VDS06]:

- vadovų nesėkmės;
- finansų valdymo nesėkmės;
- klientų ir rinkodaros nesėkmės;
- sistemos bei struktūros nesėkmės.

Finansų valdymo nesėkmės yra vienos iš svarbiausių įmonei, kadangi daugelis finansinių krizių savo esme yra likvidumo krizės, galinčios nuvesti įmonę į bankrotą. Dauguma krizių, kurias sukėlė įvairios priežastys, dažnai perauga į finansines. Galima išskirti šiuos veiksnius,

turinčius įtakos finansinės krizės atsiradimui [VDS06]:

- prasti sprendimai dėl kreditų;
- paimti per dideli kreditai;
- didžiausio kredito davėjo praradimas;
- partnerių atsisakymas teikti komercinį kreditą;
- finansinės kontrolės neturėjimas;
- prasta įmonės finansų politika.

Pažymėtina tai, kad neigiamą poveikį sprendimų priėmimui, o kartu ir įmonės finansinei būklei turi nesusisteminta ir perteklinė informacija [VDS06].

Dalį su įmonių nemokumu susijusių problemų tikslinga vertinti pasinaudojant Įmonių bankroto valdymo departamento prie Ūkio ministerijos parengtais duomenimis. Įmonių bankroto ir restruktūrizavimo procesų 2005 m. apžvalgoje [Val06] bei tokio pobūdžio medžiagoje už 2006 m. sausio-birželio mėn. [Val06] matome, kad per paskutinius 4 – 5 metus įmonių, kurioms keliamos bankroto bylos, skaičius iš esmės stabilizavosi ir svyruoja apie 700 įmonių per metus. Per paskutinius metus įmonių, kuriose bankroto procesai pradami ne teismo tvarka, skaičius didėjo ir 2005 m. šis skaičius sudarė – 6,5 proc. visų per tuos metus iškeltų bankroto bylų. Šis skaičius rodo, kad didžioji dalis bylų inicijuojama vis dar kreipiantis į teismą. [VDS06]

Pagal Įmonių bankroto įstatymo 2 str. 8 d. apibrėžtas įmonių nemokumo sąlygas, bankroto byla gali būti keliamą, kai įmonė neatsiskaito su kreditoriumi praėjus trims mėnesiams po nustatyto termino ir pradelsti įmonės įsipareigojimai (skolos) viršija pusę į jos balansą įrašyto turto vertės. Inicijuojant įmonei-skolininkei bankroto bylą prie tokio nemokumo apibrėžimo, natūralu, kad kreditoriai galėtų tikėtis atgauti ženklėnę dalį savo lėšų. Deja, kaip rodo Įmonių bankroto valdymo departamento teikiami duomenys, bankroto proceso metu kreditorių reikalavimai tenkinami tik vidutiniškai – 11,4 proc., palyginti su kreditorinių reikalavimų suma, nustatyta bankroto proceso pradžioje (iš visų 1993 – 2005 metų 8761 mln. Lt kreditorinių reikalavimų sumos, kuri buvo nustatyta bankroto procesu pradžioje, kreditoriams buvo gražinta tik 998 mln. Lt). Palyginimui galima pateikti pavyzdį – kaip patikslinus teisės aktus (praktikoje įgyvendinus naujas LR civilinis proceso kodeksas (toliau – CPK) bei kitų, su tuo susijusių, norminių aktų nuostatas, reglamentuojančias kreditorių, skolininkų santykius bei antstolių veiksmus) pasikeitė skolų išieškojimo lygis. Jei iki to, kreditoriams buvo gražinama tik apie 5 proc. jų reikalavimų sumos, tai naujomis veiklos sąlygomis per antstolių sistemą kreditoriams gražinama apie 30 proc. kreditorių reikalavimų sumos. [VDS06]

Tuo metu, kai yra inicijuojamos bankroto bylos, kreditorių reikalavimai ženkliai viršija įmonės-skolininkės turto, apskaityto jos balanse, dydį. Įmonėse, kuriose bankroto bylos iškeltos 1993 – 2004 m. laikotarpiu, turtas bankroto proceso pradžioje sudarė – 5476,9 mln. Lt, o įmonių

skolos kreditoriams siekė – 8198,2 mln. Lt, tai yra skolos beveik 1,5 karto viršijo turtą. Iš esmės situacija nepasikeitė ir per 2005 metus. Įmonių, kurioms bankroto bylos buvo iškeltos per 2005 m., turtas bankroto proceso pradžioje sudarė 278 mln. Lt, o šių įmonių kreditorių reikalavimai bankroto proceso pradžioje siekė 419 mln. Lt, tai yra kreditorių reikalavimų suma 1,51 karto viršijo bankrutuojančių įmonių turtą. Bankroto proceso metu geriausiai atsiskaitoma su darbuotojais ir įkaito turėtojais. Iš visos per 1993 – 2005 m. laikotarpį kreditoriams grąžintos 998 mln. Lt sumos darbuotojams grąžinta – 251 mln. Lt, o įkaito turėtojams – 397 mln. Lt. [VDS06]

Siekiant išvengti bankroto ar sumažinant nuostolius būtina kuo anksčiau pastebėti gresiančio bankroto požymius.

1.2. Bankroto bylos iškėlimas

Bankroto procesas – tai teismo arba ne teismo tvarka vykdomų įmonės bankroto procedūrų visuma. Bankroto procedūrų vykdymas teismo tvarka yra susijęs su bankroto bylos inicijavimu. Bankroto bylos iškeliamos ir nagrinėjamos LR civilinio proceso kodekso [LR02] nustatyta tvarka, išskyrus LR įmonių bankroto įstatyme (toliau – ĮBĮ) nustatytas išimtis (CPK 1 straipsnio 1 dalis; ĮBĮ 10 straipsnio 1 dalis). Taigi bendrąja ginčo tvarka kreiptis į teismą dėl bankroto bylos iškėlimo gali tuo suinteresuoti asmenys (CPK 5 straipsnis). Šis suinteresuotumas gali būti susijęs tiek su privataus, tiek su viešojo intereso gynimu. [VDS06]

Pareiškimą dėl bankroto bylos iškėlimo įmonei pateikti teismui gali ĮBĮ 5 straipsnio 1 ir 2 dalyje nurodyti asmenys:

- 1) kreditorius (kreditoriai);
- 2) savininkas (savininkai);
- 3) įmonės administracijos vadovas;
- 4) likvidatorius – kai įmonė likviduojama įmonių veiklą reglamentuojančių įstatymų nustatyta tvarka ir išaiškėja, kad ji negalės vykdyti visų savo įsipareigojimų, tokios įmonės likvidatorius privalo pateikti teismui pareiškimą dėl bankroto bylos iškėlimo;
- 5) Lietuvos Respublikos draudimo priežiūros komisija – dėl bankroto bylos iškėlimo draudimo įmonei;
- 6) Vertybinių popierių komisija – dėl bankroto bylos iškėlimo finansų maklerio įmonei.

Pareiškimo teismui dėl bankroto bylos iškėlimo pateikimo pagrindai, tai yra faktinės aplinkybės, kuriomis ieškovas grindžia savo materialųjį teisinį reikalavimą, yra nurodyti ĮBĮ 4 straipsnyje, pagal kurį kreiptis į teismą su ieškiniu dėl bankroto bylos iškėlimo galima, jeigu [VDS06]:

- 1) įmonė laiku nemoka darbo užmokesčio ir su darbo santykiais susijusių išmokų;

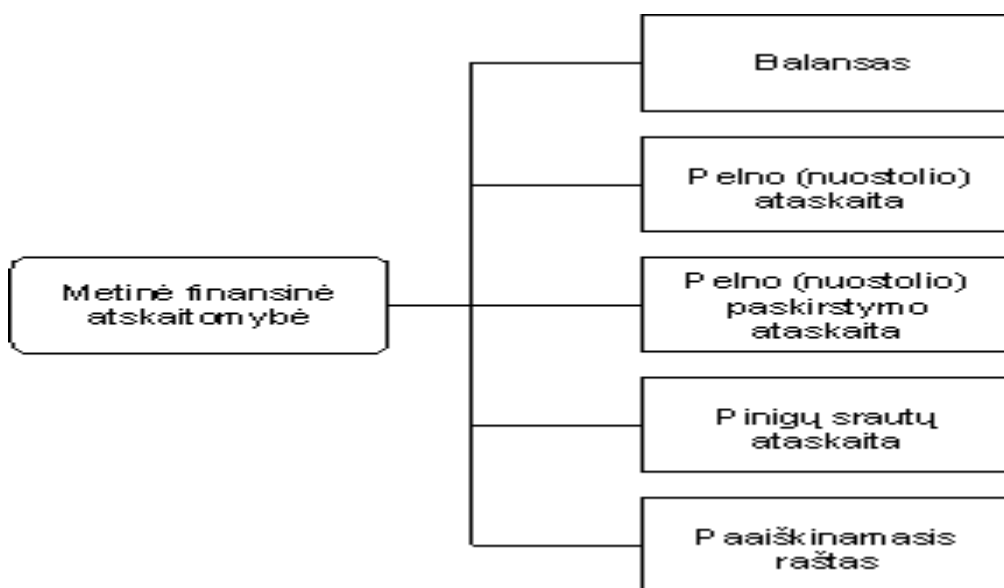
- 2) įmonė laiku nemoka už gautas prekes, atliktus darbus (paslaugas), negrąžina kreditų ir nevykdo kitų sandoriais prisiimtų turtinių įsipareigojimų;
- 3) įmonė laiku nemoka įstatymų nustatytų mokesčių, kitų privalomųjų įmokų ir (arba) priteistų sumų;
- 4) įmonė viešai paskelbė arba kitaip pranešė kreditoriui (kreditoriams), kad negali arba neketina vykdyti įsipareigojimų. Išsakoma nuomonė, jog sąvoka „kitoks pranešimas“ turėtų būti suprantamas kaip skolininko įgalioto ir atsakingo asmens (dažniausiai administracijos vadovo) parašu ir antspaudu patvirtintas rašytinis dokumentas, kuriame aiškiai ir nedviprasmiškai būtų pasakyta, kad skolininkas negali ar neketina įvykdyti savo;
- 5) įmonė neturi turto ar pajamų, iš kurių galėjo būti išieškomos skolos, ir dėl šios priežasties antstolis grąžino kreditoriui vykdomuosius dokumentus.

2. Įmonių finansinė atskaitomybė

Įmonės mokumui ar nemokumui vertinti naudojami įmonės finansinės atskaitomybės dokumentai (balansas, pelno ir nuostolių ataskaita, pinigų srautų ataskaita ir kt.). Įmonės būklės vertinimas pagal finansinės atskaitomybės duomenis suteikia informaciją apie situaciją įmonėje analizuojamo laikotarpio datai. Norint turėti informaciją apie tai – kokia situacija gali susiklostyti įmonėje ateityje, reikia parengti duomenis, kurie iliustruotų įmonės tikėtinus veiklos rezultatus (pvz., jos gebėjimą vykdyti prisiimtus įsipareigojimus ateityje) planuojamam laikotarpiui. Tam reikia parengti planuojamų pajamų bei planuojamų sąnaudų skaičiavimus, parengti planuojamus duomenis apie nagrinėjamo laikotarpio pinigų srautus ir pan. Paprastai tokią išsamią analizę turi atlikti įmonės vadovai prieš kreipdamiesi į teismą dėl bankroto bylos iškėlimo Įmonių bankroto įstatymo 9 str. 5 d. 2 p. pagrindais arba prieš kreipdamiesi į teismą dėl restruktūrizavimo bylos iškėlimo [VDS06].

Siekiant nustatyti įmonės finansinę būklę būtina analizuoti įmonės ūkinės veiklos rezultatus jos finansinių rodiklių pagrindu. Analizei reikalingos informacijos galima rasti įmonių metinėje arba ketvirtinėje finansinėje atskaitomybėje. Visos juridinio asmens teisės turinčios įmonės, pasibaigus ketvirčiui, rengia ketvirtinę finansinę, o pasibaigus finansiniams metams, sudaro tikslią metinę finansinę atskaitomybę. Laikotarpis, kuriam pasibaigus rengiama atskaitomybė, vadinamas atskaitiniu laikotarpiu, o 12 mėnesių laikotarpis, kuriam pasibaigus rengiama metinė finansinė atskaitomybė, vadinamas finansiniais arba ūkiniais metais. Metinė finansinė atskaitomybė - tai atskaitų, kurias įmonės užpildo pasibaigus atskaitiniam laikotarpiui, rinkinys. Ją sudaro balansas, pelno (nuostolio) ataskaita, pelno (nuostolio) paskirstymo ataskaita, pinigų

srautų ataskaita bei paaiškinamasis raštas (ketvirtinę atskaitomybę sudaro tik balansas ir pelno (nuostolio) ataskaita).



Bankroto prognozavimo modelio kūrimo pasirinkau naudoti šias ataskaitas: pelno (nuostolio) ataskaitą; balanso ataskaitą; pinigų srautų ataskaitą.

2.1. Pelno (nuostolio) ataskaitos tyrimas

Pelno (nuostolio) ataskaitoje pateikiami duomenys, kiek pajamų įmonė uždirbo per ataskaitinį laikotarpį ir kiek jai pačiai kainavo uždirbti šias pajamas, t.y. kokias sąnaudas patyrė įmonė. Iš bendros uždirbtų pajamų sumos atėmus visas sąnaudas, apskaičiuojamas per ataskaitinį laikotarpį uždirbtas pelnas (arba patirtas nuostolis). Visi duomenys apie uždirbtas pajamas bei patirtas sąnaudas pelno (nuostolio) ataskaitoje yra skelbiami pagal kaupimo principą. Jis reiškia, kad pajamos turi būti pripažįstamos uždirbtos ne tuomet, kai gaunami pinigai, bet pardavus klientui produkciją arba suteikus jam tam tikrą paslaugą. Taigi pardavimas skolon taip pat laikomas uždirbtomis pajamomis, nors taip parduodant prekes, pinigų įmonėje pardavimo momentu nepadaugėja, tačiau atsiranda kitas turtas - pirkėjų skola, kurią jie įsipareigoja grąžinti per tam tikrą sutartyje numatytą laikotarpį. Lygiai taip pat ir sąnaudos žymimos tik tada, kai įmonė iš tikrųjų jas patyrė uždirbdama pajamas, nesvarbu, kada išleido pinigus ar kokį kitą turtą.

Pelno (nuostolio) ataskaitoje įmonių pateikiami duomenys:

- I. **Pardavimo pajamos** (Pardavimai ir paslaugos (sales and services) apima įmonės pajamų sumą, uždirbtą pardavus prekes, taip pat ir atlikus paslaugas. Pardavimų ir paslaugų pajamos - jos dar vadinamos neto pajamomis - šioje ataskaitoje pateikiamos

atskaičius visus su pardavimu susijusius mokesčius, diskontus, nukainojimus ir prekių gražinimus.)

- II. **Pardavimo savikaina** (Parduotų prekių ir atliktų darbų savikaina (cost of goods sold and services rendered). Šiame straipsnyje pateikiama sąnaudų, tiesiogiai susijusių su pardavimų ir paslaugų pajamų uždirbimu. Tai sunaudotų žaliavų, komplektavimo gaminių bei tiesioginio darbo užmokesčio, apskaičiuoto parduotų prekių gamintojams suma. Čia nurodomos visos sąnaudos, kurias įmonė tiesiogiai padarė gamindama prekes, kitaip sakant, kurias galima tiesiogiai priskirti tam tikriems gaminiams.)
- III. **Bendrasis pelnas (nuostoliai)** (Bendrasis pelnas ar nuostolis (gross profit or loss) apskaičiuojamas kaip skirtumas tarp pardavimų pajamų bei savikainos.)
- IV. **Veiklos sąnaudos** (Veiklos sąnaudos (operating costs) – tai savikainai nepriskirtos sąnaudos, susijusios su visa įmonės ūkine veikla, vykdoma per ataskaitinį laikotarpį nepriklausomai nuo prekių pardavimų apimties. Jos suskirstytas į įmonės pardavimų ir su bendrosiomis administracinėmis išlaidomis susijusių sąnaudų straipsnius.)
- V. **Kita veikla** (Kitos veiklos straipsnis (other operations) atspindi įmonei netipinės veiklos rezultatą. Tai veikla, vykdoma atsitiktinai susidarius tam tikroms aplinkybėms, arba šalutinė, įmonei nereikšminga veikla, negalinti būti priskirta prie tos veiklos, dėl kurios įmonė buvo įsteigta.)
- VI. **Finansinė ir investicinė veikla** (Finansinės ir investicinės veiklos straipsnis (financial and investing activities) taip pat apima vienos iš netipinių įmonės veiklų rezultatą – gaunamos ir mokamos palūkanos, valiutos kursų svyravimų pelną ar nuostolį, gautas subsidijas ir pan.)
- VII. **Įprastinės veiklos pelnas (nuostoliai)** (Įprastinės veiklos pelno – nuostolio (profit – loss from ordinary activities) rodiklyje apibendrinamas įprastinės veiklos, apimančios tipinę ir netipinę veiklą rezultatas.)
- VIII. **Pagautė** (Neįprastinės (ypatingąją) įmonės veiklą atspindinčios atsitiktinai, nepriklausomai nuo valdytojų valios uždirbtos pajamos ar patirti netekimai)
- IX. **Netekimai**
- X. **Pelnas (nuostoliai) prieš apmokestinimą** (Ataskaitinių metų pelnas prieš apmokestinimą (current year profit before taxes) rodo bendrą visos įmonės veiklos rezultatą. Reikia atkreipti dėmesį į tai, jog šiame straipsnyje pateikiama ne apmokestinamoji pelno suma, bet pelnas (arba nuostolis) prieš apmokestinimą.)
- XI. **Pelno mokestis** (Pelno mokestis (income taxes) atspindi, kiek per ataskaitinį laikotarpį apskaičiuota pelno mokesčio)
- XII. **Grynasis pelnas (nuostoliai)** (Grynasis ataskaitinių metų pelnas - nuostolis

paskirstymui (net profit of the current year for appropriation or loss) - galutinis įmonės tam tikro laikotarpio rezultatas, kuris gali būti panaudojamas įmonės savininkų nuožiūra. Ši suma paskui įrašoma į įmonės pelno (nuostolio) paskirstymo ataskaitą, kurioje nurodoma kiek ir kokiems tikslams panaudojamas įmonėje uždirbtas pelnas arba kaip dengiamas patirtas nuostolis)

Pelno (nuostolio) ataskaitoje įmonės, turinčios juridinio asmens teises, atspindi ne tik ataskaitinio, bet ir praėjusio laikotarpio savo veiklos rezultatus. Tai didelis ataskaitos privalumas, nes tik lyginant bent dviejų metų duomenis galima suprasti, ar įmonės veikla plėtojama ir kaip jai tai sekasi. Juk nuolatos keičiasi ne vien įmonės veikla. Kinta ir sąlygos, pavyzdžiui, valdžios ekonominė politika. Todėl labai svarbu nuolat stebėti šiuos pasikeitimus, kiek įmanoma vertinti jų tendencijas.

2.2. Balanso ataskaitos tyrimas

Pelno (nuostolio) ataskaita rodo, ar sėkmingai įmonė ūkininkavo ataskaitiniu laikotarpiu. Taip pat svarbu žinoti, kokių turtu įmonė disponuoja ir kam šis turtas priklauso. Todėl balansą sudaro dvi dalys. Pirmojoje iš jų nurodoma įmonės turto sudėtis ir pasiskirstymas, t.y. tai, kuo faktiškai disponuoja įmonė balanso sudarymo dieną. Kita balanso dalis - savininkų nuosavybė ir įsipareigojimai rodo teises į turtą, kuris užfiksuotas pirmojoje balanso dalyje, todėl balanso turto pusė visados turi būti lygi savininkų nuosavybės ir įsipareigojimų pusei. Kitaip ir negalėtų būti, nes kiekvienas turtas turi savininką. Apibendrinant balanso esmę galima užrašyti tokia lygybe:

$$\text{Turtas} = \text{Savininkų nuosavybė} + \text{įsipareigojimai}$$

Turtas (aktyvai) - tai visi vertine išraiška ištekliai, kuriais disponuodama įmonė ateityje tikisi gauti naudą. Balanso turto straipsniuose yra parodomi įmonės turto komponentai, taip pat, kokios yra pirkėjų skolos įmonei.

Visas turtas, kuriuo disponuoja įmonė, skirstomas į 2 dideles grupes: ilgalaikį ir trumpalaikį turtą. Ilgalaikiu laikomas turtas, kuriuo įmonė tikisi disponuoti ir jį naudoti ilgiau nei vieną ataskaitinį laikotarpį (paprastai ilgiau negu vienerius metus). Visas kitas turtas, sunaudojamas per trumpesnę nei vienerių metų laikotarpį, laikomas trumpalaikiu

Buhalterinis balansas - tai savotiška firmos finansinės būklės nuotrauka, padaryta pavyzdžiui, paskutinę metų dieną. Įvairiausiomis metų dienomis buhalterinis balansas yra skirtingas, nes vyksta atsargų realizavimo, gautinų ir mokėtinų skolų svyravimo, nepaskirstyto pelno kaitos procesai. Tuo tarpu pelno (nuostolio) ataskaita yra "operacijų srauto" ataskaita, kuri atspindi visas operacijas, įvykusias per tam tikrą laikotarpį. Balansas rodo, kokių turtu disponavo įmonė bei kam šis turtas priklausė ataskaitinio laikotarpio pabaigoje. Pelno (nuostolio) ataskaita atspindi, kaip įmonė ūkininkavo: kokių sąnaudų patyrė bei kokias pajamas uždirbo ataskaitiniu

laikotarpiu. Joje išvedamas ūkininkavimo rezultatas - per ataskaitinį laikotarpį uždirbtas pelnas arba patirtas nuostolis.

Balanso ataskaitos rodikliai:

- A. Ilgalaikis turtas
 - I. Nematerialusis turtas
 - II. Materialusis turtas
 - III. Finansinis turtas
- B. Trumpalaikis turtas
 - I. Atsargos, išankstiniai apmokėjimai ir nebaigtos vykdyti sutartys
 - II. Per vienerius metus gautinos sumos
 - III. Kitas trumpalaikis turtas
 - IV. Pinigai ir pinigų ekvivalentai
- C. Nuosavas kapitalas
 - I. Kapitalas
 - II. Perkainojimo rezervas (rezultatai)
 - III. Rezervai
 - IV. Nepaskirstytasis pelnas (nuostoliai)
- D. Dotacijos, subsidijos
- E. Mokėtinos sumos ir įsipareigojimai
 - I. Po vienerių metų mokėtinos sumos ir ilgalaikiai įsipareigojimai
 - II. Per vienerius metus mokėtinos sumos ir trumpalaikiai įsipareigojimai

2.3. Pinigų srautų ataskaitos tyrimas

Pinigai - tai turtas, kuriuo dažniausiai gražinamos skolos kreditoriams, mokami atlyginimai darbuotojams, mokesčiai biudžetui, palūkanos ir dividendai taip pat mokami pinigais. Todėl į pinigų srautų ataskaitai skiriamas didelis dėmesys. Pinigų srautų ataskaita suteikia informaciją apie įmonės finansinį valdymą visose įmonės veiklos srityse. Pagal šios ataskaitos duomenis galima įvertinti vadinamąjį įmonės turto likvidumą - galimybę turtui greitai virsti pinigais; įmonės mokumą ir finansinį lankstumą - galimybę išvengti finansinių bėdų. Pinigų srautų ataskaita susideda iš šių rodiklių ar jų grupių:

- I. Pinigų srautai iš įmonės veiklos.
- II. Pinigų srautai iš investicinės veiklos.
- III. Pinigų srautai iš finansinės veiklos.
- IV. Pinigų srautai iš ypatingosios veiklos.

- V. Grynujų pinigų padidėjimas (sumažėjimas).
- VI. Pinigai laikotarpio pradžioje.
- VII. Pinigai laikotarpio pabaigoje.

3. Įmonių bankroto nustatymo metodai

Įmonių bankroto tikimybę apibūdinančio kompleksinio rodiklio ar jų sistemos paieška užsienyje pradėta dar XX a. trečiajame dešimtmetyje ir tęsiama iki šiol. Metodologiniu požiūriu vertingi W. Beaver 1966 m. tyrimai, atlikti remiantis pelningų ir bankrutavusių įmonių finansinių rodiklių tendų lyginamąja analize (Forster, 1978), bei vėlesni E. Altman, A. Kovaliovo, T.Poddig (Altman, 1968; Kovaliov, 1994; Poddig, 1995) ir kitų tyrimai, naudojant diskriminantinės analizės metodus. Nors minimi modeliai paprasti, jie nėra visuotiniai ir visapusiškai įmonių ūkinę-gamybinę, investicinę bei finansinę būklę apibūdinantys modeliai ir tiesiogiai neįvertina jos kitimo tendencijų. [VDS06]

Įmonės vadovai, siekdami mažiausios rizikos, turi nuolat stebėti ir vertinti įvairias rizikos rūšis bei turi gebėti racionaliai vadovauti įmonei. Šiems procesams stebėti ir reguliuoti reikia informacijos, iš kurios būtų galima nustatyti veiklos rizikos laipsnį.

Kad įmonė galėtų atsiskaityti su tiekėjais ir kitais kreditoriais bei už kitus įsipareigojimus, įmonė turi turėti ir pinigų, ir likvidų turta, kurį galėtų greitai paversti pinigais [MP98].

Svarbu pabrėžti ir tai, kad vienas iš reikšmingesnių įmonės nemokumo būklės požymių – piniginių srautų pertrūkiai (negebėjimas vykdyti mokėjimų pagal prisiimtus įsipareigojimus) [VDS06].

Įmonės ūkinei-finansinei būklei apibūdinti gali būti panaudota daugybė (iki šimto) rodiklių, kurie apskaičiuojami iš finansinių ataskaitų (balanso, pelno nuostolio, pinigų srautų ir kt.). Finansų analitikai [MP98], atsižvelgdami į LR finansinės atskaitomybės ypatybes, siūlo išskirti keturias pagrindines šių rodiklių grupes:

- pelningumo (jų priskaičiuojama 12);
- trumpalaikio ir ilgalaikio mokumo (priskaičiuojama 18);
- veiklos efektyvumo (priskaičiuojama 36);
- kapitalo rinkos (apie 15 rodiklių).

Tačiau naudoti juos visus bankroto tikimybei įvertinti yra pernelyg komplikuota, dažniausiai ir netikslinga. [VDS06]

3.1. Vertinimo balais modeliai

Šiame darbe sukurtas ir aprašytas bankroto prognozavimo modelis rėmėsi klasikiniais bankroto prognozavimo modeliais, kurie įmonės bankroto tikimybę nusako vertinimo balu (Z-score).

Vertinimo balais modeliai pagrįsti vieno kiekybinio mato tiriamai įmonei nustatymu, gaunamu įvedus įmonės duomenis į taikomą modelį. Vertinimo balais modelių atveju išvengiama ekspertinių sistemų atveju pasitaikančio subjektyvumo ir nepastovumo [Dzi05].

Vertinimo balais modeliai gali būti skirstomi į statistinius ir ne statistinius [TEC02]. Pirmas uždavinys, kuriant vertinimo balais modelį - atrinkti tokius finansinius rodiklius, kurie leistų tiksliai prognozuoti kliento įsipareigojimų nevykdymo tikimybę. Paprastai skiriama 5-10 skolininko rodiklių. Daugumoje modelių pelningumo, finansų struktūros ir likvidumo rodikliai reikšmingiausi. Antras uždavinys – tinkamai pasirinkti finansinių rodiklių įtraukimo į vertinimo balais modelį būdą. Autorių [TEC02], [Mes97] išskiriamos šios metodų formos: tiesinis tikimybinis modelis, probit modelis, dirbtiniai neuroniniai tinklai, sprendimų medis, logit modelis, diskriminantinė analizė; labiausiai paplitę praktikoje yra paskutiniai du būdai. Dažnai naudojama ir probit modelio (pvz. Zmijewski modelis) forma, besiskirianti nuo logit regresijos tuo, jog reikšmės pasiskirčiusios pagal normalųjį skirstinį. Galima būtų išskirti ir trečiąjį uždavinį, kuriant vertinimo balais modelį - tai sudaryto modelio spėjamosios galios patikrinimas bei tinkamos vertinimo skalės nustatymas. Autoriai [TEC02] siūlo modelio spėjamosios galios tikrinimui naudoti bendrąją suklydimo matricą (general confusion matrix) bei vertinti banko ribinį nuostolį vienam klientui, ne mažiau svarbus aspektas yra įvertinti faktinių bankų skolininkų charakteristikų pokyčius laikui bėgant. [Dzi05]

Tradicinis krizių diagnozavimo modelis yra paremtas statistiniais grėsmių ar rizikos apskaičiavimais. Pati paprasčiausia rizikos įvertinimą (R) apibūdinanti matematinė išraiška yra užrašoma taip, pvz.:

$$\boxed{\phantom{R = \frac{K - P}{T} - V \cdot A}}$$

(3.1.1)

čia, K – kritiškumas

P – pažeidžiamumas

T – tikimybė

V – įvykio vertės koeficientas

A – atkūrimo laipsnis

Jei rizikos įvertinimo reikšmė yra tarp:

0 – 19	rizika nereikšminga;
20 – 100	rizika turėtų būti sumažinta, tačiau nepavojinga;
101 – 200	rizikai skirti dėmesio, nes gali susidaryti rimta situacija;
201 – 500	iškilo rimta situacija, reikia imtis sprendimo veiksmų.

Bendroji diagnostika apima įmonės bankroto tikimybės nustatymą. Vienas pagrindinių tokios analizės uždavinių yra atskleisti galimo bankroto priežastis ir numatyti priemones joms likviduoti. Tai yra pirmas etapas, siekiant įvertinti įmonės krizinę situaciją. Bankroto problema dažniausiai iškyla tada, kai įmonė neturi pakankamai pinigų trumpalaikiams įsipareigojimams vykdyti. Tada turi būti keliamas klausimas, ar neišvengiamai reikia inicijuoti įmonei bankroto bylą (įmonę likviduoti), ar, siekiant išvengti bankroto, jos veiklą įmanoma pertvarkyti. [VDS06]

Dažnai finansinei padėčiai nustatyti analitikų naudojamas metodas yra diskriminantų analizė. Tai yra statistinis metodas, kurio esmę sudaro tai, kad įmonės įvairios pusės įvertinamos santykiniais rodikliais, iš kurių išvedamas apibendrinantis specialus Z rodiklis. Šis rodiklis literatūroje vadinamas zeto modeliu. Jis apskaičiuojamas naudojant diskriminantinės analizės būdą, kuriuo nustatomi koreliacinės tiesinės funkcijos parametrai. Taikant šį būdą, įmonės suskirstomos į dvi klases: nepatikimas įmones, kurioms gresia bankrotas ir patikimas įmones, t. y. sugebančias išvengti bankroto.

Toks įmonių skirstymas pagrįstas dviem požymiais (savybėmis): įmonių trumpalaikiu mokumu ir finansiniu stabilumu, kurį nusako skolintų lėšų ir turto santykis. Taigi įmonei gresia bankrotas tada, kai padidėja nuostoliai, išauga įsiskolinimai ir pablogėja trumpalaikis mokumas. Norint išvengti bankroto, reikia mokėti surasti tokią diskriminantinės ribos reikšmę, kuri suskirstytų galimus rodiklių derinius į rodiklių grupes [VDS06]:

- 1) atspindinčias įmonių bankroto galimybes;
- 2) atspindinčias teigiamas veiklos prognozes.

Pirmosios, įgijusios visuotinį pripažinimą, bankroto prognozavimo studijos išpopuliarėjo 20 a. septinto dešimtmečio pabaigoje, tačiau didžiausią indėlį į bankroto prognozavimą įnešė E. Altman, kuris modifikavo jau kitų ekonomistų suformuotą Z modelį.

Diskriminantinės analizės atveju (pvz. Altman, Springate, Fulmer modeliai) yra tiesinė priklausomybė tarp veiksnių, įtakančių skolininko kreditingumą bei skolininko kredito rizikos balo, kuris išreiškiamas taip:

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n ; \quad (3.1.2)$$

čia: C_i - koeficientai (veiksnių svoriai); X_i - veiksniai, įtakančiantys skolininko kredito riziką; Z –

klasifikuojančios funkcijos rodiklis;

E. Altman, kurdamas savo Z modelį, naudojo gamybinės įmonės rodiklius ir pasiūlė tokią jo skaičiavimo formulę:

$$Z = 1,2 X_1 + 1,4 X_2 + 3,3 X_3 + 0,6 X_4 + 1,0 X_5; \quad (3.1.3)$$

čia: X_1 = grynasis apyvartinis kapitalas / visas turtas

X_2 = nepaskirstytas pelnas / visas turtas

X_3 = įmonės pelningumas prieš mokesčius ir palūkanas / visas turtas

X_4 = savininkų nuosavybė / visi įsipareigojimai

X_5 = pardavimai / visas turtas.

Kiekvienas iš šių rodiklių tam tikru aspektu apibūdina įmonės riziką:

X_1 – trumpalaikio mokumo riziką;

X_2 – turto pelningumą, kuriam apskaičiuoti naudojamas nepaskirstytas pelnas;

X_3 – dabartinį pelningumą;

X_4 – ilgalaikio mokumo riziką;

X_5 – įmonės turto sugebėjimą skatinti pardavimus.

Naudodamas šią lygtį, E. Altman, priklausomai nuo Z reikšmės, prognozavo bankrotą. Pvz., iki koeficiento reikšmės 1,8 – labai didelė bankroto tikimybė, nuo 1,81 iki 2,7 – didelė tikimybė, nuo 2,8 iki 2,9 – galima tikimybė, daugiau negu 3,0 – labai menka bankroto tikimybė. Autoriaus nuomone, vartojant 5 veiksmių lygtį, galima nustatyti bankroto tikimybę 95 proc. tikslumu, jeigu yra likę 1 metai iki ekonominio nuosmukio.

Vėliau šis modelis buvo patobulintas ir jau teigiama, kad 70% tikslumu galima nustatyti bankrotą prieš penkerius metus, nors pripažįstama, kad tikėtinas bankrotas tiksliausiai nustatomas, metai - dveji į priekį. Jei Z vertė 2,99 – maža bankroto tikimybė, jei Z vertė žemiau 1,81 – jau įvykęs bankrotas. Šis modelis tinka gamybinėms įmonėms ir tik toms, kurių akcijomis prekiaujama rinkoje. Vėliau Altmanas sukūrė Z' modelį uždaroms firmoms, kurių akcijomis neprekiuojama rinkoje ir Z'' modelį negamybinėms firmoms. Z'' modelio atveju X_4 nario skaičiavime vietoje akcijų rinkos vertės naudojama buhalterinė vertė.

$$Z' = 0,717X_1 + 0,847X_2 + 3,107X_3 + 0,420X_4 + 0,998X_5 \quad (3.1.4)$$

čia: Z' – uždaros firmos diskriminantinės funkcijos rezultatas;

X_1 – grynasis apyvartinis kapitalas/visas turtas;

X_2 – nepaskirstytas pelnas/visas turtas;

X_3 – pelnas prieš palūkanas ir mokesčius/visas turtas;

X_4 – nuosavybės (paprastųjų ir privilegijuotų akcijų) balansinė vertė/skolos balansinė vertė;

X_5 – pardavimai/visas turtas.

Šio modelio kritiniai Z' taškai yra – 1,23 ir 2,90. Vertės tarp šių skaičių yra „pilkoji zona“, kuri rodo galimą bankrotą ateityje.

Z'' modelis nenaudoja pardavimų apyvartumo koeficiento:

$$Z'' = 6,56X_1 + 3,26X_2 + 6,72 X_3 + 1,05X_4 \quad (3.1.5)$$

čia: Z'' – negamybinės firmos diskriminantinės funkcijos rezultatas;

X_1 – grynasis apyvartinis kapitalas/visas turtas;

X_2 – nepaskirstytas pelnas/visas turtas;

X_3 – pelnas prieš palūkanas ir mokesčius/visas turtas;

X_4 – nuosavybės (paprastųjų ir privilegijuotų akcijų) balansinė vertė/Skolos balansinė vertė.

Šio modelio kritiniai „ Z'' “ taškai yra 1,10 ir 2,60. Vertės tarp šių skaičių yra „pilkoji zona“, kuri rodo galimą bankrotą ateityje.

Dambolena ir Shulmanas pastebėjo, kad Altmano modelis geriau paaiškina jau bankrutavusių firmų situaciją, dėl to Z modelį patobulino ir įvedė grynojo likvidumo balanso kintamąjį:

Grynasis likvidumo balansas = Pinigai + Rinkos vertybiniai popieriai - (Trumpalaikė skola + Einamųjų metų ilgalaikės skolos dalis)

Dėl to pagerėjo galimybės tiksliau prognozuoti galimą bankrotą – bankroto nuspėjimas prieš metus padidėjo iki 86 proc., nuspėjimas prieš dvejus – iki 80 proc.

Kitas diskriminantų modelis yra Fulmerio modelis (Fulmer, 1984). Fulmerio modelio pradinis variantas turėjo 40 koeficientų. Galutinis modelis metams į priekį yra tikslus 98 proc., dveji metai į priekį – tikslus 81 proc.

$$H = V_1 + 0,212 V_2 + 0,073 V_3 + 1,270 V_4 - 0,120 V_5 + \\ + 2,335 V_6 + 0,575 V_7 + 1,083 V_8 + 0,894 V_9 - 6,075 \quad (3.1.6)$$

čia V_1 = nepaskirstyti ankstesnių metų pelnas/visas turtas;

V_2 = pardavimai/visas turtas;

- $V_3 =$ pelnas iki mokesčių/visas turtas;
- $V_4 =$ pinigų srautas/visa skola;
- $V_5 =$ skola/visas turtas;
- $V_6 =$ trumpalaikiai įsipareigojimai/visas turtas;
- $V_7 = \log$ (materialus turtas);
- $V_8 =$ apyvartinis kapitalas/visa skola;
- $V_9 = \log$ (pelnas iki palūkanų ir mokesčių).

Jeigu rezultatas $H < 0$, nemokumas ir bankrotas neišvengiami.

Lyginant, Fulmerio modelis gali būti taikomas gerokai mažesnėms firmoms negu Altmano modelis, be to, atliekant skaičiavimus nereikalaujama rinkos kapitalizacijos duomenų. Tuo tarpu pagrindinis Altmano modelis reikalauja rinkos kapitalizacijos duomenų, ir tokia forma gali būti taikomas tik toms firmoms, kurių akcijomis prekiaujama antrinėje rinkoje.

Prancūzijoje ir Vokietijoje skolininkų kredito riziką vertinant valstybinių paskolų registru mastu taikoma diskriminantinė analizė, Italijoje – logit modelis. Grigaravičiaus S. Teigimu [Gri03], Lietuvoje įmonių kreditingumo vertinimui labiausiai tinkamas yra logit modelis (pvz. Shumway, Grigaravičiaus, Ohlson modeliai) dėl savo netiesinės priklausomybės formos, kurio atveju, skolininko įsipareigojimų nevykdymo tikimybė išreiškiama taip [Dzi05]:

$$p(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n)}} \quad (3.17)$$

Kitas tarptautiniu mastu paplitęs nemokumo nuspėjimo modelis yra Emery Lambda indeksas.

$$\text{Lambda indeksas} = \frac{\text{Likvidus rezervas} + \text{Planuojamas pinigų srautas}}{\text{Neprognozuojamas pinigų srautas}}$$

Likvidų rezervą čia sudaro pinigai, rinkos vertybiniai popieriai ir turimos kredito linijos.

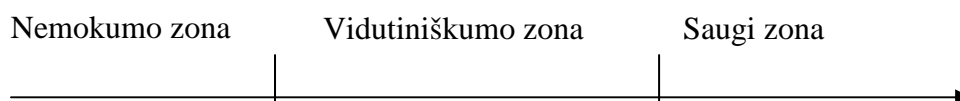
Planuojamas grynas pinigų srautas — tai planuojami per laikotarpį pinigų gavimai ir mokėjimai.

Neprognozuojamas pinigų srautas apskaičiuojamas kaip grynojo pinigų srauto nepastovumas (standartinis nukrypimas) per laikotarpį. Šis modelio privalumas – įvertina pinigų srautus, kredito linijas, atmeta nelikvidžius dalykus ir įvertina neapibrėžtumą.

Įmonės bankroto užuomazgas bei jo grėsmę galima pastebėti analizuojant finansinių ataskaitų duomenis, rodiklių dinamiką, finansinių rezultatų absoliučius pakitimus, analizei taikant finansinius rodiklius [BM02]. Taigi galima teigti, kad įmonės bankroto diagnostika – tai įmonės

finansinės veiklos veiksmų įvertinimo sistema, su kurios pagalba nustatomi įmonės veiklos kritiniai veiksniai, lemiantys įmonės bankrotą [Spr05].

Nagrinėdamas įmonių nemokumo diagnozavimo principus ir remdamasis šių principų bei Lietuvoje veikiančių akcinių bendrovių finansiniais duomenimis, be to, įvertinęs Lietuvos ekonominę aplinką, S. Grigavičius [Gri03], pasiūlė kompleksinį priemonių ir alternatyvių sprendimų modelį, taikytiną potencialiems Lietuvos įmonių mokumo sunkumams įvertinti ir diagnozuoti, įmonių nemokumo problemoms spręsti, nemokių įmonių pertvarkymo sprendimams (kryptims) modeliuoti.



Analizuojamos situacijos yra suskirstytos į tris tikėtino mokumo/nemokumo zonas (kritinius taškus):

- Kritinė zona, kuri nustato įmonės nemokumą (nemokumo zona). Jei gauti vertinimo regresijos (Z) rezultatai patenka į šią zoną, galima daryti išvadą, kad įmonė yra nemoki (ir bankroto tikimybė didelė).
- Vidutiniškumo (pilkoji) zona. Jei vertinimo regresijos (Z) rezultatai priklauso šiam intervalui, sunku teigti, ar įmonė turi rimtų sunkumų ar ne. Vidutiniškumo zona yra plati, todėl sunku šiuo modeliu tiksliai įvertinti esamą situaciją. Taigi visų pirma turi būti imtasi neatidėliotinių priemonių finansiniam stabilumui palaikyti.
- Saugi zona. Jei vertinimo regresijos (Z) rezultatai priklauso šiam intervalui, galima drąsiai teigti, kad įmonei negresia nemokumo problema.

Įmonių diagnozavimo modelis buvo suformuluotas panaudojant logistinę regresiją. Formuojant Lietuvos ekonominę aplinką atitinkantį įmonių nemokumo diagnozavimo modelį, buvo išanalizuota 20 skirtingų grupių (mokumo ir likvidumo, finansų struktūros, veiklos efektyvumo ir turto apyvartumo) finansinių rodiklių.

Nustatyta, kad įmonių finansinei būklei yra reikšmingi 9 finansiniai koeficientai, kurių suma sudaro įmonių nemokumo vertinimo regresiją:

$$Z = -0,762 + 0,003 X_1 - 0,424 X_2 - 0,06 X_3 + 0,22 X_4 - 0,774 X_5 - 0,189 X_6 + 6,842 X_7 - 12,262 X_8 - 5,257 X_9 \quad (3.1.8)$$

čia Z – vertinimo regresija;

- X_1 – bendrasis likvidumo koeficientas;
- X_2 – grynojo apyvartinio kapitalo santykis su turtu;
- X_3 – finansinių įsipareigojimų koeficientas;
- X_4 – savininkų nuosavybės ir finansinių įsipareigojimų (skolų) koeficientas;
- X_5 – finansinių sąnaudų (palūkanų) koeficientas;
- X_6 – veiklos pelningumo koeficientas;
- X_7 – turto gražos koeficientas;
- X_8 – grynojo apyvartinio kapitalo apyvartumas;
- X_9 – turto apyvartumas.

Gavus Z reikšmes toliau taikomas tikimybės Pr priklausomybės nuo $X_1 \dots X_9$ modelis, kuris išreiškiamas taip:

$$Pr(1) = \boxed{} \quad (3.1.9)$$

$$Pr(0) = \boxed{} \quad (3.1.20)$$

Jei $Pr(Z) = 1$ arba kuo gautinas (tikėtinas) tikimybinis įvykis yra arčiau 1 (vieneto) reikšmės, tai galima teigti, kad įmonė bankrutuos. Jei $Pr(Z) = 0$ arba kuo gautinas (tikėtinas) tikimybinis įvykis yra arčiau 0, tai galima teigti, kad įmonė nebankrutuos. [VDS06]

Siekiant geresnių rezultatų esami bankroto prognozavimo modeliai yra dažnai modifikuojami naudojant naujus skaičiavimo metodus. Literatūroje aprašomi atvejai kai naudojant neuroninius tinklus su tam tikromis modelio konfigūracijomis pavyko truputi padidinti prognozavimo galimybes [AA01] (taip pat [BAL00], [JHL97], [LHK96], [YPP99]). Naudojant klasifikacijos ir regresijos medžius modelis nedavė geresnių rezultatų nei pirmtakai [Spr05].

Įmonių nemokumo nustatymo modelis yra tuo tikslesnis, kuo mažesnis yra parenkamas prognozavimo laikotarpis. Remiantis gautais rezultatais gali būti numatomos ir įgyvendintos konkrečios įmonių reorganizavimo alternatyvos. Pavyzdžiui, jei vertinimo regresija yra gana žema ir nėra jokių abejonių, kad įmonė taps finansiškai nemoki, labiausia tikėtina alternatyva yra tokios įmonės likvidavimas. Jei vertinimo regresijos koeficientas svyruoja, analizuojama įmonė gali būti arba reorganizuota, arba jos nemokumo problemos gali būti išspręstos kitais būdais. Įmonės reorganizavimo alternatyvos, paremtos bankroto diagnostikos numatymo modeliu, pateiktos 1lentelėje. [Gri03]

Bankroto numatymo modelio reikšmės

Mokumo laipsnis	Įmonių finansinė būklė	Nemokumo galimybė	Įmonės reorganizavimo tipas
I	Įmonės su aukštais mokumo reitingais	0,02 (0,00-0,12)	Nėra jokio būtinumo reorganizuoti
II	Finansiškai stabilios įmonės	0,20 (0,12-0,34)	Nereikia reorganizuoti ar daryti pertvarkymus įmonės viduje
III	Galimos nemokios įmonės	0,41 (0,3-0,72)	Reorganizavimas arba aiškios patobulinimo veiksmų strategijos sudarymas
IV	Nemokios arba laikinai nemokios įmonės	0,68 (0,55-1,00)	Reorganizavimas siekiant išvengti bankroto
V	Nemokios įmonės	0,81 (0,68-1,00)	Bankroto procedūra, nemokios įmonės likvidavimas

Ne visi bankroto prognozavimo metodai naudoja finansinius įmonės rodiklius. Kompleksinės diagnostikos metodo pagrindą sudaro veiksniai, kurie gali turėti įtakos krizės atsiradimui įmonėje, įvertinimas. Ši diagnostika leidžia ieškoti, analizuoti esamų simptomų priežastiškumą. Džonas Argenti 1976 metais pasiūlė alternatyvų bankroto prognozavimo metodą, kurį pavadino A-modeliu. Šiame modelyje vertinami ne tik finansiniai duomenys, bet ir subjektyvūs veiksniai.

Dž. Argenti įsitikinęs, kad pagrindinės įmonės bankrutavimo priežastys yra:

- blogas vadovavimas;
- neefektyvi apskaitos sistema ir įmonės nesugebėjimas prisitaikyti prie nuolat besikeičiančios situacijos rinkoje.

Lietuvoje jau yra susiformavusi tam tikra įmonių būklės vertinimo praktika naudojant finansinius rodiklius. Kaip vienas iš tokių pavyzdžių, Valstybinės kainų ir kontrolės komisijos nutarimu patvirtinta įmonės technologinio, finansinio ir vadybinio pajėgumo įvertinimo tvarka [Val03]. Vadovaujantis šioje tvarkoje aprašytais vertinimo metodais, nustatoma įmonės būklė (labai gera, gera, patenkinama, nepatenkinama, bloga). [VDS06]

Pavyzdžiui, vienas iš populiariesnių praktikoje bei minėtoje finansinio ir vadybinio pajėgumo įvertinimo tvarkoje naudojamų įmonės mokumo (likvidumo) nustatymo būdų – apskaičiuoti įmonės einamojo likvidumo (mokumo) koeficiento reikšmę. Jei įmonės einamojo likvidumo (mokumo) koeficiento, kuris apskaičiuojamas kaip įmonės trumpalaikio turto bei trumpalaikių įsipareigojimų santykis analizuojamai datai, reikšmė yra mažiau už 1, tikėtina, kad įmonės būklė „bloga“ ir atitinkamai, jei koeficiento reikšmė daugiau už 2, tokia įmonės būklė galėtų būti

vertinama kaip „labai gera” [VDS06].

2 lentelėje pateikiamos kai kurios minėtoje tvarkoje apibrėžtos ribinės finansinių rodiklių reikšmės [VDS06].

2 lentelė

Finansinių rodiklių ribinės reikšmės

Finansiniai rodikliai	Ribinės rodiklių reikšmės	
	Būklė „Labai gera”, kai rodiklis	Būklė „Bloga”, kai rodiklis
1. Einamojo likvidumo (mokumo) koeficientas	> 2,0	<1,0
2. Kritinio likvidumo koeficientas	>1,5	<0,5
3. Grynas apyvartinis kapitalas (absoliutus dydis), Lt	Turi būti teigiamas dydis (kuo daugiau, tuo geriau)	
4. Auksinės balanso taisyklės koeficientas	<1,0	>1,0
5. Turto grąža (proc.)	>20	<0
6. Nuosavybės (kapitalo) grąža (proc.)	>30	<0
7. Bendrasis pelningumas (proc.)	>35	<0
8. Skolos ir nuosavybės (svertu) koeficientas	<30	100

Esminis aspektas, formuojant vertinimo balais modelį, daugelio autorių teigimu, yra tinkamas skolininkų (įmonių ar fizinių asmenų) grupės pasirinkimas tyrimui. Grigaravičius S. [Gri03] siūlo išskirti tam tikrą esminį požymį, kuriuo pasižyminčius skolininkus vertinti, pvz. įmonės, kurių akcijomis prekiaujama biržoje. Tokiu atveju sudaryto modelio tinkamumas tai konkrečiai skolininkų grupei būtų labai didelis. Galutinės vertinimo balais modelio išraiškos nustatymui, būtina įvertinti tris pagrindinius aspektus [Dzi05]:

- 1) Įvertinti įvairių nagrinėjamų funkcijų statistinį reikšmingumą,
- 2) Įvertinti pasirinktų rodiklių tarpusavio priklausomybę,
- 3) Nustatyti alternatyvių vertinamų funkcijų spėjamąją galią.

3.2. Kredito rizikos modeliai

Bankai sprenddami ar gali duoti įmonei kreditą įvertina jos finansinę būklę ir bando prognozuoti ar įmonė sugebės vykdyti kredito sąlygas. Bankų naudojami kredito rizikos prognozavimo modeliai yra labai artimi įmonės bankroto prognozavimui.

Vystantis informacijos technologijoms banko kredito rizikos vertinimui vis plačiau naudojami modernūs kredito rizikos vertinimo modeliai. Šie modeliai, remiantis Altman

E.I.[Alt02], Allen L. [All02] gali būti suskirstyti į dvi alternatyvias šakas: opcionų - teoretinis struktūrinis požiūris ir sumažintos formos požiūris, kuriame naudojami intensyvu grįsti modeliai, siekiant apskaičiuoti stochastinius rizikos lygius. Du požiūriai skiriasi pagal įsipareigojimų nevykdymo tikimybės skaičiavimą. Struktūrinio požiūrio modeliai (pvz. KMV Credit Manager, Moody's RiskCalc), kurių pradininku laikomas Mertonas, modeliuoja ekonominį įsipareigojimų nevykdymo procesą [All02]. KMV modelio atveju daroma prielaida, jog, kai įmonės rinkos vertė taps mažesnė už jos įsipareigojimų lygį, įmonė negalės įvykdyti įsipareigojimų. Fimos turto vertė šiame modelyje turi atitinkamą skirstinį, charakterizuojamą tikėtina turto verte ir standartiniu turto vertės nuokrypiu [Alt02]. KMV modeliui būdinga trijų žingsnių schema, skirta laukiamo įsipareigojimų nevykdymo dažnio (EDF) apskaičiavimui:

- 1) Randama firmos kapitalizacija, akcijų kainos standartinis nuokrypis ir įsipareigojimų buhalterinė vertė;
- 2) Surandamas įmonės įsipareigojimų nevykdymo taškas;
- 3) Įsipareigojimų nevykdymo nuotolis (distance to default).

Kuo šis dydis didesnis, tuo mažesnė įsipareigojimų nevykdymo tikimybė. Tuomet, remiantis istoriniais firmų, turinčių vienodą įsipareigojimų nevykdymo nuotolį, duomenimis, randama firmos įsipareigojimų nevykdymo tikimybė. Allen L. [All02] atliktas tyrimas rodo, jog Enron Corporation atveju KMV įsipareigojimų nevykdymo dažnio skaičiavimai rodė blogėjančią firmos kredito kokybę 1996- 2001 metais, kai tuo tarpu S&P reitingas buvo stabilus per visą periodą, neišpėdamas apie grėsmę. Dažnai reitingų agentūros vengia svarbiems klientams mažinti reitingus, siekdamos išvengti galimų klaidingų pavojaus signalų rinkoje ir santykių su klientu pablogėjimo. Yra tendencija duoti klientui laiko pagerinti savąją kreditingumo situaciją, tačiau nenoras pripažinti tiesą gali sukelti rimtas problemas tokios įmonės kreditoriams ateityje. Tačiau, matyti, kad KMV Credit Manager modeliu tokios problemos akivaizdžiai būtų išvengiamos. Sumažintos formos modeliuose (pvz. Kamakura's Risk Manager, KPMG'S Loan Analysis System) įsipareigojimų nevykdymo tikimybė modeliuojama Puasono procesu ir galima išvengti struktūrinio požiūrio metodų trūkumų. Šiuose modeliuose įsipareigojimų nevykdymo tikimybė ir paskolos gražinimo lygis yra modeliuojami nepriklausomai nuo įmonės turto kintamumo ar įmonės svėro. Sumažintos formos modeliai paskolos gražinimo lygį vertina kaip išorinį kintamąjį, nepriklausomą nuo įsipareigojimų nevykdymo tikimybės [ABR02]. Autorių [ABR02] tyrimai rodo, jog sumažintos formos modeliai susiduria su sunkumais aiškinant kredito maržų struktūrą tarp skirtingos kreditingumo kokybės įmonių, t.y. modeliams kyla sunkumai generuojant santykinai plokščias kredito maržas žemos kredito rizikos įmonių atveju ir statesnes maržas didesnės kredito rizikos įmonių atveju. [Dzi05]

Taigi, matyti, kad modernieji kredito rizikos vertinimo modeliai pateikia patikimesnius

rezultatus nei vien tik išoriniai reitingai. Tačiau dažnai bankui nepakanka moderniaisiais metodais įvertinti vien tik įsipareigojimų nevykdymo tikimybę, tačiau reikia ir numatyti tikėtino bei netikėtino nuostolio dydį, kad galėtų valdyti kredito riziką. [Dzi05]

4. Bankroto prognozavimo modelio sukūrimas

Bankroto prognozavimo uždaviniams spręsti dažniausiai taikomi tiesiniai bankroto prognozavimo metodai. Šie metodai lengvai konstruojami ir realizuojami. Tačiau šie metodai turi dideli trūkumą – su jais negalima aprašyti netiesinių sąryšių tarp duomenų. Ši problema neišsprendžiama ir aproksimuojant tiesinius modelius prie netiesinių sąryšių. Rezultatai būna nepakankamai geri.

Atlikti tyrimai [Zha04] rodo, kad dirbtiniai neuroniniai tinklai (artificial neural networks) turi dideles klasifikacijos ir prognozavimo galimybes. Kuriant bankroto prognozavimo modelį reikia būtent šių savybių. Dėl to mano darbe sukurtas bankroto prognozavimo modelis paremtas neuroniniais tinklais. Pastebėtina, kad neuroniniai tinklai sėkmingai naudojami įvairiose verslo bei mokslo sferose įvairioms užduotims atlikti. Susidomėjimas neuronais tinklais matomas ir iš greit augančių mokslinių straipsnių šia tema skaičiaus.

Neuroniniai tinklai daug žadanti alternatyva tiesiškiems metodams.

4.1. Eksperimento tikslas ir darbo eiga

Tikslas - sukurti modelį, kuris gebėtų prognozuoti įmonei grėšiantį bankrotą, remiantis įmonės pateiktomis metinėmis finansinėmis atskaitomybėmis.

Problemai spręsti pasirinkau taikyti neuroninius tinklus, kurie skirti klasifikuoti duomenis. Įmonės buvo klasifikuojamos pagal tai ar jos bankrutavo kelių metų bėgyje ar veikė sėkmingai. Informacija apie įmonės bankrotą buvo žinoma ir naudojama apmokant neuroninį tinklą. Iš metinių finansinių atskaitomybių išskaičiavau naujus finansinius rodiklius, kuriuos būtų galima taikyti neuroninio tinklo apmokymui. Paruošiau duomenis neuroninio tinklo apmokymui. Bandymus atlikau su keliais neuroninių tinklų tipais ir įvairiomis jų konfigūracijomis. Išrinkau geriausius rezultatus parodžiusius neuroninius tinklus. Palyginau gautų neuroninių tinklų klasifikavimo tikslumą su klasikinių bankroto prognozavimo modeliu. Apibrėžiau gaires kaip toliau tikslinsiu gautus modelius.

4.2. Naudojami duomenys

Darbo eksperimentinei daliai atlikti buvo gauti įmonių finansinių atskaitomybių duomenis iš

Valstybinės mokesčių inspekcijos (toliau -VMI). VMI pateikė duomenis pagal šiuos mano suformuluotus įmonių atrankos kriterijus:

- Įmonių duomenų laikotarpis: 2000 – 2003 m.
- Nuosavybės forma: Ribotos atsakomybės – UAB.
- Įmonių statusas:
 - Veikiančios.
 - Bankrutavusios arba inicijuotas bankrotas 2002, 2003 m.
- Ekonominė veikla pagal EVRK (EVRK - tai ekonominės veiklos rūšių klasifikatorius, skirtas duomenų, susijusių su veiklos vienetais, skirstymui į kategorijas pagal veiklos rūšis):
 - Mažmeninė prekyba (EVRK kodas prasideda skaitmenimis 52).
 - Viešbučiai ir restoranai (EVRK kodas prasideda skaitmenimis 55).
- Įmonės veiklos laikotarpis: daugiau kaip 3 metai.
- Darbuotojų skaičius nuo 1 iki 50.

Kadangi duomenis apie uždarų akcinių bendrovių finansinius rodiklius yra privatūs ir neviešinami, VMI pateiktuose duomenyse neatskiedžiami įmonių pavadinimai.

4.3. Duomenų paruošimas

Buvo atrinkta 321 bankrutavusių ir tiek pat nebankrutavusių įmonių metinių finansinių atskaitomybių. Turint tokius duomenis ir nežinant ar įmonė bankrutavo ar ne, prognozuoti apie bankrotą ar tolimesnę veiklą galime su 50% tikimybe. Kiekvienas neuroninis tinklas, kuris vėliau galės nuspėti bankrotą su didesniu tikslumu nei 50%, bus laikomas davęs teigiamą rezultatą.

Iš metinių finansinių atskaitomybės rodiklių buvo išvesti nauji finansiniai rodikliai pagal kuriuos būtų galima apmokyti neuroninį tinklą prognozuoti bankrotą. Naudojami išvestiniai rodikliai paimti iš aprašytų Z-Score modelių, bei panaudotas įmonės ekonomines veiklos kodas (EVRK):

- Rodikliai paimti iš Dr. Edward I. Altmano modelio (žiūrėti formule 3.1.4):
 - X_1 – parodo įmonės likvidumą. Įmonės turinčios likvidumo problemų, turi didesnę tikimybę tapti nemokiomis ir bankrotuoti;
 - X_2 – rodiklis bus mažas bendrovėse, kurios eilę metų dirbo nuostolingai ir nesugebėjo sukaupti rezervų (papildomo kapitalo).
 - X_3 – parodo įmonės pelningumą prieš palūkanas ir mokesčius. Jei šis rodiklis mažas, bendrovės nesugeba pelningai dirbti ir jos nemokumo tikimybė didėja
 - X_4 – kuo rodiklis mažesnis, tuo daugiau įsiskolinimų turi bendrovė ir tuo didesnė

bankroto tikimybė.

- X_5 – rodiklis bus mažas, jei bendrovė nesugeba efektyviai panaudoti turimo turto.
- Rodikliai paimti iš Fulmerio modelio (žiūrėti formulė 3.1.6): V_4 , V_7 , V_9 ;
- Įmonės ekonominės veiklos sritį apibūdinantis kodas (EVRK);
- Pirmi du EVRK kodo simboliai, apibūdinantys bendrąją veiklos sritį (pirmas detalizacijos lygmuo).
- Pirmi keturi EVRK kodo simboliai, apibūdinantys detalizuotą įmonės veiklos sritį (antras detalizacijos lygmuo).

4.4. Modelio pasirinkimas

Buvo renkamasi iš šių neuroninių tinklų tipų:

- Tiesinis neuroninis tinklas (Linear).
- Tikimybinis neuroninis tinklas (Probabilistic neural network).
- Radialinio pagrindo funkcijos neuroninis tinklas (Radial Basis function neural network).
- Trijų sluoksnių neuroninis tinklas (Three layer perceptron).
- Keturių sluoksnių neuroninis tinklas (Four layer perceptron).

Parenkant tiksliausią neuroninį tinklą buvo bandomi įvairūs neuroninių tinklų nustatymai. Visi bandymai atliekami su tais pačiais duomenimis.

4.5. Neuroninių tinklų apmokymas

Dirbtiniai neuroniniai tinklai - kompiuteriniai modeliai, sukurti apdoroti informaciją panašiai kaip žmogaus protas. Jie kaupia informaciją pagal tam tikrus šablonus ir sugeba mokytis iš savo informacijos apdorojimo patirties [AA01].

Dirbtiniai neuroniniai tinklai dažnai klasifikuojami į dvi skirtingas apmokymo kategorijas – prižiūrėtus (supervised) ir neprižiūrėtus (unsupervised). Prižiūrėtų apmokymui reikia apmokamųjų porų, kuriose yra pradiniai vektoriai ir atitinkantys rezultato vektoriai.

Apmokant neuroninį tinklą kai naudojami prižiūrėti apmokymo algoritmai, reikia turėti duomenis bankrutavusių ir nebankrutavusių firmų. Tačiau ne visuomet reikiami duomenys egzistuoja. Tokiose situacijose naudojami neprižiūrėti neuroniniai tinklai (sukurti Kohonen ir kt.). Jiems užtenka žinoti pradines sąlygas, pradinius vektorius. Ir tik su pradiniais vektoriais atliekamas apmokymo procesas. Toks neuroninis tinklas rezultate pateikia sugrupuotus (ar suklasterizuotus) pradinius vektorius.

Bankroto prognozavimui dažniausiai naudojami prižiūrėti tinklai. Siekiant geriau suprasti ir

įvertinti tinkamumą prižiūrėto ir neprižiūrėto neuroninių tinklų metodo, reikia atlikti palyginimus. Tačiau tai nėra paprasta užduotis, kadangi juos sunku lyginti tiesiogiai dėl radikaliai skirtingų jų orientacijų. Bankroto prognozavimo kontekste toks palyginimas apibrėžiamas [Zha04].

Kadangi bankroto prognozavimo tinklai patenka į prižiūrėtujų kategorizaciją ir naudoja daugiau kritinių kintamųjų, galima tikėtis, kad šis algoritmas duos tikslesnius rezultatus nei duotų neprižiūrėtas neuroninis tinklas. G. Peter Zhang [Zha04] bando juos lyginti, ir galima stebėti skirtingas algoritmų charakteristikas ir elgsenas. Šio darbo praktinėje dalyje naudojami prižiūrėti tinklai.

Permokymas (angl. over-learning arba over-fitting). Viena iš didžiausių problemų su neuroniniais tinklais yra permokymas. Jis atsitinka kai neuroninis tinklas per smarkiai prisitaiko prie duomenų, kurie pateikiami apmokymui. Tokiu atveju paklaida nuo apmokinamųjų duomenų gaunama minimali, tačiau kai tinklui duodami nauji duomenys, paklaidos tampa žymiai didesnės ir modelis tampa jau nebetinkamas. Todėl apmokant neuroninį tinklą, reikia siekti ne tik, kad tinklas maksimaliai prisitaikytų prie apmokinamųjų duomenų, bet ir būtų kuo daugiau bendresnis visiems atvejams ir tiktų naujiems duomenims. Kad tinklas būtų kuo bendresnis, reikia stengtis sukonstruoti kuo nesudėtingesnį neuroninį tinklą, gebantį prisitaikyti prie skirtų apmokymui duomenų su pakankamai maža paklaida. Mano konstruojamame neuroniniame tinkle buvo naudojama technika, kuri neleidžia neuroniniam tinklui persimokyti. Tai pasiekama išskiriant ne du (apmokymui ir testavimui) duomenų paketus, o tris. Trečiasis duomenų paketas selekcinis. Jis naudojamas neuroninio tinklo apmokymo cikle, bet ne pačiam apmokymui, o mokymosi progreso įvertinimui. Kiekvienoje mokymosi iteracijoje neuroninis tinklas patikrinamas ar paklaida gauta su selekcinį duomenų paketu mažėja ar didėja. Kol paklaida mažėja, apmokymas tęsiamas, paklaidai pradėjus didėti – sustabdomas. Kai pradėjus didėti paklaidai su selekcinį duomenų paketu paklaida su apmokinamaisiais duomenimis toliau sėkmingai mažėja, tinklas pradeda persimokyti. Kai matome, kad tinklas persimoko, tai reiškia, kad galima dar mėginti supaprastinti neuroninį tinklą, mažinant nematomus sluoksnius arba mazgus. Kita vertus, jeigu persimokymas nepasiekiamas, tai galimas dalykas, kad tinklas yra per paprastas duotai problemai spręsti. Tokiu atveju tinklui pridedami nauji mazgai ar sluoksniai. Bet kurio atveju, reikia atlikti daug bandymų su įvairiomis tinklo konfigūracijomis, kad atrastumėme geriausią rezultatą. Paskutinis tinklo paklaidos įvertinimas daromas su testavimui paskirtais duomenimis. Testavimui skirti duomenis nuo selekcinį duomenų grupės skiriasi tuo, kad su testavimo duomenimis tinklo tikslumas įvertinamas vieną kartą, o selekcinį duomenų atveju periodiškai apmokant tinklą. Todėl su testavimui skirtais duomenimis tinklo tikslumas bus mažesnis nei su selekciniais, tačiau rezultatas bus tikslesnis įvertinant modelį.

Duomenų grupių perskirstymas. Neuroninis tinklas gali duoti blogus rezultatus ne tik dėl persimokymo bet ir dėl duomenų apmokymui nepakankamumo. Mano apmokinamame neuroniniame tinkle duomenų kiekis nėra labai didelis, todėl reikia tuos duomenis labai tikslingai išnaudoti tinklo apmokyme ir testavime. Iš esmės nuo pačių duomenų priklauso, koks neuroninis tinklas geriausiai pagal juos apsimokins. Ir esant mažam kiekiui duomenų galima atsitiktinai pataikyti ant modelio, kuris lyg ir ant visų turimų duomenų rodys pakankamai gerus rezultatus, tačiau bendroje probleminėje srityje bus labai netikslus. Todėl apmokant neuroninį tinklą svarbu surinkti kuo daugiau duomenų ir kuo efektyviau išnaudoti jau turimus. Mano darbe turimų duomenų kiekis yra labai įtakojantis sėkmingam modelio sukūrimui, todėl esamus duomenis stengiausi išnaudoti maksimaliai efektyviai. Tam buvo naudojamos duomenų perskirstymo metodikos, kai duomenų grupės skirtos mokymui, selekcijai ir testavimui yra perskirstomos tarpusavyje, kad gautųsi naujos grupės. Duomenų perskirstymui gali būti naudojamos monte-carlo, kryžminio patvirtinimo (cross-validation), plėtros (bootstrap) metodikos.

Mano kuriamas neuroninis tinklas naudojo kryžminės validacijos perskirstymą. Šiuo atveju duomenys padalinami į dešimt lygių grupių. Pirmame žingsnyje paimama pirma grupė testavimui, kitos devynios apmokymui ir selekcijai. Antrame žingsnyje imama antroji grupė testavimui ir likusios lieka testavimui ir selekcijai. Taip atliekama dešimt apmokymų ir rezultate gauname dešimt apmokintų neuroninių tinklų. Iš šių tinklų galime išsirinkti tiksliausius rezultatus parodžiusį tinklą.

4.6. Gauti rezultatai

Po bandymų buvo tokie neuroniniu tinklu paremtų modelių tikslumo rezultatai.

- *Tiesinis.* Nepavyko rasti nei vieno nustatymo, kad bankroto prognozė viršytų 50% procentų ribą.
- *Tikimybinis neuroninis tinklas.* Bandant su įvairiomis konfigūracijomis geriausi modeliai siekdavo iki 64% prognozės tikslumą. Didžiausią tikslumą pasiekęs modelis turėjo vieną papildomą sluoksnį su 322-jais mazgais ir buvo panaudoti visi duomenų paruošime aprašyti rodikliai.
- *Radialinio pagrindo funkcijos neuroninis tinklas.* Bandant su įvairiomis konfigūracijomis modeliai siekdavo iki 73% prognozės tikslumą. Didžiausią tikslumą pasiekęs modelis turėjo vieną papildomą sluoksnį su 36-jais mazgais ir buvo panaudoti visi duomenų paruošime aprašyti rodikliai.
- *Trijų sluoksnių neuroninis tinklas.* Bandant įvairiomis konfigūracijomis neviršijo 50% prognozės tikslumo.

- *Keturių sluoksnių neuroninis tinklas.* Bandant įvairiomis konfigūracijomis neviršijo 50% prognozės tikslumo.

Vertinant sukurto neuroninio tinklo tikslumą buvo imama naujų įrašų grupė, kuri nebuvo naudojama neuroninio tinklo apmokymui. Po šių bandymų išskyriau du neuroninius tinklus, kurie davė teigiamą rezultatą ir kuriuos manau galima toliau tikslinti, tai: RBF neuroninis tinklas ir tikimybinis neuroninis tinklas.

Tiksliausių modelių neuroninių tinklų apmokymo paklaidų suvestinė pateikta priede.

Su tais pačiais duomenimis buvo išbandytas Altmano modelio (žiūrėti formulę 3.1.4) tikslumas. Rezultatai buvo labai netikslūs:

- kad įmonė nebankrutuos prognozė pasitvirtino 43%;
- kad įmonė bankrutuos prognozė pasitvirtino 85%;
- bendras taikomo modelio tikslumas - 64%;
- duomenys patekė į neapibrėžtą zoną - 18% (nenustatyta ar įmonė bankrutuos, ar ne).

Išvados ir rekomendacijos

LR bankrotą ir nemokumą reglamentuojančiose įstatymuose nėra apibrėžta jokių įmonės veiklos vertinimų pagal finansinius rodiklius, kuriais remiantis būtų galima nustatyti ar prognozuoti įmonės nemokumą arba bankrotą. Manau, kad kompetentingos institucijos (VMI, Įmonių bankroto valdymo departamentas ar kita Vyriausybės paskirta institucija) turėtų analizuoti įmonių veiklos finansinius rodiklius, taikydamos bankroto prognozavimo metodus. Nustačius, kad įmonė gali bankrutuoti, šios institucijos turėtų pradėti stebėti įmonės veiklą, kad esant reikalui galėtų įsikišti tam, kad tiek kreditorių, tiek įmonės darbuotojų, tiek valstybės interesai nebūtų pažeisti. Pagal dabartinę situaciją įmonių bankrotai nustatomi per vėlai, ko pasekmėje patiriami dideli nuostoliai.

Šiame darbe sukonstruotas ir aprašytas bankroto prognozavimo modelis parodė didesnę prognozavimo tikslumą nei klasikiniai tiesiniai modeliai iš kurių jis buvo išvestas. Bandymo metu Altmano modelis parodė 64% tikslumą, Fulmerio modelis 67%, o naujai sukurtas neuroniniu tinklu paremtas modelis rodė 73% tikslumą.

Darbe aprašyta metodika parodo, kaip pasinaudojant neuroniniais tinklais galima perkonstruoti tiesinius bankroto prognozavimo modelius ir gauti geresnius prognozavimo rezultatus.

Įvairūs neuroninių tinklų tipai, jų konfigūracijos ir panaudotos skirtingos finansinių rodiklių grupės rodė skirtingus rezultatus. Todėl, ieškant modelio, pateikiančio tiksliausius

prognozavimus, reikėtų išbandyti begales variacijų. Kuriant modelį buvo naudota programinė įranga, kuri dalinai automatizavo geriausio modelio paiešką perrinkdama nurodytus neuroninius tinklus ir galimas jų konfigūracijas. Tačiau didžiausią įtaką modelio tikslumui turi naudojami duomenys, jų paruošimas ir tikslingas taikymas. Darbe aprašyta, kokius duomenis buvo nuspręsta naudoti, kokie papildomi išskaičiavimai su jais atlikti, ir kokius tai lėmė rezultatus. Be įvairių finansinių rodiklių, kurie buvo naudojami bankroto prognozavime, taip pat buvo atsižvelgiama į įmonės ekonominės veiklos sritį (ją nusako EVRK kodas). Tai modelio tikslumą padidino pora procentų. Šis rodiklis (ar panašus) nebuvo naudojamas jokiuose mano peržvelgtuose kitų autorių modeliuose. Naudojamų duomenų atrinkimas ir paruošimas neuroninių tinklų modelių kūrimui yra bene sudėtingiausia užduotis ir čia galimi labai įvairūs sprendimai, todėl toliau vystant šį darbą rekomenduočiau koncentruotis būtent į tai. Taip pat reiktų pamėginti naudoti ne tik paskutiniųjų metų įmonės duomenis, bet ir bent dviejų praėjusiųjų.

Įvairūs įmonės būklės vertinimai, tame tarpe ir bankroto prognozavimas, yra svarbūs ne tik atskiroms įmonėms, kreditoriams, įmonių veiklą analizuojančioms valstybės institucijoms, bet ir bankams, turto valdymo ir investicine veikla užsiimančioms kompanijoms, kurios priima sprendimus dėl verslo kreditavimo, dėl verslo rizikos draudimo, dėl įmonių reorganizavimo, dėl įmonių įsigijimo ir pan. Todėl naujų bankroto prognozavimo modelių kūrimas ir tobulinimas turi dideles perspektyvas. Manychiau, kad sukurtą modelį dar patobulinus pagal darbe pateiktas rekomendacijas būtų galima sėkmingai panaudoti Lietuvos įmonėms gręšiančio bankroto ankstyvam nustatymui.

Literatūros sąrašas

- [AA01] F. Amir, Atiya. Bankruptcy Prediction for Credit Risk Using Neural Networks: A Survey and New Results. 2001 m.
- [ABR02] E. I. Altman, A. Resti, A. Sironi. The Link Between Default and Recovery Rates: Effects of the Procyclicality of Regulatory Capital Ratios. 2002 m.
- [All02] L. Allen. Credit risk measurement: New approaches to value at risk and other paradigms. 2002 m.
- [Alt02] E. I. Altman. Revisiting Credit Scoring Models in a Basel 2 Environment. 2002 m.
- [BAL00] R. Barniv, A. Agarwal, and R. Leach. Predicting the outcome following bankruptcy filing: A three-state classification using neural networks. 2000 m.
- [Ber01] E. Bernhardsen. A Model of Bankruptcy Prediction. 2001 m.
- [BJK05] K. Butkus, R. Jazbutis, T. Kelpšas. Taikomojo mokslinio tyrimo darbas „Fizinių asmenų nemokumo problemų sprendimų būdų analizė“. 2005 m.
<http://www.bankrotodep.lt/Studijos.php>
- [Blu03] M. Blums. D-Score: Bankruptcy Prediction Model for Middle Market Public Firms. 2003 m.
- [BM02] E. Buškevičiūtė, I. Mačerinskienė. Finansų analizė. 2002 m.
- [CGM00] M. Crouhy, D. Galai, R. Mark. A comparative analysis of current credit risk models. *J. Banking & Finance*, vol. 24, pp. 59–117, 2000 m.
- [Dzi05] Laima Dzidzevičiūtė. Kredito rizikos vertinimo bankuose ypatumai: vertinimo balais modelių taikymas Lietuvos bankuose. 2005 m.
- [FP00] A. Fan and M. Palaniswami. A new approach to corporate loan default prediction from financial statements, London, 2000 m.
- [Gri03] S. Grigaravičius. Įmonių nemokumo diagnostika ir jų pertvarkymo sprendimai. Kaunas, 2003 m.
- [YPP99] Z. Yang, M. Platt, and H. Platt. Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction. 1999 m.
- [JHL97] H. Jo, I. Han, H. Lee. Bankruptcy prediction using case-based reasoning, neural networks, and discriminant analysis. 1997 m.
- [LHK96] K. Lee, I. Han, and Y. Kwon. Hybrid neural network models for bankruptcy predictions. 1996 m.
- [LR02] LR civilinio proceso kodeksas Nr. IX-743 (Valstybės žinios, 2002, Nr. 36-1340).

- [Mes97] L. J. Mester. Measuring Efficiency at U.S. banks: Accounting for Heterogeneity is Important. 1997 m. pp. 230-242.
- [MG00] T. E. McKee, M. Greenstein. Predicting bankruptcy using recursive partitioning and a realistically proportioned data set. vol.19, pp. 219–230, 2000 m.
- [MP98] J. Mackevičius, D. Poškaitė. Finansinė analizė. Leidykla „Katalikų pasaulis“ Vilnius, 1998 m.
- [Pir99] S. Piramuthu. Feature selection for financial credit-risk evaluation decisions, *Inform. J. Computing*, vol. 11, pp. 258–266, 1999 m.
- [Spr05] M.A. Sprengers. Bankruptcy Prediction using Classification and Regression Trees. 2005 m.
- [Tan00] R. Tan. Credit Rating Prediction. 2000 m.
- [TEC02] L.C. Thomas, D.B. Edelman, J.N. Crook. Credit scoring and its applications. 2002 m.
- [TL01] E. W. Tyree, J. A. Long. Bankruptcy prediction models: probabilistic neural networks versus discriminant analysis and backpropagation neural networks. 2001 m.
- [Val03] 2003 m. gruodžio 1 d. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nutarimas Nr. O3-99 „Dėl įmonės technologinio, finansinio ir vadybinio pajėgumo įvertinimo tvarkos patvirtinimo“ (Valstybės žinios, 2003, Nr. 116-5316) (su vėlesniais pakeitimais ir papildymais).
- [Val06] Įmonių bankroto valdymo departamento prie Ūkio ministerijos duomenys: Įmonių bankroto ir restruktūrizavimo procesų 2004 ir 2005 m. apžvalga; Įmonių bankroto ir restruktūrizavimo procesų apžvalga 2006 m. sausio – kovo ir 2006 m. sausio – birželio mėn. (http://www.bankrotodep.lt/Doc2005_00.doc ir http://www.bankrotodep.lt/Doc2006_01.doc).
- [VDS06] V. Višinskis, A. Driukas, R. Svetikaitė, R. Ruškytė, A. Sakalas. Nemokumo samprata ir jo teisinio reglamentavimo analizė. 2006 m. http://www.ukmin.lt/lt/pramone_ir_verslas/smulkusis_ir_vidutinis/doc/Nemokumo%20studija.doc
- [WW02] S. Westgaard, N. Wijst. Capital Structure and the Prediction of Bankruptcy. 2002 m.
- [Zha04] G. Peter Zhang. Neural Networks in Business Forecasting. 2004 m.

Neuroninių tinklų apmokymo paklaidų suvestinė

Nr.	Neuroninio tinklo profilis	Mokymo paklaida	Selekcijos paklaida	Testavimo paklaida	Neuroninio tinklo konfigūracija	Mazgai papildomuose sluoksniuose
1	RBF 10:10-36-1:1	0,425894	0,476273	0,44052	KM,KN,PI	36
2	RBF 10:10-17-1:1	0,463540	0,488872	0,47096	KM,KN,PI	17
3	PNN 10:10-322-2-2:1	0,491691	0,490637	0,48892		322
4	RBF 10:10-13-1:1	0,479968	0,485773	0,50161	KM,KN,PI	13
5	Linear 6:6-1:1	0,495382	0,499849	0,50301	PI	0
6	PNN 10:10-322-2-2:1	0,512699	0,496188	0,50411		322
7	Linear 6:6-1:1	0,497092	0,497719	0,50565	PI	0
8	MLP 9:9-10-6-1:1	0,683047	0,677746	0,68555	BP100, CG20,CG8b	10 ir 6
9	MLP 4:4-4-1:1	0,691699	0,739794	0,69115	BP100, CG20,CG0b	4
10	MLP 2:2-9-8-1:1	0,750634	0,687673	0,69174	BP100, CG20,CG0b	9 ir 8
11	MLP 2:2-5-7-1:1	0,691658	0,690436	0,69219	BP100, CG20,CG0b	5 ir 7
12	MLP 2:2-6-3-1:1	0,712739	0,689808	0,69269	BP100, CG20,CG1b	6 ir 3
13	MLP 10:10-10-1:1	0,690017	0,693945	0,69845	BP100, CG20,CG0b	10
14	MLP 8:8-6-1:1	0,688330	0,720743	0,69875	BP100, CG20,CG0b	6
15	MLP 9:9-10-6-1:1	0,679538	0,684058	0,73131	BP100, CG20,CG0b	10 ir 6
16	MLP 6:6-5-1:1	0,682995	0,678611	0,81667	BP100, CG20,CG1b	5
17	MLP 10:10-9-1:1	0,679004	0,681831	1,35692	BP100, CG20,CG1b	9
18	Linear 9:9-1:1	0,492970	0,628039	1,58253	PI	0
19	Linear 10:10-1:1	0,491328	2,395975	4,73276	PI	0
20	MLP 5:5-10-7-1:1	0,69307	0,693794	18,21663	BP100,CG20,CG0b	10 ir 7

Pastaba. Modelio kūrimui naudota programinė įranga - Statistica v7 su neuroninių tinklų paketu. Naudota paklaidos funkcija – skirtumų tarp teisingos ir gautos reikšmės kvadratų suma (Sum-squared func.).