



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**FUNDAMENTALIŲJŲ MOKSLŲ FAKULTETAS**  
**TAIKOMOSIOS MATEMATIKOS KATEDRA**

**Edvinas Subačius**

**Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių  
bankroto prognozavimo modeliai ir  
jų palyginimas**

Magistro darbas

**Vadovas**  
**doc. dr. V. Janilionis**

**KAUNAS, 2013**



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**FUNDAMENTALIŲJŲ MOKSLŲ FAKULTETAS**  
**TAIKOMOSIOS MATEMATIKOS KATEDRA**

**TVIRTINU**  
**Katedros vedėjas**  
**doc. dr. N. Listopadskis**

**2013 06 02**

**Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių**  
**bankroto prognozavimo modeliai ir**  
**jų palyginimas**

Matematikos magistro baigiamasis darbas

**Vadovas**  
**doc. dr. V. Janilionis**  
**2013 06 01**

**Recenzentas**  
**dr. P. Aniūnas**  
**2013 06 01**

**Atliko**  
**FMM 7/3 gr. stud.**  
**Edvinas Subačius**  
**2013 05 30**

**KAUNAS, 2013**

## **KVALIFIKACINĖ KOMISIJA**

**Pirmininkas:** Rimantas Rudzkis, profesorius (VU)

**Sekretorius:** Eimutis Valakevičius, docentas (KTU)

**Nariai:** Jonas Valantinas, profesorius (KTU)

Vytautas Janilionis, docentas (KTU)

Vidmantas Povilas Pekarskas, profesorius (KTU)

Zenonas Navickas, profesorius (KTU)

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

**Subačius E. Bankruptcy prediction models for small and medium enterprises in Lithuania: Master's work in applied mathematics / supervisor dr. assoc. prof. N. Listopadskis; Department of Applied mathematics, Faculty of Fundamental Sciences, Kaunas University of Technology. – Kaunas, 2013. – 54 p.**

### **Bankruptcy prediction models for small and medium enterprises in Lithuania**

History of corporate bankruptcy prediction modeling lasts for more than 50 years but there is no common agreement which methodology is the most suitable. Analysis of previous studies and literature shown that the most frequently used techniques for corporate bankruptcy prediction mathematical modeling are discriminant analysis, logistic regression analysis and survival analysis. This study aims to analyze accuracy of known models as well as realization and applicability of discriminant analysis, logistic regression analysis and survival analysis for predicting bankruptcy of Lithuanian small and medium enterprises. SAS macro was created to perform analysis of real data. Discriminant analysis was used to create model for classification Lithuanian small and medium enterprises into high and low bankruptcy risk classes. Logistic regression analysis was used to create model for evaluation of bankruptcy probability. Survival analysis was used to create model for evaluate bankruptcy risk over continuous time. Created models are suitable for practical application in order to make legitimate decisions.

## Turinys

Lentelių sąrašas.....	6
Paveikslų sąrašas .....	8
Įvadas.....	9
1. Bendroji dalis .....	10
1.1. Įmonių bankrotas ir bankroto statistika .....	10
1.2. Įmonių bankroto prognozavimo poreikis ir taikymas.....	13
1.3. Santykiniai finansiniai rodikliai.....	15
1.4. Bankroto prognozavimo modelių apžvalga .....	18
1.4.1. Diskriminantinės analizės modeliai .....	18
1.4.2. Logistinės regresijos modeliai.....	22
1.4.3. Kiti modeliai.....	27
2. Tiriamoji dalis .....	31
2.1. Tyrimo eiga.....	31
2.2. Duomenys .....	32
2.3. Žinomų modelių tinkamumo tyrimas .....	36
2.4. SAS <i>macro</i> komandų rinkinys .....	36
2.5. Diskriminantinė analizė .....	38
2.6. Logistinė regresinė analizė .....	43
2.7. Išgyvenamumo analizė .....	48
Išvados .....	51
Literatūra .....	52
1 priedas. Santykinų finansinių rodiklių reikšmingumas diskriminantinio modelio prognozėms .....	55
2 priedas. Nepriklausomų kintamųjų vidurkiai klasifikavimo grupėse.....	57
3 priedas. SAS <i>macro</i> komandų rinkinys.....	58
4 priedas. Balanso ir pelno (nuostolio) ataskaitų pavyzdys.....	62

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė Pelningumo rodikliai.....	15
1.1 lentelės tęsinys Pelningumo rodikliai .....	16
1.2 lentelė Apyvartumo rodikliai.....	16
1.3 lentelė Finansinio stabilumo rodikliai .....	17
1.4 lentelė Kiti rodikliai.....	17
1.5 lentelė Diskriminantinės analizės modeliai .....	20
1.6 lentelė Altman - Z modelio prognozės įvertinimas .....	21
1.7 lentelė Logistinės regresinės analizės modeliai.....	26
1.8 lentelė Kiti modeliai .....	28
2.1 lentelė Pradinės duomenų matricos struktūra.....	33
2.2 lentelė Tyrime naudojamų kintamųjų žymėjimas .....	35
2.3 lentelė Žinomų modelių prognozių tikslumas .....	36
2.4 lentelė Pelningumo rodiklių reikšmingumas tiesinio modelio prognozių tikslumui.....	38
2.5 lentelė Nepriklausomų kintamųjų multikolinarumo vertinimas .....	40
2.6 lentelė Diskriminantinio modelio parametrų įverčiai .....	41
2.6 lentelės tęsinys Diskriminantinio modelio parametrų įverčiai .....	42
2.7 lentelė Logistinių modelių parametrų taškiniai įverčiai .....	44
2.8 lentelė Logistinių modelių konkordacijos koeficientai .....	44
2.9 lentelė Logistinių modelių Somer's D koeficientai .....	45
2.10 lentelė Logistinių modelių tinkamumo tikrinimas naudojant Hosmer-Lemeshow kriterijų .....	45
2.11 lentelė Logistinių modelių AIC ir BIC kriterijų reikšmės .....	45
2.12 lentelė Logistinių modelių pseudo determinacijos koeficientai .....	46
2.13 lentelė Logistinių modelių ploto po ROC kreive palyginimas .....	46
2.14 lentelė Logistinių modelių prognozių tikslumas .....	47

2.15 lentelė Išgyvenamumo modelio parametrų įverčiai.....	48
2.16 lentelė Bazinės rizikos funkcijos reikšmės.....	48
2.16 lentelės tęsinys Bazinės rizikos funkcijos reikšmės .....	49
2.17 lentelė <i>Schoenfeld</i> liekanų koreliacija su išgyventu laiku .....	49
2.18 lentelė Išgyvenamumo modelio kintamųjų koreliacija su išgyventu laiku.....	49

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Įmonių dalis Lietuvos rinkoje pagal dydį .....	11
1.2 pav. Darbuotojų pasiskirstymas Lietuvos rinkoje pagal įmonių dydį .....	11
1.3 pav. Bankrutuojančių įmonių skaičius Lietuvoje 2005-2011 metais .....	12
1.4 pav. Bankrutuojančių įmonių turtas ir kreditorių reikalavimai Lietuvoje 2005-2007 metais (mln. litų) .....	13
2.1 pav. Tyrimo schema .....	31
2.2 pav. Macro komandos parametrai .....	37
2.3 pav. Kartotinės atrankos algoritmas .....	41
2.4 pav. Diskriminantinio modelio lyginamosios reikšmės radimas .....	42
2.5 pav. Logistinės regresijos modelio ROC kreivė .....	47
2.6 pav. Išgyvenamumo funkcijos pavyzdys .....	50



## ĮVADAS

Įmonių bankrotas, tai nemokios įmonės būseną, kai įmonei teisme yra iškelta bankroto byla arba kreditoriai įmonėje vykdo bankroto procedūras ne teismo tvarka. Tai didžiulių problemų tiek šalių ekonominei tiek socialinei raidai turintis reiškinys. Statistika rodo, kad bankrutuojančių įmonių skaičius didėja, taip pat ženkliai didėja ir kreditorių reikalavimai šioms įmonėms.

Įmonių bankroto prognozavimas - dažnas statistinės analizės uždavinys sutinkamas ekonomikoje. Bankroto rizikos vertinimo modeliai kuriami nuo XIX amžiaus pradžios, tačiau vieningos nuomonės dėl tinkamiausios metodikos įmonių bankroto prognozavimo modelių kūrimui nėra. Įmonių bankroto prognozavimo modeliai kuriami analizuojant įmonių santykinis finansinius rodiklius bei kokybinius kintamuosius, leidžiančius įvertinti įmonės finansinį stabilumą, veiklos užtikrintumą ir nustatyti bankroto riziką. Lietuvoje beveik nėra tyrimų, kokie modeliai yra tinkamiausi mūsų šalies ekonomikos sąlygoms, praktikoje naudojami ganėtinai seni ir užsienyje sukurti modeliai.

Pagrindinė darbo užduotis - išanalizuoti modelių tinkamumą ir galimybes bei naudojant Lietuvos ekonominę situaciją atitinkančius duomenis sukurti praktiškai pritaikomus smulkių ir vidutinių įmonių bankroto prognozavimo modelius.

Panaudojus diskriminantinės, logistinės regresinės bei išgyvenamumo analizės metodus, kurie dažniausiai naudojami šioje srityje, sudaryti dviejų tipų modeliai - diskriminantinis ir logistinės regresijos modelis prognozuojantis įmonės bankrotą vienerių metų laikotarpyje bei *Cox* regresinis išgyvenamumo modelis įvertinantis įmonės bankroto riziką ilgesniame laikotarpyje.

Sudaryti modeliai realizuoti programiškai, panaudojus statistinės analizės sistemos SAS programavimo kalbą. Sukurtas SAS *macro* komandų rinkinys panaudotas Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių duomenis 2000-2007 metais atitinkančios imties analizei. Gauti trijų tipų Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių bankroto rizikos vertinimo modeliai, tinkantys naudoti praktikoje priimant pagrįstus sprendimus.

# 1. BENDROJI DALIS

## 1.1. ĮMONIŲ BANKROTAS IR BANKROTO STATISTIKA

Tiek Lietuvoje, tiek visame pasaulyje stebima ekonominė situacija rodo, kad įmonių finansinis stabilumas nėra pakankamai efektyviai vertinamas ir tai sukelia didžiulių problemų tiek šalių ekonominei tiek socialinei raidai [15, 16]. Tendencijos rodo, kad dėl didėjančios konkurencijos bankroto rizika didėja [4]. Taip pat ir didėja bankrutuojančių įmonių skaičius [4, 5, 20]. Ši tema aktyviai nagrinėjama daugelyje pasaulio šalių, ieškoma sprendimų, kaip būtų galima numatyti bankrotą ir užkirsti jam kelią.

Laiku nepastebėtos įmonės finansinės problemos ir reikiamų veiksmų nesiėmimas dažnai tampa pagrindine prielaida įmonės bankrotui. Žodis „bankrotas“ (it. banca rotta) yra kilęs iš viduramžių Italijos miestuose gyvavusio papročio laužyti prasiskolinusio ir pabėgusio bankininko ar pirklio suolus [4]. Apibendrinant daugumos valstybių teisinius aktus reglamentuojančius bankroto procedūrą, ši terminą galima apibūdinti kaip kreditorių ir jų skolininkų naudai bei teisių gynimui skirta teisė, kai skolininkai neišgali arba tyčia nevykdo savo įsipareigojimų kreditoriams. Šiame darbe bus nagrinėjama mažų ir vidutinių įmonių bankroto prognozavimo svarba bei metodai, galintys pagerinti susidariusią padėtį.

Mokslininkai linkę skirtingai vertinti bankroto pasekmes, vieni iš jų teigia, kad bankrotas tai neišvengiama ekonomikos raidos dalis, skatinanti pažangą, įmonių veiklos efektyvumo didėjimą, natūralią atranką ir prielaidą leidžiančią išlinkti tik stipriausiems. Tačiau daug dažniau tiek literatūroje, tiek praktikoje sutinkama nuomonė, kad bankroto neigiama įtaka yra daug didesnė ir žalingesnė nei teigiami aspektai ir tai sukuria didžiulių ekonominių, kultūrinių ir socialinių problemų.

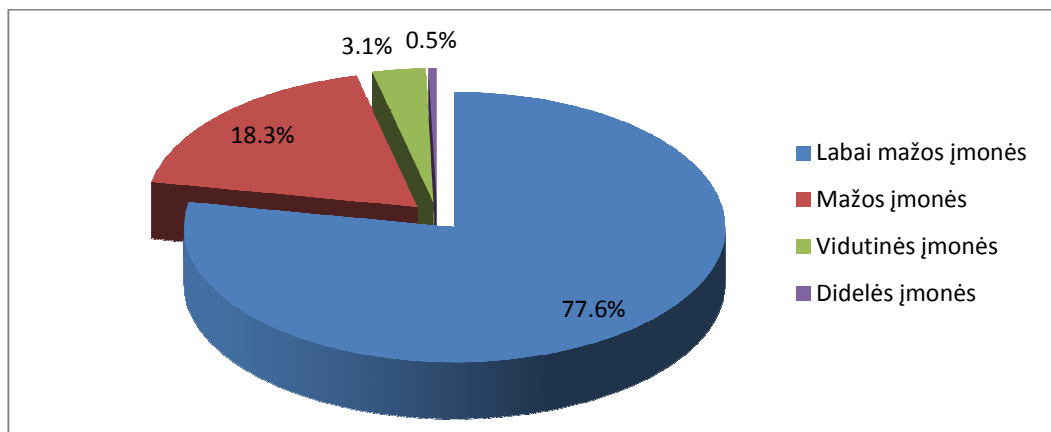
Lietuvos Respublikos bankroto įstatyme (nr. IX-216) bankrotas apibrėžiamas kaip nemokios įmonės būseną, kai įmonei teisme yra iškelta bankroto byla arba kreditoriai įmonėje vykdo bankroto procedūras ne teismo tvarka [2 straipsnis 1 punktas] [17].

Smulkios ir vidutinės įmonės Lietuvoje bei daugelyje kitų pasaulio šalių yra labiausiai paplitusi verslo forma. Lietuvoje, tokios įmonės skirstomos į:

- labai mažos – darbuotojų skaičius mažesnis nei 10, metinės pajamos mažesnės nei 7 mln. litų arba įmonės valdomo turto balansinė vertė mažesnė nei 5 mln. litų;

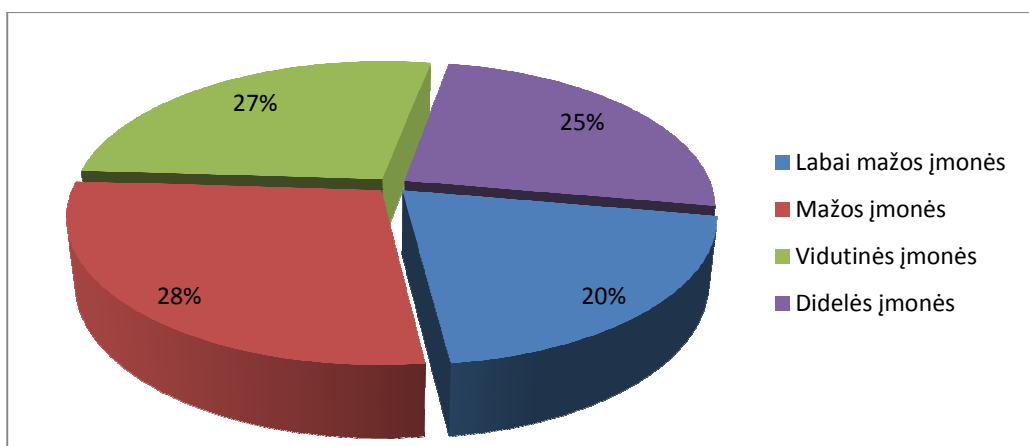
- mažos - darbuotojų skaičius mažesnis nei 50, metinės pajamos mažesnės nei 24 mln. litų arba įmonės valdomo turto balansinė vertė mažesnė nei 17 mln. litų;
- vidutinės - darbuotojų skaičius mažesnis nei 250, metinės pajamos mažesnės nei 138 mln. litų arba įmonės valdomo turto balansinė vertė mažesnė nei 93 mln. Litų. [38]

Pagal Lietuvos statistikos departamento paskelbtus duomenis, 2013 metų pradžioje Lietuvoje veikė 65 779 įmonės, kurių pasiskirstymas pagal dydį pavaizduotas 1.1 paveiksle [39].



0.1 pav. Įmonių dalis Lietuvos rinkoje pagal dydį

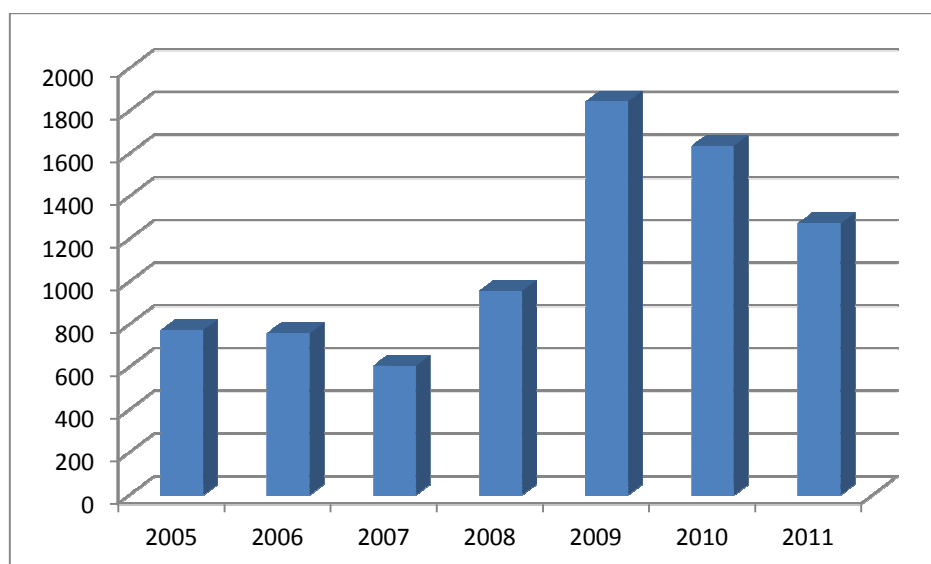
Šiose įmonėse tuo pačiu ataskaitiniu laikotarpiu dirbo 847 365 darbuotojai [39]. Jų pasiskirstymas pagal darbovietės dydį pavaizduotas 1.2 paveiksle.



0.2 pav. Darbuotojų pasiskirstymas Lietuvos rinkoje pagal įmonių dydį

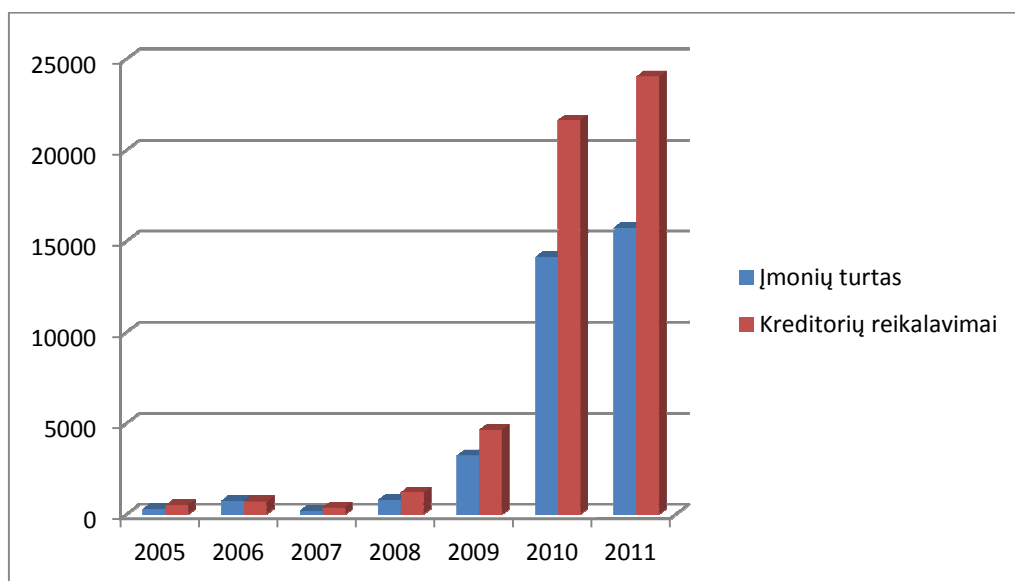
Kaip matome, net 99,5% Lietuvoje veikiančių įmonių turi mažos arba vidutinės įmonės statusą ir tai yra absoliuti dauguma. Atsižvelgiant į darbuotojų pasiskirstymą pagal įmonių dydį, net 75% Lietuvoje dirbančių žmonių dirba mažos arba vidutinės įmonės statusą turinčioje įmonėje. Išanalizavus šia statistiką, galima daryti išvadą, kad Lietuvos ekonomikai mažos ir vidutinės įmonės turi didžiausią įtaką todėl joms reikia skirti daugiausia dėmesio. Be to didelės įmonės savaime yra stipriau reguliuojamos ir prižiūrimos – jų veikla susijusi su bankais, kurie nuolat peržiūri įmonės būklę ir perspektyvas, finansavimu, didelėse įmonėse veikla būna labiau diversifikuota, jos gali sau leisti turėti etatinius darbuotojus, kurie atsakingi už finansinės būklės priežiūrą ir jos stabilumo užtikrinimą.

Nepaisant valstybinių institucijų reguliavimo, bankrutuojančių įmonių skaičius turi didėjimo tendenciją. Tai rodo Lietuvos statistikos departamento duomenys, pateikti 1.3 paveiksle [29].



**1.3 pav. Bankrutuojančių įmonių skaičius Lietuvoje 2005-2011 metais**

Itin ženkliai bankrutuojančių įmonių skaičius išaugo ekonominiu sunkmečiu 2008-2009 metais, kas lėmė itin išaugusį nedarbą, valstybės skolą bei dar keletą metų pasibaigus pasaulinei finansinei krizei jaučiamą socialinę krizę. Ne paslaptis, kad įmonės skelbė bankrotą ne tik dėl to, kad ekonominės krizės laikotarpių nebesugebėjo vykdyti veiklos ir atsiskaitymu su kreditoriais, bet ir dėl to, kad siekė pasipelnyti, atsikratyti skolų pasinaudodamos įstatymų spragomis. 1.4 paveiksle pavaizduota bankrutuojančių įmonių turto ir kreditorių reikalavimų bankrutuojančioms įmonėms statistika Lietuvoje.



1.4 pav. Bankrutuojančių įmonių turtas ir kreditorių reikalavimai Lietuvoje 2005-2007 metais (mln. litų)

## 1.2. ĮMONIŲ BANKROTO PROGNOZAVIMO POREIKIS IR TAIKYMAS

Įmonių bankroto priežastys ir pasekmės jau daugybę metų nagrinėjamos daugelio mokslininkų [3, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 28]. Literatūroje dažniausiai išskiriamos šios įmonių bankroto pagrindinės priežastys:

- Finansavimo problemos – nepakankamas verslo finansavimas, nepakanka lėšų skolos aptarnavimui ir pan.;
- Išorinės verslo sąlygos – padidėjusi konkurencija ir pan.;
- Vidinės verslo sąlygos – įmonės valdymo klaidos, klientų praradimas ir pan.;
- Mokesčiai – valstybės mokesčių našta ir nesugebėjimas priėti kompromiso su mokesčius surenkančiomis institucijomis;
- Nenumatomos nelaimės – vadovo mirtis, ligos ir pan.;
- Kita [4, 5, 16, 21].

Priežastys privedančios įmonę prie bankroto ribos yra skirtingos ir nesulyginamos, todėl labai sunku adekvačiai įvertinti bankroto tikimybę [4]. Praktikoje dažniausiai taikomos metodikos yra tiek

paremtos tiek matematiniais modeliais tiek subjektyviu įmonės veiklos ir valdymo vertinimu bei mokėjimų kreditoriams istorija.

Lietuvos respublikos bankroto įstatymo 3-čiajame straipsnyje nurodoma, kad įmonės kreditoriai, kurie turi teisę teikti teismui prašymą dėl savo išpareigojimų nevykdančios įmonės bankroto bylos iškėlimo gali būti:

- valstybės institucijos, įpareigosios surinkti iš įmonių mokesčius, valstybinio socialinio draudimo įmokas bei privalomojo sveikatos draudimo įmokas;
- įmonės darbuotojai (jų įpėdiniai), darbo užmokesčio nemokėjimo ir dėl darbo santykių atsiradusios žalos neatlyginimo atveju;
- Vyriausybės įgaliota institucija - žalos atlyginimo prievolės dėl nelaimingų atsitikimų darbe ar susirgimų profesine liga perėjimo valstybei žalos atlyginimo dėl nelaimingų atsitikimų darbe ar susirgimų profesine liga laikinojo įstatymo nustatytais atvejais;
- Finansų ministerija - paskolų, suteiktų iš valstybės vardu pasiskolintų lėšų, ir paskolų, gautų su valstybės garantija, negrąžinimo atveju;
- fiziniai ir juridiniai asmenys, pardavę įmonei žemės ūkio produkciją;
- valstybės institucijos, administruojančios Europos Sąjungos lėšas, iš Europos Sąjungos lėšų suteiktos paramos negrąžinimo atveju;
- kiti kreditoriai (finansų institucijos ir kt.) [17].

Kaip matome, įmonės bankroto bylos iškėlimo priežastimi gali būti daugelis skirtingų faktorių, pradedant paskolų negrąžinimu ir baigiant darbo užmokesčio darbuotojams nemokėjimu. Tuo pačiu ir skaudžios bankroto pasekmės atsiliepia ne vien tik įmonės savininkams bei vadovams, o ir valstybės biudžetui, įmonės darbuotojams, kitoms įmonėms ir pan. todėl galima teigti, kad bankrutuojant įmonei, atsiranda visa nukentėjusiųjų asmenų grandinė [7].

Šiais laikais vis svarbesnį vaidmenį įmonių gyvenime vaidina išorinis finansavimas t.y. bankų paskolomis finansuojamas turto įsigijimas, prekės skirtos perparduoti, gautos iš tiekėjų su apmokėjimo atidėjimu (kuris gali svyruoti nuo kelių dienų iki kelių mėnesių), ir pan. Dėl šių priežasčių stebimas ženklus tiek bankrutuojančių įmonių turto tiek kreditorių reikalavimų sumos augimas. Susiduriant su tokiomis tendencijomis, iškyla poreikis užbėgti bankrotui už akių ir sudaryti sąlygas įmonei išspręsti savo problemas ne tokiu drastišku būdu arba bent jau kreditoriams įvertinti tolimesnio finansavimo arba skolų susigrąžinimo anksčiau laiko galimybes.

### 1.3. SANTYKINIAI FINANSINIAI RODIKLIAI

Santykiniai finansiniai rodikliai įmonės finansinių ataskaitų straipsnių tarpusavio ryšius. Šie rodikliai išreiškiami procentais arba koeficientais. Jie apibūdina įmonės veikloje vykstančius procesus, leidžia nustatyti finansinės būklės pokyčius tarp veiklos ataskaitinių laiko momentų. Juos pasitelkus, galima nustatyti stebimo objekto stipriąsias ir silpnąsias vietas bei galimybes ir riziką.

Santykiniai finansiniai rodikliai apskaičiuojami naudojant įmonės finansinių ataskaitų - balanso ir pelno (nuostolio) duomenis. Įmonių finansinių ataskaitų pavyzdys, publikuojamas Lietuvos registru centre, pateiktas priede nr. 4.

Užsienio bei Lietuvos literatūroje, pateikiama skirtingi santykinų finansinių rodiklių pavadinimai, grupavimas bei apskaičiavimo formulės. Apibendrinant, santykiniai finansiniai rodikliai skirstomi į 5 pagrindines grupes pagal teikiamos informacijos pobūdį. Lentelėse pateikiama klasifikacija, dažniausiai naudojamų ir reikšmingiausių rodiklių pavadinimai ir apskaičiavimo formulės. Penktoji grupė skirta įmonėms, kurių akcijomis prekiaujama biržose, skaičiuojama įmonių rinkos vertė atsižvelgiant į akcijų kainas tuo momentu, todėl šie rodikliai netaikomi smulkioms ir vidutinėms įmonėms ir darbe nebus nagrinėjami.

Pelningumo - skirti įmonės veiklos rezultatams apibūdinti. Jų apskaičiavimas pateiktas 1.1 lentelėje [28].

1.1 lentelė

#### Pelningumo rodikliai

Pavadinimas	Formulė
Bendrojo pelno norma	$\frac{\text{Bendrasis pelnas}}{\text{Pardavimo pajamos}}$
Grynojo pelno norma	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Pardavimo pajamos}}$
Veiklos pelno norma	$\frac{\text{Pardavimo pajamos} - \text{savikaina} - \text{veiklos sąnaudos} + \text{Kita veikla} + \text{finansinė ir investicinė veikla}}{\text{Pardavimo pajamos}}$

## Pelningumo rodikliai

Pavadinimas	Formulė
Ilgalaikio turto pelningumas	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Ilgalaikis turtas}}$
Trumpalaikio turto pelningumas	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Trumpalaikis turtas}}$
Turto pelningumas	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Ilgalaikis turtas} + \text{trumpalaikis turtas}}$
Investicijų pelningumas	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Nuosavas kapitalas} + \text{ilgalaikiai įsipareigojimai}}$
Nuosavo kapitalo pelningumas	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Nuosavas kapitalas}}$
EBITDA marža	$\frac{\text{EBITDA}^*}{\text{Pardavimo pajamos}}$

\* EBITDA - pelno prieš mokesčius, palūkanų sąnaudas, amortizaciją ir nusidėvėjimą santykis su pardavimo pajamomis.

Apyvartumo - parodo kaip efektyviai išnaudojami turimi išteklių: atsargos, kreditai, trumpalaikis ar ilgalaikis turtas ir pan. Jų apskaičiavimas pateiktas 1.2 lentelėje [28].

## Apyvartumo rodikliai

Pavadinimas	Formulė
Atsargų apyvartumas	$\frac{\text{Vidutinės atsargos per laikotarpį}}{\text{Pardavimų savikaina per laikotarpį}}$
Trumpalaikio turto apyvartumas	$\frac{\text{Pardavimo pajamos}}{\text{Trumpalaikis turtas}}$
Ilgalaikio turto apyvartumas	$\frac{\text{Pardavimo pajamos}}{\text{Ilgalaikis turtas}}$
Turto apyvartumas	$\frac{\text{Pardavimo pajamos}}{\text{Trumpalaikis} + \text{ilgalaikis turtas}}$
Įsiskolinimo tiekėjams apyvartumas	$\frac{\text{Pardavimo pajamos}}{\text{Vidutinis įsiskolinimas tiekėjams}}$
Pirkėjų įsiskolinimo apyvartumas	$\frac{\text{Pardavimo pajamos}}{\text{Per vienerius metus gautinos sumos}}$

Finansinio stabilumo - skirti įmonės finansinei būklei apibūdinti, parodo įmonės kreditingumą ir mokumą. Jų apskaičiavimas pateiktas 1.3 lentelėje [28].



## Finansinio stabilumo rodikliai

Pavadinimas	Formulė
Bendrasis likvidumas	$\frac{\text{Trumpalaikis turtas}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai}}$
Einamasis likvidumas	$\frac{\text{Trumpalaikis turtas} - \text{atsargos}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai}}$
Greitas likvidumas	$\frac{\text{Pinigai} + \text{trumpalaikės investicijos} + \text{indėliai}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai}}$
Bendrasis mokumas	$\frac{\text{Nuosavas kapitalas}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai} + \text{ilgalaikiai įsipareigojimai}}$
Trumpalaikis mokumas	$\frac{\text{Trumpalaikis Turtas} - \text{trumpalaikiai įsipareigojimai}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai}}$
Auksinė taisyklė	Ilgalaikis kapitalas > Ilgalaikis turtas

1. Kitų aktualių rodiklių apskaičiavimas pateiktas 1.4 lentelėje [28].

## Kiti rodikliai

Pavadinimas	Formulė
Finansavimo kaštai	$\frac{\text{Finansinės veiklos sąnaudos}}{\text{Savikaina}}$
Pardavimų rentabilumas	$\frac{\text{Bendrasis pelnas}}{\text{Savikaina}}$
Grynasis veiklos rentabilumas	$\frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Savikaina} + \text{visos sąnaudos} + \text{netekimai} + \text{pelno mokestis}}$
Veiklos kaštai	$\frac{\text{Veiklos sąnaudos}}{\text{Savikaina}}$
Kapitalo rodiklis	$\frac{\text{Nuosavas kapitalas}}{\text{Trumpalaikis} + \text{ilgalaikis turtas}}$

Įmonės bankrotą gali lemti tiek vidinės tiek išorinės priežastys, todėl siekiant užtikrinti veiklos stabilumą reikia stebėti įmonę ilgą laiką, subjektyviai įvertinti rinkos ir šalies ekonominę padėtį. Kuriant bankroto prognozavimo modelius, į pagalbą pasitelkiami santykiniai finansiniai rodikliai, kurie objektyviai parodo esamą situaciją ir yra lengvai pritaikomi sudarant matematinius modelius [1, 2, 5, 12, 13, 16].

## 1.4. BANKROTO PROGNOZAVIMO MODELIŲ APŽVALGA

Bankroto prognozavimo istorija prasidėjo dar XX amžiaus pradžioje, kai pirmieji mokslininkai bandė vertinti skirtumus, bankrutavusių ir toliau veikiančių įmonių, atsiradusius stebėtu laikotarpiu, naudodami aprašomąją statistiką, lygindami įmonių finansinius rodiklius [2]. Tai davė svarbius pagrindus tolimesniems tyrimams, kurie įgavo svarbų vaidmenį pasaulinės ekonomikos raidoje. Įmonių bankroto prognozavimui dažniausiai naudojama diskriminantinė analizė bei logistinė regresinė analizė. Naujausioje literatūroje sutinkama ir išgyvenamumo analizės, neuroninių tinklų, sprendimų medžių taikymo įmonių bankroto prognozavimui pavyzdžių [5].

### 1.4.1. DISKRIMINANTINĖS ANALIZĖS MODELIAI

Diskriminantinė analizė - tai visuma metodų ir taisyklių, įgalinančių remiantis pradine objektų klasifikacija, sudaryti taisykles naujų objektų klasifikavimui į grupes. Diskriminantinė analizė dar vadinama klasifikavimu su apmokymu.

Diskriminantinės analizės etapai:

1. Nustatoma, kurie kintamieji tinka tiriamų objektų klasifikavimui į reikiamas grupes.
2. Ieškoma diskriminavimo priežasčių.
3. Sudaromos klasifikavimo funkcijos.
4. Įvertinamas klasifikavimo patikimumas.

Tarkime, kad matuojame kiekvieno objekto  $p$  diskriminavimo kintamųjų  $(X_1, X_2, \dots, X_p)$  ir yra žinoma, kad objektų populiaciją sudaro  $g$  grupių. Imties duomenis sudaro stebėjimai  $(x_{ijk}), i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, g, k = 1 \dots, n_j$ . Čia  $(x_{ijk})$  yra  $i$ -tojo kintamojo  $k$ -asis stebėjimas  $j$ -oje grupėje,  $n_j$  stebėjimų skaičius  $j$ -oje grupėje,  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_g$  - imties didumas.

Norint taikyti diskriminantinę analizę konkretaus praktinio uždavinio sprendimui, duomenų imtis turi tenkinti šias pagrindines prielaidas:

1. Stebėjimai gali priklausyti tik vienai iš grupių.
2. Grupių skaičius yra baigtinis.
3. Diskriminavimo (klasifikavimo) kintamieji negali būti multikolinearūs - nei vienas nepriklausomas kintamasis negali būti tiesinė kitų kintamųjų kombinacija;
4. Nepriklausomi kintamieji turi būti pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį ir matuojami intervalų skalėje.
5. Diskriminavimo kintamųjų kovariacijos matricos grupėse lygios.

Pažymime  $i$ -tojo kintamojo empirinį vidurkį  $j$ -tojoje grupėje  $\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{n_j} x_{ijk}}{n_j}$  ir bendrą  $i$ -tojo kintamojo empirinį vidurkį  $\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^g \sum_{k=1}^{n_j} x_{ijk}}{n}$ .

Tegul  $w_{il} = \sum_{j=1}^g \sum_{k=1}^{n_j} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})(x_{ljk} - \bar{x}_{lj})$  ir  $t_{il} = \sum_{j=1}^g \sum_{k=1}^{n_j} (x_{ijk} - \bar{x}_i)(x_{ljk} - \bar{x}_l)$ .

Matricą  $W = (w_{il})$ ,  $i, l = 1, \dots, p$  vadiname empirine nuokrypių grupių viduje sandaugų matrica. Matricą  $T = (t_{il})$ ,  $i, l = 1, \dots, p$  vadiname empirine pilnaja nuokrypių sandaugų matrica. Matrica  $B = T - W$  vadinama empirine grupių nuokrypių sandaugų matrica.

Tikrinant, ar kintamasis  $X_i$  statistiškai reikšmingas diskriminuojant grupes, tikrinama hipotezė:

$$\begin{cases} H_0 = \mu_{i1} = \mu_{i2} = \dots = \mu_{ig}, \\ H_1 = \mu_{ik} \neq \mu_{il} \text{ bent vienai porai, kai } k \neq l \end{cases} \text{ čia } k, l = 1, \dots, g.$$

Hipotezės tikrinimui naudojama statistika:  $F_i = \frac{(t_{ii} - w_{ii})(n-g)}{w_{ii}}$ . Jei  $F_i > F_{\frac{\alpha}{2}}(g-1, n-g)$ , tai nulinė hipotezė  $H_0$ , kad kintamojo vidurkiai grupėse vienodi, atmetama ir priimama išvada, kad kintamasis diskriminuoja grupes. Čia  $F_{\frac{\alpha}{2}}(g-1, n-g)$  yra Fišerio skirstinio su  $(g-1)$  ir  $(n-g)$  laisvės laipsnių  $\frac{\alpha}{2}$  reikšmingumo lygmens kritinė reikšmė.

Daugiamačiu atveju, kai stebėjimai turi daugiau nei vieną požymį, diskriminavimui į grupes naudojama tiesinė kintamųjų daugara, dar vadinama kanonine funkcija. Kiekvienam  $p$  kintamųjų stebėjimų vektoriui  $(x_{1jk}, x_{2jk}, \dots, x_{pjk})$  kanoninė funkcija  $\beta_1 x_{1jk} + \dots + \beta_p x_{pjk}$  priskiria vieną skaitinę reikšmę. Pagrindinis diskriminantinės analizės uždavinys - parinkti koeficientus  $\beta_i$  taip, kad vidurkiai grupėse kuo labiau skirtųsi. Šio uždavinio sprendimas susiveda į grupių kvadratų sumos ir vidutinės kvadratų sumos santykio  $\frac{\vec{\beta}^T B \vec{\beta}}{\vec{\beta}^T W \vec{\beta}}$  maksimizavimą; čia  $\vec{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ . Įrodyta, kad

kanoninių funkcijų koeficientai yra matricų sandaugos  $W^{-1}B$  tikriniai vektoriai. Tarkime, kad matricos  $W^{-1}B$  tikrinės reikšmės yra  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots$ , pirmosios kanoninės funkcijos koeficientų aibė - tai didžiausią tikrinę reikšmę  $\lambda_1$  atitinkantis tikrinis vektorius, antrosios -  $\lambda_2$  reikšmę atitinkantis tikrinis vektorius ir t.t. Taip gaunamos kanoninės funkcijos:

$$Y_i = \beta_1^i X_1 + \beta_2^i X_2 + \dots + \beta_p^i X_p + C_i, \quad i = 1, \dots, \min(g - 1, p).$$

Laisvas kanoninės funkcijos narys  $C_i$  yra konstanta ir jis parenkamas taip, kad duomenų kanoninės funkcijos reikšmių empirinis vidurkis būtų lygus nuliui [23].

Daugialypė diskriminantinė analizė imta taikyti įmonių bankroto prognozavimui XX amžiaus 7-tajame dešimtmetyje ir buvo pirmoji metodika kuriant bankroto prognozavimo matematinius modelius. 9-tajame dešimtmetyje vietoj jos imta taikyti pažangesnius metodus, tačiau literatūroje ir moksliniuose darbuose ji sutinkama iki šiol.

Dažniausiai literatūroje aprašomas ir nagrinėjamas modelis yra 1968 metais JAV mokslininko Edward Altman sukurtas modelis, kuris vadinamas Altman-Z modeliu [2, 4]. Tai buvo pirmasis modelis sukurtas apibendrinant iki tol egzistavusius tyrimus ir panaudojant kelių kintamųjų diskriminantinę analizę. Altman-Z modelis tapo tikru bankroto prognozavimo srities pradininku, kurio sudarymo metodika vėliau rėmėsi daugelis mokslininkų narinėjusių šią sritį ir kūrusių modelius pritaikytus konkrečiai šaliai ar verslo kryptims [2].

## 1.5 lentelė

### Diskriminantinės analizės modeliai

Autorius	Metai
Altman	1968
R. Taffler ir H. Tisshaw	1977
Springate	1978
Lis	1982
Zavgren	1985

E. Almtan analizavo 66 įmonių finansinių ataskaitų duomenis. Imtį sudarė 66 įmonių (iš kurių 33 bankrutavo ir tiek pat ne bankrutavo) finansinių ataskaitų duomenys surinkti 1946-1965 metais. Siekiant pašalinti specifiškumo faktorių, buvo atrinktos panašaus dydžio ir panašią veiklą vysčiusios

įmonės. Sudarius tyrimui tinkamą imtį, iš įmonių balanso ir pelno (nuostolio) ataskaitų duomenų buvo apskaičiuoti 22 santykiniai finansiniai rodikliai. Rodikliai pasirinkti pagal keletą kriterijų:

- Populiarumas literatūroje
- Potenciali įtaka siekiamam rezultatui
- Nauji rodikliai, sudaryti remiantis analizuojama tema

Išanalizavus imtį buvo atrinkti 5 didžiausią reikšmingumą turintys rodikliai ir sudaryta diskriminantinė lygtis:

$$z = 1,2x_1 + 1,4x_2 + 3,3x_3 + 0,64x_4 + x_5,$$

čia

$$x_1 = \frac{\text{Apyvartinis kapitalas}}{\text{Įmonės turtas}}, \quad x_2 = \frac{\text{Nepaskirstytas pelnas}}{\text{Įmonės turtas}}, \quad x_3 = \frac{\text{Pelnas prieš apmokestinimą}}{\text{Įmonės turtas}},$$

$$x_4 = \frac{\text{Akcinio kapitalo rinkos vertė}}{\text{Įsipareigojimai}}, \quad x_5 = \frac{\text{Pardavimų pajamos}}{\text{Įmonės turtas}}.$$

Modelio Z reikšmės interpretacija pateikta 1.5 lentelėje.

#### 1.6 lentelė

##### Altman - Z modelio prognozės įvertinimas

$Z < 1,1$	$1,1 \leq Z < 2,6$	$2,6 \leq Z$
Bankroto tikimybė labai didelė	Bankroto tikimybė nedidelė bet egzistuoja	Bankroto tikimybė labai maža

E. Altman plėtojo bankroto prognozavimo temą ir po šio modelio sukūrimo. 1983 metais, akcentuodamas tai, kad įmonių finansinių rodikliai yra skirtingi priklausomai nuo įmonių dydžio, veiklos srities ir pan. jis sukūrė du atskirus modelius skirtus prognozuoti įmonių, kurių akcijos kotiruojamos ir kurių akcijos ne kotiruojamos akcijų biržose, bankrotą [22].

1978 metais Kanados mokslininkas G. Springate pagal E. Alman sukurtą metodiką atliko tyrimą ir sukūrė panašų, labai dažnai minimą literatūroje, bankroto prognozavimo modelį. Kuriant modelį buvo analizuoti 19 populiarių finansinių rodiklių gautų iš 40 įmonių finansinių ataskaitų. Galutiniame rezultate, modelyje liko 4 kintamieji:

$$x_1 = \frac{\text{Apyvartinis kapitalas}}{\text{Įmonės turtas}}, \quad x_2 = \frac{\text{Pelnas prieš apmokestinimą}}{\text{Įmonės turtas}},$$

$$x_3 = \frac{\text{Pelnas prieš apmokestinimą}}{\text{Visi įsipareigojimai}}, \quad x_4 = \frac{\text{Pardavimų pajamos}}{\text{Įmonės turtas}}.$$

Modelio išraiška taip pat panaši į Altman-Z modelį:

$$z = 1,3x_1 + 3,07x_2 + 0,66x_3 + 0,4x_4$$

Jei pagal šį modelį įmonei gauta Z reikšmė mažesnė nei 0,862, laikoma kad bankroto tikimybė labai didelė [3].

## 1.4.2. LOGISTINĖS REGRESIJOS MODELIAI

Kategorinio kintamojo, kuris gali įgyti tik dvi reikšmes yra naudojama logistinė regresinė analizė. Tam tikra prasme, logistinės regresinės analizės uždavinys yra klasifikuoti stebėjimus į dvi grupes, tačiau dažniausiai, prognozuojamas kintamasis yra vertinamas kaip tikimybė, kad stebėjimas priklauso vienai ar kitai grupei. Šis metodas naudojamas, kai tiriami duomenys netenkina daugiamatžio normalumo arba homoskedastiškumo prielaidų.

Tarkime, kad turime fiksuotas nepriklausomų kintamųjų reikšmes  $X_1 = x_{1i}, \dots, X_k = x_{ki}$ . Tada tiesinės daugialypės regresijos modelis atrodytų taip:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + e_i$$

čia  $Y_i$  yra atsitiktinis dydis, galintis įgyti reikšmes 1 arba 0 su tikimybėmis

$P(Y_i = 1) = p_i$  ir  $P(Y_i = 0) = 1 - p_i$ , o  $e_i$  yra atsitiktinė paklaida. Logistinės regresijos modelis, vertinantis tikimybės  $\pi_i$  priklausomybę nuo  $x_{1i}, \dots, x_{ki}$  modelis yra:

$$\pi_i = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}}}.$$

Tarkime, duomenų imtį sudaro  $n$  stebėjimų  $(y_i, x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki})$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

čia  $y_i$  yra 0 arba 1, o  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$  - nepriklausomų intervalų skalėje išmatuotų kintamųjų arba pseudokintamųjų reikšmės. Parametrų  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  įverčiai  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$  apskaičiuojami maksimalaus tikėtimumo metodu, taip, kad tikėtimumo funkcija

$$L = \prod_{i:y_i=1} \pi_i \prod_{i:y_i=0} (1 - \pi_i)$$

būtų maksimali. Čia  $\pi_i = \frac{e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1i} + \hat{\beta}_2 x_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ki}}}{1 + e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1i} + \hat{\beta}_2 x_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ki}}}$ .

Pagal šia formulę, tikimybės  $P(Y = 1)$  įvertis, kai nepriklausomų kintamųjų reikšmių vektorius

$$\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_k), \text{ skaičiuojamas pagal formulę}$$

$$\hat{P}(Y = 1 | \vec{x}) = \frac{e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k x_k}}{1 + e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k x_k}}$$

Dažnai naudojamas ir toks žymėjimas:

$$\hat{P}(Y = 1 | \vec{x}) = \frac{1}{1 + e^{-z(\vec{x})}}, \text{ čia } z(\vec{x}) = e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k x_k}.$$

Jeigu  $\hat{P}(Y = 1 | \vec{x}) > 0.5$ , tai prognozuojame, kad Y reikšmė yra 1, priešingu atveju, kad Y reikšmė yra 0 [23].

Modelio sudarymo ir tinkamumo tikrinimo etapai:

1. Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0, \\ H_1 : \text{ bent vienas } \beta_k \neq 0. \end{cases}$  t.y. visi koeficientai  $\beta_k$  yra lygus nuliui ir

kintamųjų  $x_k$  žinojimas nepagerina tikimybės  $p$  prognozavimo tikslumo.

Hipotezės tikrinimui naudojama statistika:  $T_{\chi^2} = -2 \ln L(0) + 2 \ln L(\hat{\beta})$ ,

čia  $L = \prod_{i:y_i=1} \pi_i \prod_{i:y_i=0} (1 - \pi_i)$ ,  $\pi_i = \frac{e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1i} + \hat{\beta}_2 x_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ki}}}{1 + e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1i} + \hat{\beta}_2 x_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ki}}}$ .

Hipotezė  $H_0$  atmetama esant reikšmingumo lygmeniui  $\alpha$ , jei  $T_{\chi^2} > \chi^2_{\alpha}(t)$ .

2. Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \beta_k = 0, \\ H_1 : \beta_k \neq 0. \end{cases}$ . Hipotezės tikrinimui naudojamas *Wold* kriterijus, kurio

statistika:  $W = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE_j}\right)^2$ , čia  $SE_j$  yra parametro  $\beta_k$  standartinio nuokrypio įvertis. Hipotezė  $H_0$  atmetama, kai statistikai apskaičiuota  $p$  reikšmė mažesnė už pasirinktą reikšmingumo lygmenį.

3. Maksimizuojant funkciją  $L = \prod_{i:y_i=1} \pi_i \prod_{i:y_i=0} (1 - \pi_i)$  randami parametru

Randami koeficientų  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  taškiniai įverčiai  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$ .

4. Apskaičiuojamas konkordancijos koeficientas apibūdinantis, kiek procentų prognozuotų reikšmių sutapo su stebėtomis reikšmėmis. Nagrinėjamos stebėjimų poros, kurios vadinamos suderintomis, jei stebėjimas, kurio reikšmė 0, turi mažesnę tikimybę būti prognozuotu, kaip įvykis turintis reikšmę 1. Suderintų porų skaičius žymimas  $n_c$ , nesuderintų -  $n_d$ , bendras porų su skirtingomis priklausomo kintamojo reikšmėmis skaičius žymimas raide  $t$ .

5. Modelio tinkamumui patikrinti apskaičiuojamas *Somer's D* koeficientas  $D = \frac{(n_c - n_d)}{t}$ . Jis įvertina ryšio tarp stebėtų ir prognozuotų reikšmių stiprumą ir kinta intervale [-1;1]. -1 reiškia, kad visos poros yra nesuderintos, 1 - kad visos poros suderintos.

6. Modelio tinkamumas įvertinamas naudojant *Hosmer-Lemeshow* kriterijų.

Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \text{modelio prognozės nesiskiria nuo stebėtų reikšmių} \\ H_1 : \text{modelio prognozės skiriasi nuo stebėtų reikšmių} \end{cases}$ .

Tam naudojama statistika:  $\chi_{HL}^2 = \sum_{i=1}^g \frac{(O_i - N_i \bar{\pi}_i)^2}{N_i \bar{\pi}_i (1 - \bar{\pi}_i)}$ , čia  $N_i$ - stebėjimų skaičius  $i$ -tojoje grupėje,  $O_i$ - stebėjimų su priklausomojo kintamojo reikšmė 1 skaičius  $i$ -tojoje grupėje,  $\bar{\pi}_i$ -  $i$ -tosios grupės stebėjimas prognozuotų reikšmių vidurkis. Gauta statistikos reikšmė lyginama su Chi-kvadrato skirstiniu su  $(g-n)$  laisvės laipsnių (dažniausiai naudojama  $n=2$ ). Didelės statistikos  $\chi_{HL}^2$  arba mažos  $p$  reikšmės reiškia, kad modelis netinkamas.

7. Apskaičiuojami *Akaike* (AIC) ir *Bayes* (BIC) informaciniai kriterijai:

$$AIC = -2 \log L(\hat{\beta}) + 2k,$$

$$BIC = -2 \log L(\hat{\beta}) + (\log N)k,$$



čia  $N$  - imties dydis,  $k$  - parametru, įtrauktų į modelį, skaičius.

AIC ir BIC kriterijai naudojami modelių tinkamumo palyginimui. Geresnis yra modelis, kuriam šių kriterijų reikšmės yra mažesnės.

8. Apskaičiuojamas modelio *Cox-Snell* pseudo determinacijos koeficientas:

$$R_{CS}^2 = 1 - \left( \frac{L(0)}{L(\hat{\beta})} \right)^{\frac{2}{N}}$$

Cox-Snell pseudo determinacijos koeficientas palygina modelį su įtrauktais nepriklausomais kintamaisiais ir modelį, kuriame nėra nepriklausomų kintamųjų. Nėra konkrečios šio koeficiento interpretacijos, tačiau maksimali jo reikšmė yra 1, praktikoje dažnai sutinkamas reikalavimas, kad pseudo determinacijos koeficientas būtų ne mažesnis už 0,2.

9. Braižoma ROC kreivė, kuri parodo modelio jautrumą ir specifiškumą.

Jautrumo funkcija -  $j(z) = \frac{1}{\eta_1} \sum_{i \in C_1} I(\hat{\pi}_i \geq z)$ , specifiškumo funkcija  $s(z) = 1 -$

$\frac{1}{\eta_2} \sum_{i \in C_2} I(\hat{\pi}_i \geq z)$ , čia  $\eta_1$  - stebėjimų, kuriems tiriamas įvykis įvyko (priklausomo

kintamojo reikšmė 1) skaičius,  $\eta_2$  - objektų, kuriems tiriamas įvykis neįvyko skaičius,

$\sum_{i \in C_1} I(\hat{p}_i \geq z)$  - teisingai klasifikuotų stebėjimų, kuriems įvyko tiriamas įvykis, skaičius,

$\sum_{i \in C_2} I(\hat{p}_i \geq z)$  - skaičius klaidingai klasifikuotų stebėjimų, tiriamas įvykis neįvyko,  $C_1$ - grupė

stebėjimų, kuriems tiriamas įvykis įvyko, ,  $C_2$ - grupė stebėjimų, kuriems tiriamas įvykis

neįvyko.

Didžiulis logistinės regresijos privalumas - jai nėra taikomos diskriminantinės analizės ar tiesinės regresijos prielaidos, kad:

- kintamieji  $X_1, X_2, \dots, X_k$  turi būti normalieji;
- paklaidos turi būti pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį;
- nepriklausomi kintamieji negali būti multikolinearūs;
- paklaidų dispersija pastovi.

Logistinė regresinė analizė imta taikyti įmonių bankroto prognozavimui XX amžiaus 9-tajame dešimtmetyje. 1.6 lentelėje pateikiami dažniausiai literatūroje minimi modelių atvoriai [2].

## Logistinės regresinės analizės modeliai

Autorius	Metai
Ohlson	1980
Christine Zavgren	1985
Zmijewski	1988
Grigaravičius	2003

Vienas iš dažniausiai literatūroje minimų logistinės regresijos modelių pradininko Zmijewski modelis, sukurtas 1984 metais [3].

$$\hat{\pi} = \frac{1}{1+e^{-z(x)}}, \text{ čia}$$

$$z(x) = -4,3 - 4,53x_1 + 5,7x_2 + 0,004x_3,$$

$$\text{čia } x_1 = \frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Įmonės turtas}}, \quad x_2 = \frac{\text{Viso įsipareigojimų}}{\text{Įmonės turtas}}, \quad x_3 = \frac{\text{Trumpalaikis turtas}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai}}.$$

Logistinės regresijos metodika buvo pabandyta pritaikyti ir Lietuvoje. 2003 metais S. Grigaravičius pasiūlė tokį bankroto prognozavimo modelį, skirtą Lietuvoje veikiančių įmonių bankroto prognozavimui:

$$\hat{\pi} = \frac{1}{1+e^{-z(x)}}, \text{ čia}$$

$$z(x) = -0,762 + 0,003x_1 - 0,424x_2 + 0,06x_3 + 0,22x_4 - 0,744x_5 - 0,189x_6 + 6,842x_7 - 12,262x_8 - 5,257x_9,$$

čia:

$$x_1 = \frac{\text{Trumpalaikis turtas}}{\text{Trumpalaikiai įsipareigojimai}}, \quad x_2 = \frac{\text{Apyvartinis kapitalas}}{\text{Turtas}}, \quad x_3 = \frac{\text{Turtas}}{\text{Visi įsipareigojimai}},$$

$$x_4 = \frac{\text{Savininkų nuosavybė}}{\text{Visi įsipareigojimai}}, \quad x_5 = \frac{\text{Pelnas prieš mokesčius-palūkanos}}{\text{Palūkanos}}, \quad x_6 = \frac{\text{Pelnas prieš mokesčius-palūkanos}}{\text{Pardavimo pajamos}},$$

$$x_7 = \frac{\text{Grynasis pelnas}}{\text{Turtas}}, \quad x_8 = \frac{\text{Pardavimų pajamos}}{\text{Apyvartinis kapitalas}}, \quad x_9 = \frac{\text{Pardavimų pajamos}}{\text{Turtas}}.$$

### 1.4.3. KITI MODELIAI

Pasaulinė praktika rodo, kad žinomi bankroto prognozavimo modeliai nebepajėgūs efektyviai vertinti įmonių situacijos šiais itin dinamiškos ekonomikos laikais [6]. Tokie modeliai, neįgalina investuotojų ir įmonių kreditorių įvertinti rizikos susijusios su veiklos sritimi, veiklos vietoje, įmonės dydžiu ir panašiai. Pagrindinė to priežastis – klasikiniai modeliai nėra lankstūs. Jie buvo kurti analizuojant duomenų imtis kurios buvo sudarytos remiantis tam tikromis taisyklėmis, todėl jie nėra universalūs ir sunkiai pritaikomi šiuolaikinėje rizikos vertinimo praktikoje [3]. Senų ir ganėtinai nesudėtingų modelių prognozės dabartiniu metu gali būti apgaulingos, nes verslo finansavimo specifika gerokai pasikeitė, tuo pačiu pasikeitė ir finansinių rodiklių reikšmių tendencijos bei jų įtaka prognozei [14, 26]. Atlikti tyrimai rodo, kad klasikiniai modeliai, kurių autoriai deklaravo iki 98 procentų prognozių tikslumą analizuojant modelio sudarymui atrinktas imtis, teisingai klasifikuoja bankrutuosiančias įmones nuo 34 iki 81 procento tikslumu analizuojant duomenis iš kito laikotarpio ar duomenis gautus iš kitoje veiklos sferoje veikiančių įmonių [2]. To priežastis – finansinės ataskaitos ir santykiniai finansiniai rodikliai tapo mažiau informatyviais, labiau priklausomais nuo veiklos srities ir kitų faktorių, į kuriuos neatsižvelgta senesniuose žinomuose modeliuose.

Mokslininkai ėmė tyrinėti faktorius, galinčius padaryti modelius universalesniais ir tikslesniais [8]:

- Veiklos srities įtaka;
- Įmonės dydžio įtaka;
- Vietovės tipo įtaka;
- Patirtis versle;
- Ir kita.

Buvo įrodyta, kad yra ne finansiniais duomenimis paremtų faktorių, kurie statistiškai reikšmingi vertinant įmonių bankroto riziką. Sukurti modeliai, kuriuose yra daugiau tokių kintamųjų, nei iš finansinių ataskaitų apskaičiuotų rodiklių [8].

Dėl minėtų priežasčių, atsirado sudėtingesnių ir lankstesnių įmonių bankroto prognozavimo modelių poreikis. Imta plačiai naudoti naujesnes, galingesnes ir sparčiai populiarėjančias metodikas (1.7 lentelė) [2, 7, 12, 15, 19].

## 1.8 lentelė

### Kiti modeliai

Metodika	Autoriai	Metai
Išgyvenamumo analizė	Chava and Jarrow	2004
	Beaver et al.	2005
Black–Scholes	Crosbie ir Bohn	2002
	Vassalou ir Xing	2004
Sprendimų medžiai	M. F. Santos, P. Cortez, J. Pereira, H. Quintela	2006
Neuroniniai tinlai	Pompe	1997
	Yang ir Plat	1999

Plačiausiai aprašoma šiuolaikinė įmonių bankroto prognozavimo metodika - išgyvenamumo analizė, kuri plačiai naudojama medicininuose tyrimuose siekiant prognozuoti pacientų gyvenimo trukmę [24]. Tarkime, kad  $t$  žymi laiką, kurį objektas jau pragyveno. Tada teigiamu skaičiumi  $T$  pažymime laiką, likusį iki objekto gyvenimo pabaigos. Tarkime, kad laikas, likęs iki gyvenimo pabaigos,  $T$  yra susijęs su jau nugyventu laiku  $t$ . Laiko, likusio iki objekto gyvenimo, pabaigos skirstinio funkcija tuomet bus  $F(t) = P(T < t) = \int_0^t f(u)du$ , kur  $f$  yra laiko likusio iki gyvenimo pabaigos skirstinio tankio funkcija.

Išgyvenamumo funkcija, kuri apibrėžia tikimybę, kad objekto išgyvens  $t$  laiko vienetų arba ilgiau, žymima  $S(t) = P(T \geq t) = 1 - F(t)$ .

Rizikos funkcija  $h(t)$  apibūdina objekto mirties rizikos evoliuciją atsižvelgiant į jau išgyventą laiką. Tarkime, kad atsitiktinis dydis, apibūdinantis riziką, yra susijęs su  $T$  ir yra tarp  $t$  ir  $t + \delta t$ , kur  $\delta t$  žymi laiko pokytį:  $P(t \leq T < t + \delta t | T \geq t)$ .

Rizikos funkcija  $h(t)$  išreiškiama, kaip šios tikimybės ir laiko pokyčio santykio riba:

$$h(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \left( \frac{P(t \leq T < t + \delta t | T \geq t)}{\delta t} \right).$$

Pagal Bajeso teoremą, sąlyginė tikimybė, kad įvyks įvykis A, kai įvyko atsitiktinis įvykis B yra

$$P(A | B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}.$$

Tada tikimybė, kad objektas, kuris išgyveno  $t$  laiko periodą, mirs per sekantį laiko periodą  $t + \delta t$  bus:

$$\frac{P(t \leq T < t + \delta t)}{P(T \geq t)} = \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{S(t)}, \text{ čia } F(t) \text{ yra } T \text{ skirstinio funkcija.}$$

$$\text{Tada } h(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \left( \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{\delta t} \right) \frac{1}{S(t)} = \frac{f(t)}{S(t)}.$$

Išgyvenamumo funkcijos išraiška  $S(t) = e^{-H(t)}$ , kur  $H(t) = \int_0^t h(u) du$ .

Vienas iš dažniausiai bankroto prognozavimo tyrimuose naudojamų išgyvenamumo analizės modelių yra Cox regresijos modelis, kuris priskiriamas proporcingos rizikos modelių grupei.

Tarkime, kad įmonės bankrotas interpretuojamas, kaip objekto mirtis. Rizikos dydis priklauso nuo  $k$  aiškinamųjų kintamųjų vektoriaus  $x_i = (x_1, x_2, \dots, x_k)'$ , kur  $i$  - stebėjimų skaičius,  $k$  - nepriklausomų aiškinamųjų kintamųjų skaičius.

Bazinė rizikos funkcija  $h_o(t)$  apibūdina riziką objekto, kurio visi nepriklausomi aiškinamieji kintamieji  $x_1, x_2, \dots, x_k$  yra lygūs nuliui.

Tada  $i$  stebėjimų skaičiui galima sudaryti rizikos funkciją:  $h_i(t) = \psi(x_i) h_o(t)$ , kur  $\psi(x_i)$  yra funkcija, nuo  $i$ -tojo stebėjimo nepriklausomų kintamųjų  $x_1, x_2, \dots, x_k$ .

Kadangi rizika negali būti neigiama, šios funkcijos išraiška yra:  $\psi(x_i) = e^{\eta_i}$ , čia  $\eta_i = \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}$ ,

kur  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  yra koeficientai, suteikiantys nepriklausomiems koeficientams  $x_1, x_2, \dots, x_k$  svorį.

Tada galutinė modelio išraišką galima užrašyti taip:  $h_i(t) = h_o(t) e^{(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik})}$  [25].

Modelio sudarymo ir adekvatumo tikrinimo etapai:

1. Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_t = 0, \\ H_1 : bent\ vienas\ \beta_k \neq 0. \end{cases}$  t.y. visi koeficientai  $\beta_k$  yra lygus nuliui ir

kintamųjų  $x_k$  žinojimas nepagerina tikimybės  $p$  prognozavimo tikslumo.

2. Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \beta_k = 0, \\ H_1 : \beta_k \neq 0. \end{cases}$ . Hipotezės tikrinimui naudojamas *Wold* kriterijus, kurio

statistika:  $W = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE_j}\right)^2$ , čia  $SE_j$  yra parametro  $\beta_k$  standartinio nuokrypio įvertis. Hipotezė  $H_0$  atmetama, kai statistikai apskaičiuota  $p$  reikšmė mažesnė už pasirinktą reikšmingumo lygmenį.

3. Apskaičiuojamas modelio determinacijos koeficientas, kuris parodo ryšį tarp nepriklausomų kintamųjų ir stebėto įvykio reikšmės. Koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę, panašią kaip ir logistinės regresijos atveju:  $R^2 = 1 - (L(0) - L(\hat{\beta}))^2/N$ .

4. Apskaičiuojamos *Schoenfeld* liekanos bei *Pearson* koreliacijos koeficientas tarp liekanų ir išgyvento laiko. *Schoenfeld* liekanų vektorius apskaičiuojamas pagal formulę  $U_i = X_i(t) - \bar{X}(t)$ ,

čia  $\bar{X}(t) = \frac{\sum_{j=1}^n X_j(t)Y_j(t)e^{\hat{\beta}X_j(t)}}{\sum_{j=1}^n Y_j(t)e^{\hat{\beta}X_j(t)}}$ ,  $Y_j(t) = \begin{cases} 1, & \text{kai } j - \text{tasis stebėjimas yra rizikingas momentu } t \\ 0 & \text{priešingu atveju} \end{cases}$

[22, ].

## 2. TIRIAMOJI DALIS

### 2.1. TYRIMO EIGA

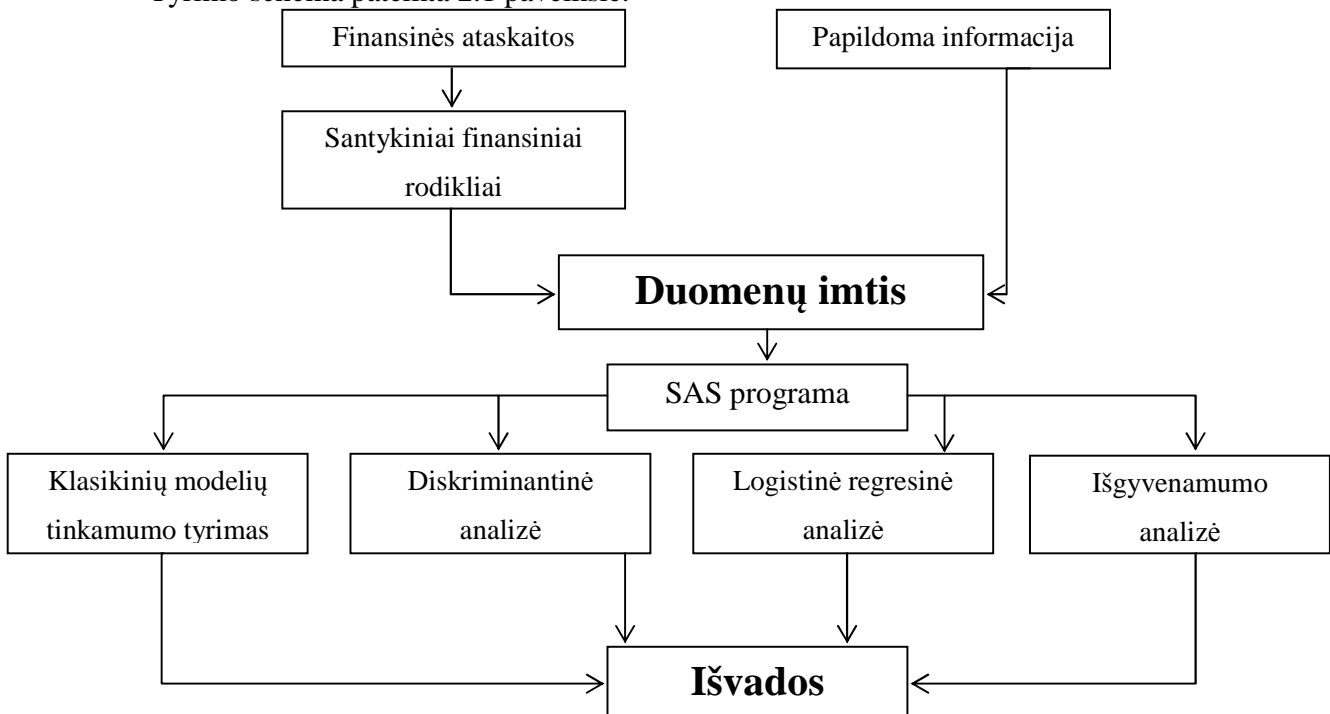
Šio darbo pagrindiniai tikslai yra:

1. Remiantis realią situaciją Lietuvos rinkoje atitinkančiais duomenimis, sukurti bankroto prognozavimo modelius remiantis skirtingomis metodikomis bei išrinkti geriausiai tinkančią metodiką (geriausią modelį).
2. Patikrinti, kaip tiksliai klasikiniai bankroto prognozavimo modeliai klasifikuoja paskutiniame dešimtmetyje veikusią Lietuvos įmones į rizikingas ir patikimas.
3. Palyginti sukurto modelio ir klasikinių modelių prognozių tikslumą.

Tyrimas susideda iš trijų pagrindinių etapų:

1. Modelių sudarymas
2. Modelių tinkamumo tyrimas
3. Modelių palyginimas

Tyrimo schema pateikta 2.1 paveiksle.



2.1 pav. Tyrimo schema

## 2.2. DUOMENYS

Pagrindinį vaidmenį žinomuose įmonių bankroto prognozavimo modeliuose vaidina santykiniai finansiniai rodikliai. Šiuos rodiklius nesunku apskaičiuoti iš duomenų, pateikiamų ketvirtinėse įmonių finansinėse ataskaitose – balanso bei pelno (nuostolio) ataskaitose. Šiame darbe sudarant modelius bus analizuojami ir faktoriai, galintys turėti įtakos įmonės bankroto rizikai, tokie kaip veiklos sritis, vietovės, kurioje įmonė vykdo pagrindinę savo veiklą, tipas bei laikotarpis, kuriuo buvo surinkti duomenys.

Tyrimui bus naudojami realią Lietuvos įmonių situaciją atspindintys duomenys paveikti baltuoju triukšmu siekiant panaikinti konfidencialumą. Duomenys gauti iš įmonių finansinių ataskaitų, atrinktų pagal šias taisykles:

1. Įmonė registruota Lietuvos Respublikoje ir pagrindinę savo veiklą vykdo ar vykdė Lietuvos teritorijoje.
2. Įmonė atitinka smulkios ar vidutinės įmonės apibūdinimą.
3. Įmonė veikė 2000-2007 metais.
4. Daliai įmonių analizuojamu laikotarpiu buvo iškelta bankroto byla.

Sudarant įmonių bankroto prognozavimo modelius, bus tiriami įmonių santykiniai finansiniai rodikliai bei kokybiniai kintamieji, atrinkti pagal šiuos kriterijus:

1. Naudojimas žinomuose įmonių bankroto prognozavimo modeliuose.
2. Įmonių kreditavimo ir finansų analizės ekspertų patirtis.

Duomenų imtį sudaro 220 įmonių finansinių ataskaitų duomenys, surinkti kas ketvirtį minėtuoju laikotarpiu, bei kiti aukščiau aprašyti faktoriai. Imtį sudaro duomenys iš 110 įmonių, kurioms duotu laikotarpiu buvo iškeltos bankroto bylos, o kitos 110 įmonių toliau vykdė veiklą. Iš šių duomenų sudaromos skirtingos imtys. Viena imtis skirta duomenų analizei ir modelių parametrų vertinimui, kita - sudarytų modelių prognozių tikslumo vertinimui:

Diskriminantinės analizės bei logistinės regresinės analizės modelių sudarymui buvo atsitiktinai atrinkti 55 bankrutavusių ir 55 nebankrutavusių įmonių duomenys. Išgyvenamumo analizei imtis sudaroma atsitiktinai atrenkant po 1 įrašą iš kiekvienos įmonės stebėjimų.

Pradinės duomenų matricos struktūra pateikta 2.1 lentelėje.



## Pradinės duomenų matricos struktūra

ID	Laikotarpis				Veiklos sritis				Vietovės tipas			Pelno (nuostolio) ataskaitos duomenys			Balanso ataskaitos duomenys		Bankroto info.				
	ID	Ketvirtis I	Ketvirtis II	Ketvirtis III	Ketvirtis IV	Gamyba	Nekilnojamas turtas	Transportas	Kita	Miestas 1	Miestas 2	Miestas 3	Pardavimų pajamos	...	Grynasis pelnas	Turtas iš viso	...	Kitos mokėtinos sumos ir įsipareigojimai	Bankrutavo	Bankrutavo po metų	Laikotarpių skaičius iki bankroto

Pradinės duomenų matricos struktūros paaiškinimas:

- Identifikatorius (ID) - kintamasis identifikuojantis stebėjimą.
- Laikotarpis (metų ketvirtis) - keturi dvireikšmiai kintamieji galintys įgyti reikšmes 0 arba 1. Kintamojo reikšmė 0 reiškia, kad duomenys ne iš šio laikotarpio, 1 - duomenys atspindi šio metų ketvirčio būklę.
- Veiklos sritis - trys dvireikšmiai kintamieji galintys įgyti reikšmes 0 arba 1. Kintamojo reikšmė 0 reiškia, kad įmonė neužsiima šia veikla, 1 - įmonė užsiima šia veikla.
  - Gamyba - šiai veiklos sričiai priskirtos įmonės, kurių veikla susijusi su žaliavos ar ruošinių gamyba, apdirbimu ir pardavimu.
  - Nekilnojamas turtas - grupei priklauso įmonės gaunančios pagrindines pajamas iš veiklos, susijusios su nekilnojamoju turtu: statyba, remontas, nuoma ir pan.
  - Transportas - įmonės, kurių pagrindinė veikla susijusi su transporto priemonių prekyba, priežiūra arba transportavimo paslaugomis.
  - Kita - šiai grupei priskirtos įmonės, kurių veikla nebuvo apibūdinta ankstesnėse grupėse. Dažniausiai tai specifinių paslaugų pardavimu užsiimančios įmonės.

- Vietovės tipas - trys dvireikšmiai kintamieji galintys įgyti reikšmes 0 arba 1. Kintamojo reikšmė 0 reiškia, kad įmonė veikia ne šiame mieste, 1 - įmonė veikia šiame mieste.
  - Miestas 1 - įmonė pagrindinę veiklą vykdo viename iš trijų didžiausių Lietuvos miestų: Vilniuje, Kaune arba Klaipėdoje.
  - Miestas 2 - įmonė pagrindinę veiklą vykdo viename iš Lietuvos miestų, tačiau ne viename iš 3 didžiausių,
  - Miestas 3 - įmonė veiklą vykdo Lietuvos miestų rajonuose.
- Pelno (nuostolio) ataskaitos duomenys - pelno (nuostolio) ataskaitos straipsnių duomenys išdėstyti stulpeliuose laikantis tokios pat tvarkos kaip ir pačioje ataskaitoje.
- Balanso ataskaitos duomenys - balanso ataskaitos straipsniai išdėstyti stulpeliuose laikantis tokios pat tvarkos kaip ir pačioje ataskaitoje.
- Bankroto info. - trys kintamieji, apibūdinantys įmonės statusą ateityje:
  - Bankrutavo - dvireikšmiai kintamasis galintis įgyti dvi reikšmes 0 arba 1. Nebankrutavusioms reikšmėms priskirta reikšmė 0. Jei įmonė bankrutavo, jai priskirta reikšmė 1.
  - Bankrutavo po metų - dvireikšmis kintamasis galintis įgyti dvi reikšmes 0 arba 1. Nebankrutavusioms reikšmėms priskirta reikšmė 0. Jei įmonė bankrutavo lygiai po metų, jai priskirta reikšmė 1.
  - Laikotarpių skaičius iki bankroto - tolydus kintamasis, žymintis po kiek ketvirčių įmonei bus iškelta bankroto byla. Jei įmonė nebankrutavo, laukelis paliekamas tuščias.

Pagal 1.3. skyriuje pateiktas formules, naudojant pradinę duomenų matricą, apskaičiuojami santykiniai finansiniai rodikliai, kurie bus naudojami sudarant modelį. Tyrime naudojami tik tie rodikliai, kuriuos buvo galima apskaičiuoti iš turimų duomenų. Kai kuriems apyvartumo rodikliams bei skolų ar palūkanų padengimo rodikliams apskaičiuoti duomenų detalumo neužteko, todėl jie į modelį nebus įtraukti. Tyrimui naudoti kintamieji ir jų pažymėjimai pavaizduoti 2.2 lentelėje.

## Tyrime naudojamų kintamųjų žymėjimas

Pelningumo rodikliai		Likvidumo rodikliai	Klasikiniuose modeliuose naudoti rodikliai	Kiti rodikliai
Bendrojo pelno norma – $x_1$	Ilgalaikio turto pelningumas – $x_5$	Bendras likvidumas – $x_{10}$	Altman X1 – $x_{15}$	Finansavimo kaštai – $x_{19}$
Grynojo pelno norma – $x_2$	Trumpalaikio turto pelningumas – $x_6$	Einamas likvidumas – $x_{11}$	Altman X2 – $x_{16}$	Pardavimų rentabil. – $x_{20}$
Veiklos pelno norma – $x_3$	Turto pelningumas – $x_7$	Greitas likvidumas – $x_{12}$	Altman X4 – $x_{17}$	Grynasis veiklos rentabil. – $x_{21}$
EBITDA marža – $x_4$	Investicijų pelningumas – $x_8$	Bendras mokumas – $x_{13}$	Springate X3 – $x_{18}$	Veiklos kaštai – $x_{22}$
Nuosavo kapitalo pelningumas – $x_9$		Trumpalaikis mokumas – $x_{14}$	Turto apyvartumas – $x_{35}$	Kapitalo rodiklis – $x_{23}$

Taip pat, įvedame pažymėjimus ir dvireikšmiems kintamiesiems:

Sezoniškumo kintamiesiems:

Ketvirtis I –  $x_{24}$ , ketvirtis II –  $x_{25}$ , ketvirtis III –  $x_{26}$ , ketvirtis IV –  $x_{27}$ .

Veiklos srities kintamiesiems:

Gamyba –  $x_{28}$ , nekilnojamas turtas –  $x_{29}$ , kita –  $x_{30}$ .

Vietovės kintamiesiems:

Miestas 1 –  $x_{31}$ , miestas 2 –  $x_{32}$ , miestas 3 –  $x_{33}$ .

Auksinė taisyklė –  $x_{34}$ .

## 2.3. ŽINOMŲ MODELIŲ TINKAMUMO TYRIMAS

Naudojant teorinėje dalyje aprašytas modelių lygtis, apskaičiuotos jų prognozės įmonėms, įtrauktoms į modelių testavimo imtį. Gauti rezultatai:

2.3 lentelė

### Žinomų modelių prognozių tikslumas

	Teisingai suklasifikuotos bankrutavę įmonės	Teisingai suklasifikuotos nebankrutavę įmonės	Bendras prognozių tikslumas
Altman ***	18,2%	41,8%	30,0%
Springate	98,2%	36,4%	67,3%
Zmijewski	85,4%	61,8%	73,6%
Grigaravičius	63,6%	60,0%	61,8%

\*\*\* Altman Z modeliu įmonės skirstomos į tris grupes - mažos, vidutinės ir didelės bankroto rizikos. Iš 110 modelių tikslumo tikrinimo imties stebėjimų 30 (27 procentai) buvo priskirti vidutinės bankroto rizikos grupei. Prognozė priskirianti įmonę vidutinės rizikos grupei nesuteikia reikiamo kokybiško atsakymo, todėl stebėjimai priskirti šiai grupei interpretuojami kaip klaidingai klasifikuoti.

Kaip matome, modelių prognozių tikslumas svyruoja nuo 30 iki 73.6 procento. Altman, Springate ir Zmijewski modeliuose stebimas didelis skirtumas tarp teisingai suklasifikuotų bankrutavusių ir nebankrutavusių įmonių kiekio. Galima daryti išvadą, kad modeliai nepakankamai jautrūs, ir didžiąją dalį imties priskiria vienai ar kitai klasifikavimo grupei.

## 2.4. SAS MACRO KOMANDŲ RINKINYS

Sudarytų modelių realizacijai sukurta SAS *macro* komanda, kuri apjungia diskriminantinės analizės, logistinės regresinės analizės bei išgyvenamumo analizės metodus. Programa skirta turimų duomenų analizei, modelių tinkamumo įvertinimui ir rezultatų atvaizdavimui. Programos kodas patalpintas byloje *programa.sas*, taip pat priede nr. 3. Norint pasinaudoti paruošta *macro* komanda, SAS programos lange reikia atlikti šiuos žingsnius:

1. Nurodyti kelią iki programos failo ir įtraukti paruoštą *macro* į savo programą:

```
%include 'Kelias iki programos failo\programa.sas';
```

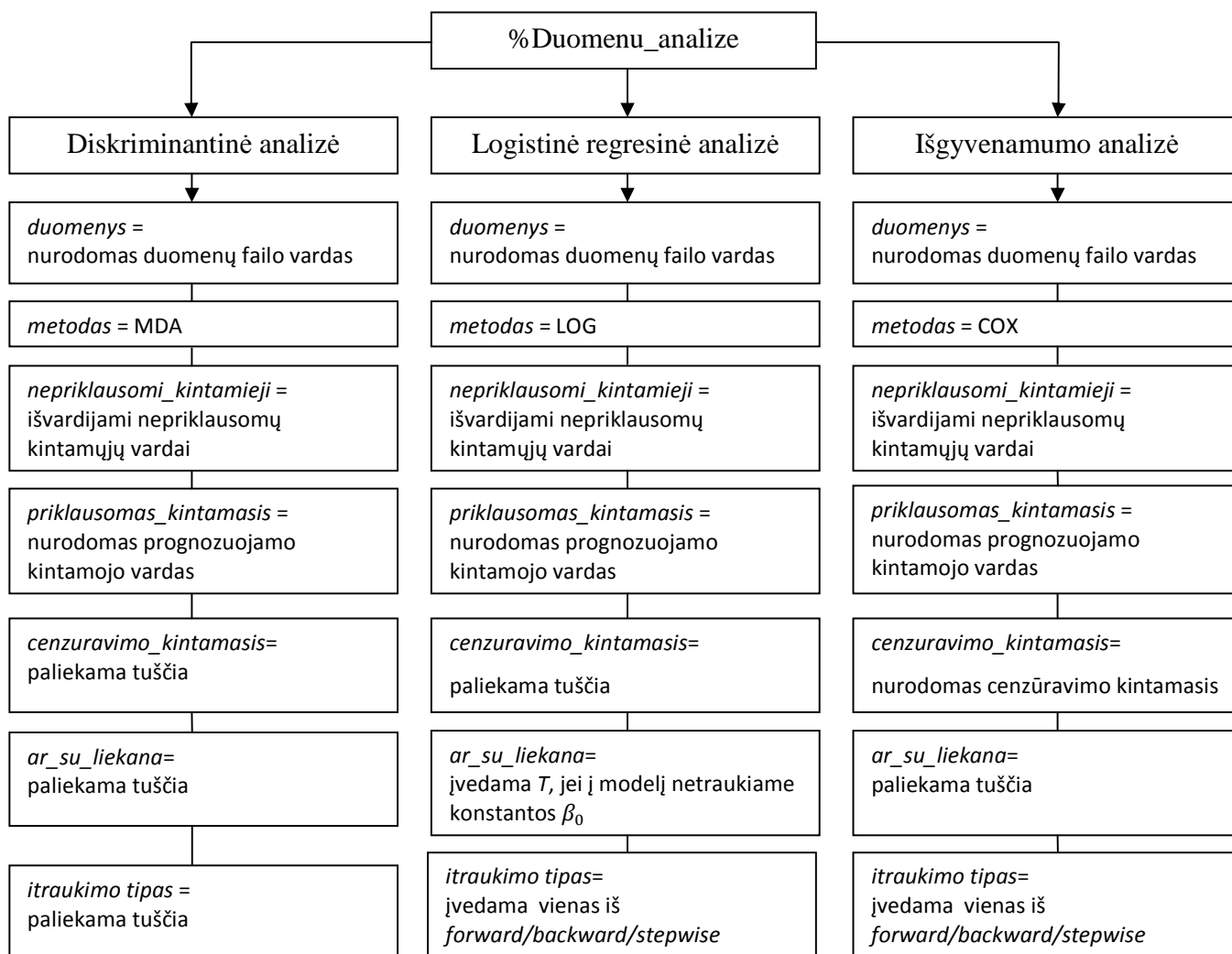
2. Sukurti lokalią biblioteką pavadinimu "library", nurodant direktoriją, kurioje yra duomenų

```
failas: libname library "c:/mokslai/mag";
```

3. Iškviešti *macro* komandą nurodant reikiamus parametrus:

```
%Duomenu_analize( duomenys=, metodas=, nepriklausomi_kintamieji=,
priklusomas_kintamasis=, laiko_kintamasis=,
cenzuravimo_kintamasis=, ar_su_liekana=, traukimo_tipas=);
```

Nurodant skirtingus *macro* komandos parametrus, galima pasirinkti norimą duomenų analizės metodą ir sudaromų modelių nustatymus. Galimi parametrai pavaizduoti 2.2 paveiksle.



2.2 pav. Macro komandos parametrai

## 2.5. DISKRIMINANTINĖ ANALIZĖ

1. Patikriname, ar pasirinkti kintamieji reikšmingi prognozuojant įmonių bankrotą.

Tikrinama hipotezė:

$$\begin{cases} H_0 = \text{kintamasis nereikšmingas prognozuojamai reikšmei} \\ H_1 = \text{kintamasis statistiškai reikšmingas prognozuojamai reikšmei} \end{cases}$$

Hipotezės tikrinimui naudojama Fisher statistika. Pagrindinė hipotezė atmetama, jei gauta  $p$  reikšmė yra mažesnė nei pasirinktas reikšmingumo lygmuo. Mūsų atveju, reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0.05$ .

2.4 lentelė

**Pelningumo rodiklių reikšmingumas tiesinio modelio prognozių tikslumui**

Kintamasis	F statistikos reikšmė	P reikšmė
Bendrojo pelno norma	4,77	0,0311
Grynojo pelno norma	5,22	0,0243
Veiklos pelno norma	5,11	0,0258
EBITDA marža	0,52	0,4745

Rodikliui EBITDA marža apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 0,52$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,4745$  yra didesnė nei pasirinktas reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ , todėl pagrindinė hipotezė priimama. Priimama išvada, kad rodiklis EBITDA marža neturi įtakos bankroto prognozavimui. Rodikliams bendrojo pelno, grynojo pelno ir veiklos pelno norma  $p$  reikšmė yra mažesnė nei reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ , todėl pagrindinė hipotezė atmetama. Daroma išvada, kad šie rodikliai statistiškai reikšmingi prognozuojant įmonių bankrotą ir bus įtraukti į modelį.

Fisher statistikos reikšmės ir prognozės tikrinimui apskaičiuotos  $p$  reikšmės kitoms rodiklių grupėms pateiktos priede nr. 1.

Rodikliui investicijų pelningumas apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 1,59$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,2099$ . Rodikliui nuosavo kapitalo pelningumas apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 1,56$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,2143$ . Rodikliui bendras mokumas apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 2,38$ , o  $p$

reikšmė  $p = 0,1258$  Rodikliui grynasis veiklos rentabilumas apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 14,43$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,0002$ . Rodikliui finansavimo kaštai apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 3,23$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,0753$ . Rodikliui pardavimų rentabilumas apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 3,23$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,0753$ . Rodikliui veiklos kaštai apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 3,23$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,0753$ . E. Altman modelyje panaudotam rodikliui "akcinio kapitalo vertės ir įsipareigojimų santykis" apskaičiuota F statistikos reikšmė  $F = 2,5$ , o  $p$  reikšmė  $p = 0,1171$ . dvireikšmiams kintamiesiems apibūdinantiems veiklos sritį bei miestas 2, miestas 3, ketvirtis 2, ketvirtis 3, ketvirtis 4 apskaičiuotos  $p$  reikšmės didesnės nei reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ . Išvardintiems kintamiesiems pagrindinė hipotezė priimama bei daroma išvada, kad šie rodikliai yra nereikšmingi įmonių bankroto prognozavimui esant reikšmingumo lygmeniui  $\alpha = 0,05$ .

2. Patikrinsime ar tolydūs kintamieji klasifikavimo grupėse yra pasiskirstę pagal daugiamačią normalųjį skirstinį. Tam panaudosi SAS *macro* komandą [40], kuri patikrina visų kintamųjų normalumą atskirai, bei patikrina hipotezė apie imties daugiamačią normalumą.

Gauti rezultatai parodė, kad visi kintamieji grupėse nėra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, taip pat ir imties daugiamačis skirstinys nėra daugiamačis normalusis.

3. Patikriname, ar tolydžių nepriklausomų (aiškinamųjų) kintamųjų vidurkiai grupėse skiriasi.

Nepriklausomų kintamųjų klasifikavimo grupėse analizės rezultatų lentelė pateikta priede nr. 2. Gauta, kad kintamųjų vidurkiai klasifikavimo grupėse ganėtinai skiriasi, todėl galime laikyti, kad duomenys yra tinkami diskriminavimui.

4. patikrinsime, ar į modelį įtrauktų įtraukti kintamieji nėra multikolinearūs.

Tam panaudosi SAS procedūrą *proc reg* su parametrais *vif* ir *tol*, kurie apskaičiuoja dispersijos mažėjimo daugiklis (angl. Variation Inflation Factor), toliau žymėsime *vif*. Jei jo reikšmė didesnė nei 10, laikoma, kad kintamasis gali būti išreikštas tiesine kitų kintamųjų daugdara. Jei *vif* didesnis už 4, galima įtarti kad egzistuoja silpnas multikolinearumas.

## Nepriklausomų kintamųjų multikolinrumo vertinimas

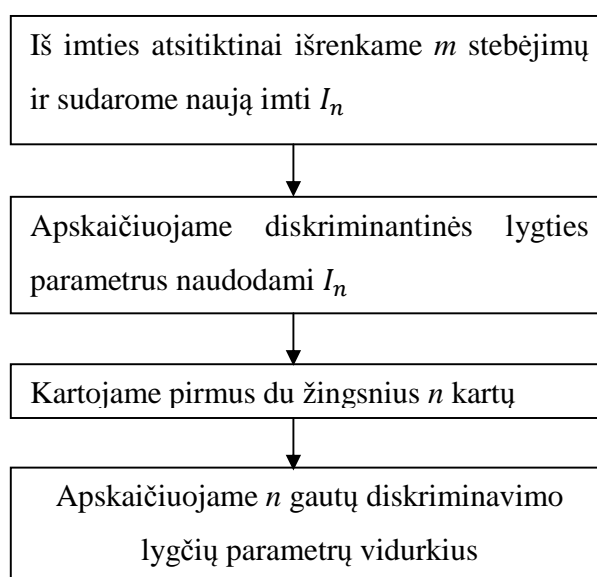
Kintamasis	VIF
Bendrojo pelno norma	2,35
Grynojo pelno norma	3825,15
Veiklos pelno norma	3897,94
Ilgalaikio turto pelningumas	1,77
Trumpalaikio turto pelningumas	1,84
Turto pelningumas	7,91
Turto apyvartumas	3,02
Bendras likvidumas	31,53
Einamas likvidumas	10,02
Greitas likvidumas	5,65
Trumpalaikis mokumas	22,5
Grynasis veiklos rentabilumas	8,58
Kapitalo rodiklis	7,75
Altman X1	2,95
Altman X2	7,83
Springate X2	5,11

Pašalinę iš modelio kintamuosius veiklos pelno norma bei bendrasis likvidumas gauname, kad nei vienam iš kintamųjų apskaičiuoja *vif* reikšmė neviršija 10. Galima daryti išvadą, kad multikolinrumas tarp kintamųjų pašalintas.

5. Apskaičiuojame diskriminantinio modelio parametrų  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  taškinius įverčius  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$ .

Kadangi nėra tenkinama viena iš diskriminantinės analizės prielaidų, kuri reikalauja, kad nepriklausomi kintamieji grupėse būtų pasiskirstę pagal daugiamačią normalųjį skirstinį, negalime taikyti įprastinės diskriminantinės analizės modelio sudarymui. Panaudosime kartotinės atrankos (angl. bootstrap) algoritimą, tiesinių modelių sudarymui, kuris pateiktas 2.2 paveiksle.





2.3 pav. Kartotinės atrankos algoritmas

Rekomenduojama,  $n$  pasirinkti panašų arba didesnę nei pradinės imties dydis  $N$ . Parametras  $m$  turėtų būti mažesnis nei stebėjimų skaičius pradinėje imtyje.

Diskriminantinio modelio parametrus rasime *IBM SPSS* programine įranga, kurioje kartotinės atrankos algoritmas realizuotas diskriminantinės analizės modelio sudarymo procedūroje.

Atliks diskriminantinę analizę bei modifikuotą diskriminantinės analizės procedūrą su kartotinės atrankos algoritmu, gauti diskriminantinio modelio parametrų taškiniai įverčiai:

2.6 lentelė

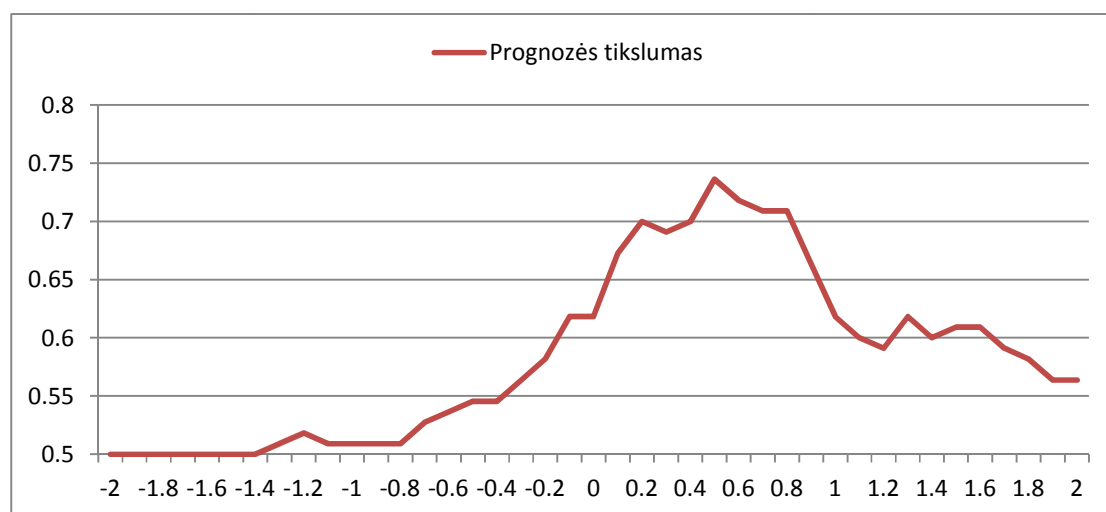
Diskriminantinio modelio parametrų įverčiai

Kintamasis	Diskriminantinės analizės modelio koeficientų įverčiai	Diskriminantinės analizės modelio koeficientų įverčiai gauti panaudojus kartotinės atrankos metodą
Bendrojo pelno norma	0,52	0,53
Grynojo pelno norma	-0,65	-0,75
Ilgalaikio turto pelningumas	0,2	0,22
Trumpalaikio turto pelningumas	0,07	0,04
Turto pelningumas	4,02	3,38
Turto apyvartumas	0,66	0,71
Einamas likvidumas	-0,57	-0,7
Greitas likvidumas	0,64	0,66
Trumpalaikis mokumas	0,26	0,37

## Diskriminantinio modelio parametrų įverčiai

Kintamasis	Diskriminantinės analizės modelio koeficientų įverčiai	Diskriminantinės analizės modelio koeficientų įverčiai gauti panaudojus kartotinės atrankos metodą
Grynasis veiklos rentabilumas	-0,22	-0,09
Kapitalo rodiklis	0,65	0,72
Altman X1	-0,17	-0,21
Altman X2	-0,12	-0,16
Springate X2	-3,35	-2,84
Auksinė taisyklė	0,13	0,1
Miestas 3	-0,32	-0,3
Ketvirtis 1	-0,15	-0,12

Rasime optimalią lyginamąją reikšmę, su kuria lyginant modelio lygties generuojamą reikšmę klasifikuosime įmones į didelės bankroto rizikos jei lygties reikšmė mažesnė už lyginamąją konstantą ir atvirkščiai. Tam braižome modelio prognozių tikslumo priklausomybės nuo lyginamosios konstantos reikšmės grafiką. Jis pavaizduotas 2.3 paveiksle, kur.



2.4 pav. Diskriminantinio modelio lyginamosios reikšmės radimas

Gauname, kad optimalus modelis gaunamas, kai: įmonė priskiriama į didelės bankroto rizikos per ateinančius metus grupę, jei modelio lygties reikšmė mažesnė nei 0,5; įmonė priskiriama į mažos bankroto rizikos per ateinančius metus grupę, jei modelio lygties reikšmė didesnė nei 0,5.

Galutinė modelio išraiška:

$$Y = 0,53 \cdot x_1 - 0,75 \cdot x_2 + 0,22 \cdot x_5 + 0,04 \cdot x_6 + 3,38 \cdot x_7 - 0,7 \cdot x_{11} + 0,66 \cdot x_{12} + 0,37 \cdot x_{14} - \\ 0,21 \cdot x_{15} - 0,16 \cdot x_{16} - 2,84 \cdot x_{18} - 0,09 \cdot x_{21} + 0,72 \cdot x_{22} - 0,12 \cdot x_{24} + 0,1 \cdot x_{34} - \\ 0,3 \cdot x_{33} + 0,71 \cdot x_{35},$$

čia:

$x_1$  – Bendrojo pelno norma,  $x_2$  – Grynojo pelno norma,  $x_5$  – Ilgalaikio turto pelningumas,  $x_6$  – Trumpalaikio turto pelningumas,  $x_7$  – Turto pelningumas,  $x_{11}$  – Einamas likvidumas,  $x_{12}$  – Greitas likvidumas,  $x_{14}$  – Trumpalaikis mokumas,  $x_{15}$  – Altman X1,  $x_{16}$  – Altman X2,  $x_{18}$  – Springate X3,  $x_{21}$  – Grynasis veiklos rentabilumas,  $x_{22}$  – Kapitalo rodiklis,  $x_{24}$  – Ketvirtis 1,  $x_{33}$  – Miestas 3,  $x_{34}$  – Auksinė taisyklė,  $x_{35}$  – Turto apyvartumas.

Sudarytas diskriminantinės analizės modelis testavimo imtyje teisingai suklasifikavo 75% nebankrutavusių ir 73% bankrutavusių įmonių. Bendras modelio prognozių tikslumas - 74%.

## 2.6. LOGISTINĖ REGRESINĖ ANALIZĖ

1. Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0, \\ H_1 : bent\ vienas\ \beta_k \neq 0. \end{cases}$  t.y. visi koeficientai  $\beta_k$  yra lygus nuliui ir

kintamųjų  $x_k$  žinojimas nepagerina tikimybės  $p$  prognozavimo tikslumo.

Tyrimo imčiai apskaičiuota statistikos reikšmė 127,92, gauta  $p$  reikšmė  $p < 0,0001$ . Pagrindinė hipotezė apie visų modelio koeficientų lygybę nuliui atmetama. Darome išvadą, kad logistinės regresijos modelis tinka turimiems duomenims.

2. Randami statistiškai reikšmingi kintamieji ir apskaičiuojami jų koeficientų  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  taškiniai įverčiai  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$ .

## Logistinių modelių parametrų taškiniai įverčiai

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
Konstanta				2,582	3,0857	1,2948
Grynojo pelno norma			-96,7233	0	-194,7	
Veiklos pelno norma			96,552	1,0406	196	
Turto pelningumas	-25,5236	-9,6711	-14,626	-10,2162	-25,5782	-6,4883
Turto apyvartumas		-0,9581		-2,4774		-1,4003
Investicijų pelningumas	-0,8121					
EBITDA marža	4,8412		1,8589		5,3498	
Greitas likvidumas	-2,9982			-3,0162	-6,2358	
Bendras mokumas	-0,9038		-1,6344		-8,2551	
Finansavimo kaštai					8,6257	
Pardavimų rentabilumas	-0,7904			-0,4705	-4,0378	
Veiklos kaštai					1,2219	
Kapitalo rodiklis	-4,8874			-5,0151		-2,8327
NT	4,9873			3,2872	4,837	
Miestas 1			-1,3701		-4,5184	
Miestas 2					-4,0128	
Miestas 3	2,8096	1,0407		2,2571		
Ketvirtis 1					3,171	
Ketvirtis 2					3,4348	
Ketvirtis 4	-2,1759					
Altman X1					4,7524	

3. Apskaičiuojamas konkordancijos koeficientas.

## Logistinių modelių konkordacijos koeficientai

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
Konkordacijos koeficientas	92,6	84,8	91,1	80,9	80,9	83,7

Didžiausias konkordacijos koeficientas gautas modeliui be konstantos, kurį sudarant nepriklausomi kintamieji atrinkti naudojant *forward selection* metodą.

4. Modelio tinkamumui patikrinti apskaičiuojamas Somer's D koeficientas.

2.9 lentelė

Logistinių modelių Somer's D koeficientai

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
Somer's D	0,853	0,697	0,823	0,62	0,620	0,674

5. Modelio tinkamumas įvertinamas naudojant Hosmer-Lemeshow kriterijų.

Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0: \text{modelio prognozės nesiskiria nuo stebėtų reikšmių} \\ H_1: \text{modelio prognozės skiriasi nuo stebėtų reikšmių} \end{cases}$

2.10 lentelė

Logistinių modelių tinkamumo tikrinimas naudojant Hosmer-Lemeshow kriterijų

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
<b>Chi kvadrato statistikos reikšmė</b>	10,88	10,88	8,42	18,33	2,82	10,5
<b>p reikšmė</b>	0,8752	0,2085	0,3937	0,0188	0,9451	0,2314

Modeliui su konstanta, į kurį kintamieji įtraukiami *forward selection* metodu p reikšmė  $p = 0,0188$  mažesnė nei pasirinktas reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ , todėl daroma išvada, kad šis modelis netinkamas.

6. Apskaičiuojami Akaike (AIC) ir Bajeso (BIC) informaciniai kriterijai.

2.11 lentelė

Logistinių modelių AIC ir BIC kriterijų reikšmės

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
<b>AIC</b>	80,559	117,97	108,391	92,221	110,166	95,369
<b>BIC</b>	107,193	123,297	116,381	116,192	120,820	116,676

Mažiausios AIC ir BIC informacinių kriterijų reikšmės gautos modeliui be konstantos, kurį sudarant nepriklausomi kintamieji įtraukti naudojant *forward selection* metodą.

Apskaičiuojami modelių Cox-Snell pseudo determinacijos koeficientai.

2.12 lentelė

Logistinių modelių pseudo determinacijos koeficientai

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
<b>Cox-Snell R-square</b>	0,74	0,36	0,46	0,66	0,46	0,63

Cox-Snell pseudo determinacijos koeficiento didžiausia reikšmė gauta modeliui be konstantos, kuris sudarytas naudojant *forward selection* kintamųjų įtraukimo į modelį metodą.

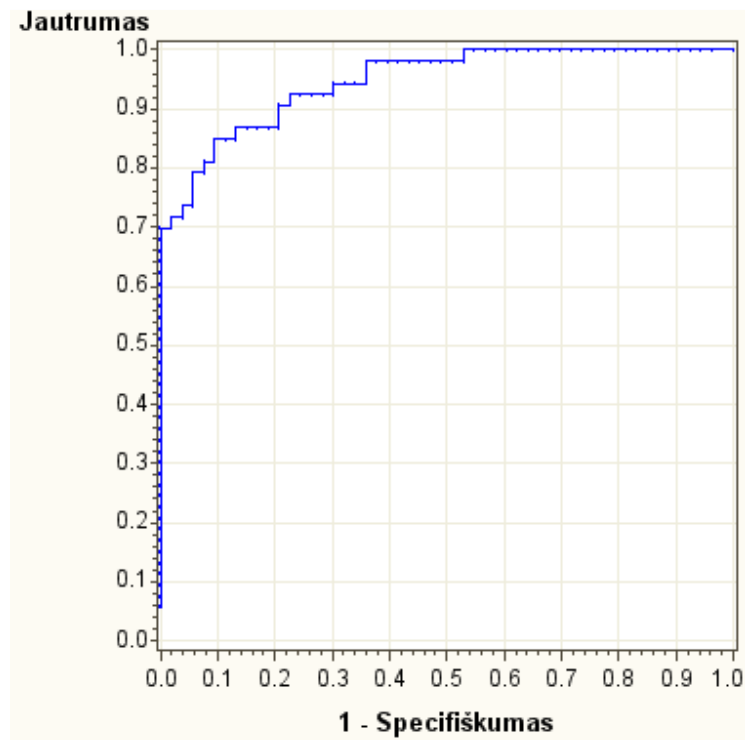
7. Braižoma ROC kreivė, kuri parodo modelio jautrumą ir specifiškumą.

2.13 lentelė

Logistinių modelių ploto po ROC kreive palyginimas

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Backward	Stepwise
<b>Plotas po ROC kreive</b>	0,9470	0,8106	0,8370	0,9263	0,9117	0,8476

Kaip matome, didžiausias plotas po ROC kreiva gautas modeliui be konsantos, kurį sudarant kintamieji įtraukiami *forward selection* metodu.



2.5 pav. Logistinės regresijos modelio ROC kreivė

8. Patikrinamas gauto modelio prognozių tikslumas naudojant testavimo imtį:

2.14 lentelė

Logistinių modelių prognozių tikslumas

	Modeliai be konstantos			Modeliai Su konstanta		
	Forward	Stepwise	Backward	Forward	Stepwise	Backward
Teisingai suklasifikuota bankrutavusių įmonių	85	84	84	85	84	82
Teisingai suklasifikuota nebankrutavusių įmonių	73	69	62	71	69	67
<b>Bendras prognozių tikslumas</b>	<b>82</b>	<b>76</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>76</b>	<b>76</b>

Patikrinus sudarytų modelių tinkamumą ir patikimumą naudojant konkordacijos koeficientą, Somer's D koeficientą, Hosmer-Lemeshow tinkamumo testą, Akaike ir Bajeso informacinius kriterijus, Cox-Snell pseudo determinacijos koeficientą, bei apskaičiavus plotą po ROC kreivėmis, visais atvejais gauta, kad geriausias ir tinkamiausias modelis yra be konstantos, kuriame kintamieji įtraukti naudojant *forward selection* metodą. Darome išvadą, kad šis modelis yra geriausias iš sudarytų ir yra tinkamas naudoti praktikoje.

Modelio galutinė išraiška:

$$\hat{p} = \frac{e^{4,8 \cdot x_4 - 25,5 \cdot x_7 - 0,8 \cdot x_8 - 3 \cdot x_{12} - 0,9 \cdot x_{13} + 0,8 \cdot x_{20} - 4,9 \cdot x_{23} - 2,2 \cdot x_{27} + 5 \cdot x_{29} + 2,8 \cdot x_{33}}}{1 + e^{4,8 \cdot x_4 - 25,5 \cdot x_7 - 0,8 \cdot x_8 - 3 \cdot x_{12} + 0,9 \cdot x_{13} - 0,8 \cdot x_{20} - 4,9 \cdot x_{23} - 2,2 \cdot x_{27} + 5 \cdot x_{29} + 2,8 \cdot x_{33}}}$$

čia:  $x_4$  – EBITDA marža,  $x_7$  – Turto pelningumas,  $x_8$  – Investicijų pelningumas,  $x_{12}$  – Greitas likvidumas,

$x_{13}$  – Bendras mokumas,  $x_{20}$  – Pardavimų rentabilumas,  $x_{23}$  – Kapitalo rodiklis,  $x_{27}$  – Ketvirtis 4,

$x_{29}$  – NT,  $x_{33}$  – Miestas 3.

Gauti rezultatai rodo, kad EBITDA maržos rodiklis, nekilnojamo turto sektorius ir veikla vykdoma miestų rajonuose ar kaimuose didina įmonės bankroto riziką. EBITDA maržos įtaką galima būtų paaiškinti kaip kitų kintamųjų, kurie taip pat identifikuoja veiklos efektyvumą ir pelningumą, kompensavimą. Logistinės regresijos modelis teisingai suklasifikavo 87% nebankrutavusių ir 76% bankrutavusių įmonių. Bendras prognozių tikslumas - 82%.

## 2.7. IŠGYVENAMUMO ANALIZĖ

1. Tikrinama hipotezė  $\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_t = 0, \\ H_1 : bent\ vienas\ \beta_k \neq 0. \end{cases}$  t.y. visi koeficientai  $\beta_k$  yra lygus nuliui ir

kintamųjų  $x_k$  žinojimas nepagerina tikimybės  $p$  prognozavimo tikslumo.

Tyrimo imčiai apskaičiuota statistikos reikšmė 44,46, gauta  $p$  reikšmė  $p < 0,0001$ . Pagrindinė hipotezė apie visų modelio koeficientų lygybę nuliui atmetama. Darome išvadą, kad išgyvenamumo analizės modelis tinka turimiems duomenims.

2. Nepriklausomų kintamųjų įtraukimui į modelį panaudojame SAS procedūros *proc phreg* parametą *stepwise*. Nustatome, kuriuos kintamuosius įtraukus į modelį, gaunamos geriausios prognozės. Apskaičiuojami taškiniai modelio parametų  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  įverčiai  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$ .

2.15 lentelė

Išgyvenamumo modelio parametų įverčiai

Kintamasis	Parametro įvertis	Įtaka rizikai
Trumpalaikio turto pelningumas	-0,675	0,509
Investicijų pelningumas	-0,702	0,496
Nuosavo kapitalo pelningumas	0,262	1,299
Bendras likvidumas	0,385	1,47
Auksinė taisyklė	-0,780	0,458
Altman X1	-1,874	0,153

Bazinės rizikos funkcijos reikšmės priklausomybė no laiko pateikiama 2.16 lentelėje.

2.16 lentelė

Bazinės rizikos funkcijos reikšmės

t	$h_o(t)$	t	$h_o(t)$
0	1,000	15	0,369
1	0,999	16	0,298
2	0,996	17	0,245
3	0,960	18	0,179
4	0,941	19	0,154
5	0,887	20	0,141



## Bazinės rizikos funkcijos reikšmės

t	$h_o(t)$	t	$h_o(t)$
6	0,868	22	0,107
7	0,831	23	0,095
8	0,795	24	0,083
9	0,745	25	0,063
10	0,683	26	0,044
11	0,622	27	0,023
12	0,570	28	0,016
13	0,475	31	0,002
14	0,392	32	0,000

3. Modeliui apskaičiuotas apibendrintas determinacijos koeficientas  $R - square = 0,55$ . Vien tik iš šio koeficiento kategoriškai spręsti apie modelio tinkamumą, tačiau jo reikšmė rodo, kad modelis yra tinkamas.

Tikriname pagrindinę modelio prielaidą, kad dviems skirtingiems stebėjimams, su skirtingomis nepriklausomų kintamųjų reikšmėmis, rizikos lygis nepriklauso nuo laiko. Įvertinsime koreliaciją tarp *Schoenfeld* liekanų ir išgyvento laiko.

## 2.17 lentelė

*Schoenfeld* liekanų koreliacija su išgyventu laiku

	Trumpalaikio turto pelningumas	Investicijų pelningumas	Nuosavo kapitalo pelningumas	Bendras likvidumas	Auksinė taisykle	Altman X1
Laikas	0,01	-0,14	-0,06	0,00	0,14	0,08

Kaip matome, visiems kintamiesiems apskaičiuotų *Schoenfeld* liekanų koreliacijos koeficiento su išgyventų laiku reikšmė rodo, kad ryšys neegzistuoja arba yra labai silpnas.

Tikrinama hipotezė, apie koreliacijos koeficiento tarp liekanų ir išgyvento laiko lygybę nuliui:

## 2.18 lentelė

## Išgyvenamumo modelio kintamųjų koreliacija su išgyventu laiku

	Trumpalaikio turto pelningumas	Investicijų pelningumas	Nuosavo kapitalo pelningumas	Bendras likvidumas	Auksinė taisykle	Altman X1
$p$ reikšmė	0,92	0,15	0,56	0,97	0,17	0,40

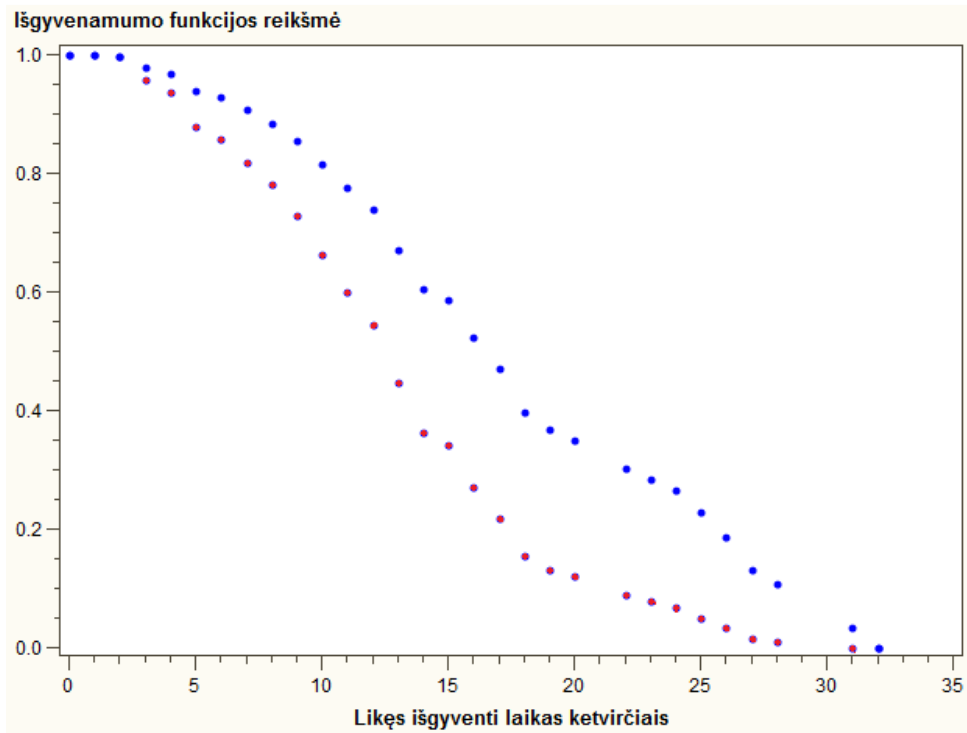
Visais atvejais pagrindinė hipotezė, kad koreliacijos koeficientas lygus nuliui nebuvo atmesta. Galime daryti išvadą, kad proporcingos rizikos prielaida išgyvenamumo modeliui yra tenkinama.

$$h(t) = h_0(t)e^{-0,675x_1 - 0,7x_2 + 0,262x_3 + 0,385x_4 - 0,78x_5 - 1,874x_6},$$

čia  $x_1$  = Trumpalaikio turto pelningumas,  $x_2$  = Investicijų pelningumas,

$x_3$  = Nuosavo kapitalo pelningumas,  $x_4$  = Bendras likvidumas,  $x_5$  = Auksinė taisyklė,  $x_6$  = Altman X1.

5. Išgyvenamumo tikimybės grafikas į modelį įstačius bankrutavusių ir nebankrutavusių įmonių nepriklausomų kintamųjų vidurkių reikšmes pateiktas 2.5 paveiksle.



2.6 pav. Išgyvenamumo funkcijos pavyzdys

## IŠVADOS

1. Atlikta literatūros analizė parodė, kad įmonių bankroto prognozavimo modeliai kuriami daugiau nei 50 metų, tačiau nėra bendro sutarimo kokia metodika tam tinkamiausia. Atskirose šalyse sukurti modeliai skiriasi. Kuriant modelius dažniausiai naudojama diskriminantinė, logistinė regresinė bei išgyvenamumo analizė ir kiti alternatyvūs metodai. Lietuvos įmonių bankroto prognozavimui publikuotas tik vienas logistinės regresijos modelis.
2. Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių bankroto vienerių metų laikotarpyje prognozavimui pasiūlyti du modeliai, į kuriuos įtraukti ne tik santykiniai finansiniai rodikliai, bet ir papildomos kokybinės informacijos teikiantys kintamieji. Sukurtas *SAS macro* komandų rinkinys ženkliai palengvinantis šių modelių praktinį taikymą.
3. Su realią Lietuvos situaciją 2000-2007 metais apibūdinančiais duomenimis atlikta diskriminantinių ir logistinių modelių lyginamoji analizė parodė, kad pasiūlytų modelių prognozių tikslumas yra geresnis lyginant su žinomais modeliais. Diskriminantinio modelio prognozių tikslumas - 74%, logistinio - 82%.
4. Pasiūlytas išgyvenamumo modelis, kuris leidžia įvertinti Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių bankroto riziką ilgesniame laikotarpyje. Jis taikytinas kaip priemonė įvertinanti ilgalaikes įmonės perspektyvas.
5. Pasiūlyti modeliai gali būti naudojami praktikoje prognozuojant Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių bankrotą ir priimant pagrįstus sprendimus.

## LITERATŪRA

1. Radha G. Kumar, Kishore Kumar. A comparison of bankruptcy models. *International journal of marketing, financial services and management research* Vol.1-4, 2012, p. 78
2. Jodi Bellovary, Don Giacomino, Michael Akers. A review of bankruptcy prediction studies: 1930 to present. *Journal of financial education* vol. 33, 2007, p. 1-2
3. Peyman Imanzadeh, Mehdi Maran-jouri, Petro sepehri. A study of the application of springate and Zmijewski bankruptcy prediction models in firms accepted in Tehran stock exchange. *Australian journal of basic and applied sciences*, vol 5-11, 2011, p. 1548
4. Jonas Mackevičius, Asta Rakštelienė. Altman modelio taikymas lietuvis įmonių bankrotui prognozuoti. Vilnius, 2005, p. 24-25
5. Daiva Rugenytė, Vida Menciūnienė, Lina Dagilienė. Bankroto prognozavimo svarba ir metodai. *Business: theory and practice* vol. 11-2. Kaunas, 2010, 148
6. Joy Begley, Jin Ming, Susan Watts. Bankruptcy classification errors in the 1980s: an empirical analysis of altman's and ohlson's models. *Review of accounting studies* vol. 1. 1996, p. 2000, p. 282.
7. Joseph Janer. Bankruptcy prediction and its advantages: empirical evidence from smes in the french hospitality industry. Kopenhaga, 2011, p.5
8. Sudheer Chava, Robert A. Jarrow. Bankruptcy prediction with industry effects. 2004, p.2
9. Ming Xu, Chu Zhang. Bankruptcy prediction: the case of japanese listed companies. *Review of accounting studies*. Honk Kong, 2008, p.1546
10. Ramtin Baninoe. Corporate bankruptcy prediction and equity returns in the uk. Cranfield, 2010, p. 1
11. Akbar P. S. Soltan Ahmadi, Behzad Soleimani, Seyed H. Vaghfi, Mohammad B. Salimi. Corporate bankruptcy prediction using a logit model: evidence from listed companies of Iran. *World applied sciences journal* vol. 17-9, 2012, p. 1143-1142.
12. M. F. Santos, P. Cortez, J. Pereira, H. Quintela. Corporate bankruptcy prediction using data mining techniques. *Wit transactions on information and communication technologies* vol. 37, 2006, p. 350.
13. Edward I. Altman. Financial ratios, discriminant analysis, and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance* vol. 23-4, 1968, p. 590

14. William H. Beaver, Maureen F. McNichols, Jung-Wu Rhie. Have financial statements become less informative? Evidence from the ability of financial ratios to predict bankruptcy. *Review of accounting studies* vol. 10, 2005, 102-106
15. Jonas Mackevičius, Simona Silvanavičiūtė. Įmonių bankroto prognozavimo modelių tinkamumo nustatymas. *Verslas: teorija ir praktika*, vol. 7-4, 2006, p. 194-195,
16. Jonas Mackevičius. Integruota įmonių bankrotų prognozavimo metodika. *Verslo ir teisės aktualijos* vol. 5. Vilnius, 2010, p. 125.
17. Lietuvos respublikos įmonių bankroto įstatymas
18. Andreas Charitou, Chris Charalambous. Predicting corporate failure: empirical evidence for the UK. 2000, p. 3.
19. Christian Capuano, Jorge Chan-Lau, Giancarlo Gasha, Carlos Medeiros, Andre Santos, Marcos Souto. Recent advances in credit risk modeling. 2009 p.12-14.
20. *Entrepreneurship at a glance 2012: Recent trends in new firm creations and bankruptcies*. 2012, p. 13
21. Don B. Bradley III, Chris Cowdery. Small business: causes of bankruptcy. Arkansas, 2004, p. 6
22. Jonė Vencloviėnė. Statistiniai metodai medicinoje. Kaunas, 2010. P. 79, 277-279.
23. Vydas Čėkanavičius, Gediminas Murauskas. Statistika ir jos taikymai II. Vilnius, 2004. P. 181-192, 215-235.
24. José M. Pereira, Humberto N. R. Ribeiro, Miguel A. C. Domínguez, José L. S. Ocejó. Survival analysis employed in predicting corporate failure: a forecasting model proposal. p. 8-9.
25. N. Dewaelheyns, C. Van Hulle. The impact of business groups on bankruptcy prediction modeling. *Tijdschrift voor economie en management* vol. 49-4. Leuven, 2004, p.623
26. John S. Grice, Michael T. Dugan. The limitations of bankruptcy prediction models: some cautions for the researcher. *Review of quantitative finance and accounting* vol. 17, 2001, p. 153.
27. Eugenija Buškevičiūtė, Irena Mačerinskienė. *Finansų analizė*. Kaunas, 2007, p. 97-100.
28. A tutorial on logistic regression. Ying So, SAS institute inc., Cary, NC. Prieiga per internetą: <http://support.sas.com/techsup/technote/ts450.pdf>
29. Bankrutuojančių ir bankrutavusių įmonių darbuotojų skaičius nuo 1993 m. Iki atitinkamų metų pabaigos. Lietuvos statistikos departamentas. Prieiga per internetą: <http://db1.stat.gov.lt/statbank/selectvarval/saveselections.asp?maintable=m4110301&planguag e=0&tablestyle=&buttons=&pxsid=11549&iqy=&tc=&st=st&rvar0=&rvar1=&rvar2=&rvar3=>

&rvar4=&rvar5=&rvar6=&rvar7=&rvar8=&rvar9=&rvar10=&rvar11=&rvar12=&rvar13=&rvar14=

30. Cox proportional hazards model using sas. Brent Logan, paskaitų medžiaga. Prieiga per internetą:  
[http://www.cibmtr.org/meetings/materials/crpdmc/documents/2010/feb2010/loganb\\_coxproportion1.pdf](http://www.cibmtr.org/meetings/materials/crpdmc/documents/2010/feb2010/loganb_coxproportion1.pdf)
31. Developing business failure prediction models using SAS® software. Oki Kim, SAS institute. Prieiga per internetą: <http://analytics.ncsu.edu/sesug/2009/sd004.kim.pdf>
32. Discriminant analysis, a powerful classification technique in data mining. George C. J. Fernandez, SUGI 27. Prieiga per internetą:  
[http://web.it.nctu.edu.tw/~etang/marketing\\_research/discriminant\\_analysis.pdf](http://web.it.nctu.edu.tw/~etang/marketing_research/discriminant_analysis.pdf)
33. SAS data analysis examples: discriminant function analysis. Paskaitų medžiaga. Prieiga per internetą: <http://www.ats.ucla.edu/stat/sas/dae/discrim.htm>
34. SAS topics logistic (and categorical) regression. Paskaitų medžiaga. Prieiga per internetą:  
<http://www.ats.ucla.edu/stat/sas/topics/logistic.htm>
35. SAS/STAT 9.2 user's guide: the phreg procedure. SAS institute. Prieiga per internetą:  
<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugphreg/61816/pdf/default/statugphreg.pdf>
36. Statistical computing seminars survival analysis with SAS. Paskaitų medžiaga. Prieiga per internetą: [http://www.ats.ucla.edu/stat/sas/seminars/sas\\_survival/](http://www.ats.ucla.edu/stat/sas/seminars/sas_survival/)
37. Smulkaus ir vidutinio verslo subjekto statuso deklaravimas. Prieiga per internetą:  
<http://www.invega.lt/lt/left-top/svv-subjekto-statuso-deklaravimas.htm>
38. Veikiančių įmonių ir darbuotojų skaičius metų pradžioje. Lietuvos statistikos departamentas. Prieiga per internetą:  
<http://db1.stat.gov.lt/statbank/selectvarval/saveselections.asp?maintable=m4010241&planguage=0&tablestyle=&buttons=&pxsid=13367&iqy=&tc=&st=st&rvar0=&rvar1=&rvar2=&rvar3=&rvar4=&rvar5=&rvar6=&rvar7=&rvar8=&rvar9=&rvar10=&rvar11=&rvar12=&rvar13=&rvar14=>
39. Santykinų finansinių rodiklių katalogas. Prieiga per internetą:  
<http://www.rodikliai.info/rodikliu-katalogas>
40. SAS macro to test multivariate normality. Prieiga per internetą:  
<http://support.sas.com/kb/24/983.html>

## 1 PRIEDAS. SANTYKINIŲ FINANSINIŲ RODIKLIŲ REIKŠMINGUMAS DISKRIMINANTINIO MODELIO PROGNOZĖMS

Santykinių finansinių rodiklių reikšmingumo modelių prognozei tikrinimas (pagal rodiklių grupes):

Kintamasis	F statistikos reikšmė	P reikšmė
Bendrojo pelno norma	4.77	0.0311
Grynojo pelno norma	5.22	0.0243
Veiklos pelno norma	5.11	0.0258
EBITDA marža	0.52	0.4745

Kintamasis	F statistikos reikšmė	P reikšmė
Ilgalaikio turto pelningumas	5.94	0.0165
Trumpalaikio turto pelningumas	7.05	0.0092
Turto pelningumas	24.97	<0.0001
Investicijų pelningumas	1.59	0.2099
Nuosavo kapitalo pelningumas	1.56	0.2143

Kintamasis	F statistikos reikšmė	P reikšmė
Bendras likvidumas	7.37	0.0078
Einamas likvidumas	7.38	0.0077
Greitas likvidumas	6.76	0.0107

Bendras mokumas	2.38	0.1258
Trumpalaikis mokumas	7.37	0.0078

Kintamasis	F statistikos reikšmė	P reikšmė
Finansavimo kaštai	3.23	0.0753
Pardavimų rentabilumas	1.22	0.271
Grynasis veiklos rentabilumas	14.43	0.0002
Veiklos kaštai	0.99	0.3209
Kapitalo rodiklis	20.89	<0.0001
Turto apyvartumas	16.43	<0.0001



## 2 PRIEDAS. NEPRIKLAUSOMŲ KINTAMŲJŲ VIDURKIAI KLASIFIKAVIMO GRUPĖSE

Kintamasis	Nebankrutavusių įmonių grupės vidurkis	Nebankrutavusių įmonių grupės standartinis nuokrypis	Bankrutavusių įmonių grupės vidurkis	Bankrutavusių įmonių grupės standartinis nuokrypis
Bendrojo pelno norma	0.29	0.33	0.11	0.64
Grynojo pelno norma	-0.15	0.74	-0.67	1.34
Veiklos pelno norma	-0.15	0.74	-0.66	1.34
Ilg. turto pelningumas	0.58	2.26	-0.21	0.36
Trump. turto pelningumas	0.01	0.55	-0.43	1.05
Turto pelningumas	0.03	0.11	-0.09	0.13
Turto apyvartumas	1.06	0.75	0.49	0.67
Bendras likvidumas	1.92	1.69	1.20	1.05
Einamas likvidumas	1.19	1.58	0.63	0.45
Greitas likvidumas	0.49	1.18	0.07	0.18
Trumpalaikis mokumas	0.92	1.69	0.20	1.05
Gryn. veiklos rentabilumas	-0.01	0.25	-0.23	0.29
Kapitalo rodiklis	0.28	0.28	-0.05	0.54
Altman X1	0.11	0.30	-0.03	0.33
Altman X2	0.08	0.28	-0.24	0.58
Springate X2	0.06	0.21	-0.08	0.12

### 3 PRIEDAS. SAS MACRO KOMANDŲ RINKINYS

```
libname library "c:/magistras";

/* Logistine regresija */
%macro Logistic(data=, var =, y=, intercept=, selection=);
  ods graphics on;
  %if &intercept = N %then %do;

      proc logistic data=library.&Data
outest=library.Logistic_parameters;
      model &y = &var / noit selection=&selection lackfit
rsquare clparm=wald outroc=library.ROC;
      output out=library.Logistic_out pred=p l=lowe u=upper;
      roc;
      rocontrast;

      run;
  %end;

  %else %do;
      proc logistic data=library.&Data
outest=library.Logistic_parameters;
      model &y = &var / selection=&selection lackfit rsquare
clparm=wald outroc=library.ROC;
      output out=library.Logistic_out pred=p l=lowe u=upper ;
      roc;
      rocontrast ;

      run;
  %end;

  data _null_;
  set library.ROC;
  n = _STEP_;
  Call Symput( 'step' , put(n, comma32.));
  run;

  data library.ROC_gplot;
  set library.ROC;
  if _step_ = &step - 1;
  run;

  goptions reset=all device=gif hsize=10cm vsize=10cm;
  symbol1 i = j c = blue v = dash h=0.1;
  axis1 label=('Jautrumas') order=(0 to 1 by .1);
  axis2 label=('1 - Specifiškumas');

  proc gplot data = library.ROC_gplot;
      plot _sensit_*_lmspec_ = 1 / grid vaxis=axis1 haxis=axis2
;

  run;
```

```

data library.Logistic_out;
  set library.Logistic_out;
  p=round(p,1);
run;
proc freq data=library.Logistic_out;
  tables
  &y*p;
run;

proc datasets library=library nolist;
  delete Logistic_parameters Logistic_out ROC ROC_gplot;
run;
ods graphics off;
%mend;

/* Diskriminantine analyze */
%macro Discriminant_analysis(data=, var =, y=);
  ods graphics on;
  proc discrim data=library.&data
  outstat=library.Discriminant_analysis_OUT can
  wcov pcov method=normal;
  class &y;
  var &var;
run;

  proc datasets library=library nolist;
  delete Discriminant_analysis_OUT;
run;
ods graphics off;

proc reg data=library.&data;
  model
  &y = &var / noint vif tol;
run;

%mend;

/* Cox regresija */
%macro Cox_regression(data=, var =, y=, censor=, selection=);
  ods graphics on;
  goptions reset=all device=gif hsize=20cm vsize=10cm;
  symbol1 color=blue value=dot height=1.0;

  PROC LIFETEST DATA=library.&data METHOD=LT INTERVALS=(0 TO 20 BY
3) PLOTS=(H);
  TIME &y*&censor(0);
  RUN;

  proc phreg data=library.&data plot(overlay)=survival
  outest=library.cox_est;
  model &y*&censor(0) = &var / details rl;
  baseline out=survs survival=s;
  output out=library.Cox_regression_OUT xbeta=xb
resmart=mart resdev=dev ;

```

```

ods output fitstatistics = statout;
run;

data _null_;
set library.&data (where=(&censor=1));
n = _N_;
Call Symput( 'nobs' , put(n, comma32.));
run;

PROC SQL;
SELECT WITHOUTCOVARIATES INTO: LO FROM library.STATOUT
WHERE CRITERION='-2 LOG L';
SELECT WITHCOVARIATES INTO: LP FROM library.STATOUT WHERE
CRITERION='-2 LOG L';
QUIT;

DATA library.GRSQ;
X=( (-&LO)-(-&LP))*2/&nobs;
R=1-EXP(X);
RUN;

PROC SQL; SELECT R AS GEN_RSQUARE FROM library.GRSQ; QUIT;

proc sql ;
select nvar
into :nvar
from dictionary.tables
where libname='LIBRARY' and memname='COX_EST';
quit;

data _null_;
nv = &nvar -5;
Call Symput( 'kiek' , put(nv, comma32.));
run;

proc phreg data=library.&data noprint;
model &y*&censor(0) = &var;
output out=library.Cox_res ressch= res1-
res%trim(%left(&kiek));
run;

proc gplot data=library.Cox_regression_OUT;
plot xb*mart xb*dev;
run;

PROC RANK DATA=library.Cox_res OUT =library.Cox_time_ranked
TIES=MEAN;
VAR &y;
RANKS T_RANK;
RUN;

PROC CORR DATA =library.Cox_time_ranked NOSIMPLE;
VAR res1-res%trim(%left(&kiek));
WITH T_RANK;

```

```

RUN;

proc datasets library=library nolist;
    delete GRSQ COX_RES cox_est COX_TIME_RANKED
Cox_regression_OUT;
run;

proc sql; drop table statout; quit;
ods graphics off;

%mend;

/* Programa metodo parinkimui ir reikiamos komandos iskvietimui */
%macro Duomeniu_analize(duomenys =,metodas=,nepriklausomi_kintamieji
=,priklausomas_kintamasis=,cenzuravimo_kintamasis=,ar_su_liekana=,itraukimo
_tipas=);
%if &metodas = LOG %then %do;
    %Logistic(data= &duomenys, var =
&nepriklausomi_kintamieji, y= &priklausomas_kintamasis, intercept=
&ar_su_liekana, selection=&itraukimo_tipas);
    %end;

%if &metodas = MDA %then %do;
    %Discriminant_analysis(data= &duomenys, var =
&nepriklausomi_kintamieji, y= &priklausomas_kintamasis);
    %end;

%if &metodas = COX %then %do;
    %Cox_regression(data= &duomenys, var =
&nepriklausomi_kintamieji, y= &priklausomas_kintamasis,
censor=&cenzuravimo_kintamasis, selection= &itraukimo_tipas);
    %end;

%mend;

```

## 4 PRIEDAS. BALANSO IR PELNO (NUOSTOLIO) ATASKAITŲ PAVYZDYS

Balanso forma

(įmonės pavadinimas)

(įmonės kodas, adresas, kiti duomenys)

(Tvirtinimo žyma)

20 \_\_\_ m. \_\_\_\_\_ d. BALANSAS

Nr. \_\_\_\_\_

(ataskaitos sudarymo data)

(ataskaitinis laikotarpis)

(ataskaitos tikslumo lygis ir valiuta)

	TURTAS	Pastabos Nr.	Finansiniai metai	Prašę finansiniai metai
<b>A.</b>	<b>ILGALAIKIS TURTAS</b>		-	-
<b>I.</b>	<b>NEMATERIALUSIS TURTAS</b>		-	-
I.1.	Pleštos darbai			
I.2.	Prestižas			
I.3.	Patentai, licencijos			
I.4.	Programinė įranga			
I.5.	Kitas nematerialusis turtas			
<b>II.</b>	<b>MATERIALUSIS TURTAS</b>		-	-
II.1.	Zemė			
II.2.	Pastatai ir statiniai			
II.3.	Masinos ir įrenginiai			
II.4.	Transporto priemonės			
II.5.	Kita įranga, prietaisai, įrankiai ir įrenginiai			
II.6.	Nebaigta statyba			
II.7.	Kitas materialusis turtas			
II.8.	Investicinis turtas		-	-
II.8.1.	Zemė			
II.8.2.	Pastatai			
<b>III.</b>	<b>FINANSINIS TURTAS</b>		-	-
III.1.	Investicijos į dukterines ir asocijuotas įmones			
III.2.	Paskolos asocijuotoms ir dukterinėms įmonėms			
III.3.	Po vienerių metų gautinos sumos			
III.4.	Kitas finansinis turtas			
<b>IV.</b>	<b>KITAS ILGALAIKIS TURTAS</b>		-	-
IV.1.	Andėtojo mokesčio turtas			
IV.2.	Kitas ilgalaikis turtas			
<b>B.</b>	<b>TRUMPALAIKIS TURTAS</b>		-	-
<b>I.</b>	<b>ATSARGOS, IŠANKSTINIAI APMOKĖJIMAI IR NEBAIGTOS VYKDYTI SUTARTYS</b>		-	-
I.1.	Atsargos		-	-
I.1.1.	Zaliavos ir komplektavimo gaminiai			
I.1.2.	Nebaigta gamyba			
I.1.3.	Pagaminta produkcija			
I.1.4.	Pirktos prekės, skirtos perparduoti			
I.1.5.	Ilgalaikis materialusis turtas, skirtas parduoti			
I.2.	Išankstiniai apmokėjimai			
I.3.	Nebaigtos vykdyti sutartys			
<b>II.</b>	<b>PER VIENERIUS METUS GAUTINOS SUMOS</b>		-	-
II.1.	Pirkėjų išsiskolinimas			
II.2.	Dukterinių ir asocijuotų įmonių skolos			
II.3.	Kitos gautinos sumos			
<b>III.</b>	<b>KITAS TRUMPALAIKIS TURTAS</b>		-	-
III.1.	Trumpalaikės investicijos			
III.2.	Termuoti indėliai			
III.3.	Kitas trumpalaikis turtas			
<b>IV.</b>	<b>PINIGAI IR PINIGŲ EKVIVALENTAI</b>			
	<b>TURTO IŠ VISO:</b>		-	-

	NUOSAVAS KAPITALAS IR ĮSIPAREIGOJIMAI	Pastabos Nr.
<b>C.</b>	<b>NUOSAVAS KAPITALAS</b>	
<b>I.</b>	<b>KAPITALAS</b>	
I.1.	Įstatinis (pasirašytasis)	
I.2.	Pasirašytasis neapmokėtas kapitalas (-)	
I.3.	Akcijų priedai	
I.4.	Savos akcijos (-)	
<b>II.</b>	<b>PERKAINOJIMO REZERVAS (REZULTATAI)</b>	
<b>III.</b>	<b>REZERVAI</b>	
III.1.	Privalomasis	
III.2.	Savoms akcijoms įsigyti	
III.3.	Kiti rezervai	
<b>IV.</b>	<b>NEPASKIRSTYTASIS PELNAS (NUOSTOLIAI)</b>	
IV.1.	Ataskaitinių metų pelnas (nuostoliai)	
IV.2.	Ankstesnių metų pelnas (nuostoliai)	
<b>D.</b>	<b>DOTACIJOS, SUBSIDIJOS</b>	
<b>E.</b>	<b>MOKĖTINOS SUMOS IR ĮSIPAREIGOJIMAI</b>	
<b>I.</b>	<b>PO VIENERIŲ METŲ MOKĖTINOS SUMOS IR ILGALAIKIAI ĮSIPAREIGOJIMAI</b>	
I.1.	Finansinės skolos	
I.1.1.	Lizingo (finansinės nuomos) ar panašūs įsipareigojimai	
I.1.2.	Kredito įstaiigoms	
I.1.3.	Kitos finansinės skolos	
I.2.	Skolos tiekėjams	
I.3.	Gauti išankstiniai apmokėjimai	
I.4.	Atidėjiniai	
I.4.1.	Įsipareigojimų ir reikalavimų padengimo	
I.4.2.	Pensijų ir panašių įsipareigojimų	
I.4.3.	Kiti atidėjiniai	
I.5.	Atidėtojo mokesčio įsipareigojimas	
I.6.	Kitos mokėtinos sumos ir ilgalaikiai įsipareigojimai	
<b>II.</b>	<b>PER VIENERIŲ METUS MOKĖTINOS SUMOS IR TRUMPALAIKIAI ĮSIPAREIGOJIMAI</b>	
II.1.	Ilgalaikių skolų einamųjų metų dalis	
II.2.	Finansinės skolos	
II.2.1.	Kredito įstaiigoms	
II.2.2.	Kitos skolos	
II.3.	Skolos tiekėjams	
II.4.	Gauti išankstiniai apmokėjimai	
II.5.	Pelno mokesčio įsipareigojimai	
II.6.	Su darbo santykiais susiję įsipareigojimai	
II.7.	Atidėjiniai	
II.8.	Kitos mokėtinos sumos ir trumpalaikiai įsipareigojimai	
	<b>NUOSAVO KAPITALO IR ĮSIPAREIGOJIMŲ IŠ VISO:</b>	

(įmonės vadovo pareigų pavadinimas)

(parašas) (vardas)

(vyriausiojo buhalterio (buhalterio)  
arba galinčio tvarkyti apskaitą kito  
asmens pareigų pavadinimas)

(parašas) (vardas)

Pelno (nuostolių) ataskaitos forma

\_\_\_\_\_  
(įmonės pavadinimas)

\_\_\_\_\_  
(įmonės kodas, adresas, kiti duomenys)

(Tvirtinimo žyma)

20\_\_ m. \_\_\_\_\_ d. PELNO (NUOSTOLIŲ) ATASKAITA  
\_\_\_\_\_  
Nr. \_\_\_\_\_  
(ataskaitos sudarymo data)

\_\_\_\_\_  
(ataskaitinis laikotarpis)

\_\_\_\_\_  
(ataskaitos tikslumo lygis ir valiuta)

Eil. nr.	STRAIPSNIAI	Pastabos Nr.	Finansiniai metai	Praėję finansiniai metai
I.	PARDAVIMO PAJAMOS			
II.	PARDAVIMO SAVIKAINA			
III.	BENDRASIS PELNAS (NUOSTOLIAD)		-	-
IV.	VEIKLOS SĄNAUDOS		-	-
IV.1	Pardavimo			
IV.2	Bendrosios ir administracinės			
V.	TIPINĖS VEIKLOS PELNAS (NUOSTOLIAD)		-	-
VI.	KITA VEIKLA		-	-
VI.1	Pajamos			
VI.2	Sąnaudos			
VII.	FINANSINĖ IR INVESTICINĖ VEIKLA		-	-
VII.1	Pajamos			
VII.2	Sąnaudos			
VIII.	IPRASTINĖS VEIKLOS PELNAS (NUOSTOLIAD)		-	-
IX.	PAGAUTĖ			
X.	NETEKIMAI			
XI.	PELNAS (NUOSTOLIAD) PRIEŠ APMOKESTINIMĄ		-	-
XII.	PELNO MOKESTIS			
XIII.	GRYNASIS PELNAS (NUOSTOLIAD)		-	-

\_\_\_\_\_  
(įmonės vadovo pareigų pavadinimas)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

\_\_\_\_\_  
(vardas ir pavardė)

\_\_\_\_\_  
(vyriausiojo buhalterio (buhalterio) arba galinčio  
tvarkyti apskaitą kito asmens pareigų pavadinimas)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

\_\_\_\_\_  
(vardas ir pavardė)