

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIZNESA, VADĪBAS UN EKONOMIKAS FAKULTĀTE
Ekonomikas nodaļa

MAKSĀTNESPĒJAS PROGNOZĒŠANAS MODEĻA
PIELIETOJUMS LATVIJAS SABIEDRĪBĀM AR IEROBEŽOTU
ATBILDĪBU

Application of bankruptcy prediction model to Latvian limited
liability companies

MAĢISTRA DARBS

Ekonomikas maģistra studiju programma

Matemātiskās ekonomikas apakšprogramma

Autors: Anna Frolova

Studenta apliecības Nr.: AF19028

Darba vadītājs: Dr.mat., prof. Mihails Hazans

RĪGA (2021)

ANOTĀCIJA

Lai sadarbība starp uzņēmumiem būtu veiksmīga, katram no partneriem jābūt pārliecinātam par otra maksātspēju. Maksātspējas prognozēšanas modeļi palīdz gūt šādu pārliecību. Izmantojot darījuma partnera deklarētos finansiālos rādītājus var gūt ieskatu tā finansiālajā stāvoklī un, pielietojot pareizi piemeklētu prognozēšanas modeli, var mēģināt savlaicīgi paredzēt iespējamo maksātspēju.

Maģistra darba mērķis ir aprobēt un pēc nepieciešamības modificēt E.Altmana Z-vērtību modeli Latvijas privāto uzņēmumu maksātspējas paredzēšanai, salīdzināt rezultātus ar logit analīzes metodi, kā arī izstrādāt priekšlikumus modeļa plašākai pielietošanai Latvijas uzņēmējdarbības vidē.

Rezultātā ar logit analīzes metodi ir izveidots maksātspējas prognozēšanas modelis, kurš ar 87,6% precizitāti spēj pareizi klasificēt maksātspējīgos uzņēmumus.

ANNOTATION

For a business-to-business partnership to be successful, it is important to evaluate one another's solvency. It is possible to make such an evaluation with the help of an insolvency prediction model. By using the business partner's financial information, a company can get an overview of its financial state and by implementing a suitable insolvency prediction model, a company can estimate whether an insolvency is in the foreseeable future.

The goal of this master's thesis is to approbate and to modify the Altman Z-score model on Latvian private limited companies to predict insolvency, to compare these results with a logit model and propose solutions how the model could be used in the Latvian business environment.

As a result, an insolvency prediction logit model has been constructed and it can correctly classify insolvent companies with 87,6% accuracy.

SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS	5
1. MAKSĀTNESPĒJAS BŪTĪBA UN IZPLATĪBA LATVIJĀ	8
1.1. Maksātnespējas būtība.....	8
1.2. Maksātnespējas izplatība Latvijā	11
2. MAKSĀTNESPĒJAS PROGNOZĒŠANAS MODEĻU RAKSTUROJUMS	17
2.1. Maksātnespējas prognozēšanas visizplatītākās metodes	17
2.1.1. Diskriminantu analīzes metode	17
2.1.2. Logit analīzes metode.....	23
2.1.3. Neironu tīklu metode.....	25
2.1.4. Metožu trūkumi un priekšrocības maksātnespējas prognozēšanā	28
2.2. Maksātnespējas prognozēšanas metožu pielietojums iepriekš veiktos pētījumos	30
2.2.1. Diskriminantu analīzes metode	30
2.1.2. Logit analīzes metode.....	36
2.1.3. Neironu tīklu metode.....	37
3. DATU ATLASE UN RAKSTUROJUMS PĒTĪJUMA NOLŪKIEM	40
3.1. Testa grupas atlase un raksturojums.....	42
3.2. Mērķa un kontroles grupu atlase un raksturojums	46
4. E.ALTMANA Z-VĒRTĪBU MAKSĀTNESPĒJAS PROGNOZĒŠANAS MODEĻU PIELIETOJUMS LATVIJAS UZŅĒMUMIEM	56
4.1. Z*-vērtību modeļa prognozētspējas analīze	57
4.2. Z** -vērtību modeļa prognozētspējas analīze	57
5. MODIFICĒTS E.ALTMANA MODELIS	59
5.1. Modelis ar E.Altmana Z*- vērtību modeļa finanšu rādītājiem.....	59
5.2. Modelis ar papildus aprēķinātajiem mainīgajiem	62
6. LOGIT PROGNOZĒŠANAS MODEĻA PIELIETOJUMS LATVIJAS UZŅĒMUMIEM	71
6.1. Trīs faktoru modeļi.....	72
6.2. Četru faktoru modeļi	73
6.3. Piecu faktoru modeļi	75
6.4. Logit modeļu rezultāti pārbaudes grupā.....	76
SECINĀJUMI	79
PRIEKŠLIKUMI	81
IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI	82

IEVADS

Katram ilgtspējīgam uzņēmumam ir svarīga veiksmīga sadarbība ar darījumu partneriem. Viens no veiksmīgas sadarbības pamatnosacījumiem ir uzticība, ka darījumu partneris būs spējīgs norēķināties par līgumā atrunātajiem pakalpojumiem vai precēm. Tātad, uzņēmumam ir svarīgi pārliedzināties par to, ka darījumu partnerim nedraud maksātnespēja. Izmantojot darījuma partnera deklarētos finansiālos rādītājus var gūt ieskatu tā finansiālajā stāvoklī un, pielietojot pareizi piemērlētu prognozēšanas modeli, var mēģināt savlaicīgi paredzēt iespējamo maksātnespēju.

Maksātnespējas paredzēšanas modeļi tiek plaši pētīti un aprakstīti zinātniskajā literatūrā, tomēr liela daļa no šiem modeļiem ir īpaši izstrādāti tikai publiski kotēto akciju sabiedrību maksātnespējas analīzei. Ņemot vērā to, ka Nasdaq Baltic biržā uz 2021.gada janvāri ir tikai 21 akciju emitents no Latvijas Republikas ar uzņēmējdarbības formu "akciju sabiedrība" un ka šo uzņēmumu finansiālie rādītāji tiek pastāvīgi analizēti gan no biržas, gan no pārējo tirgus dalībnieku puses, šī darba ietvaros biržā kotētie uzņēmumi netiks analizēti.

Turklāt, saskaņā ar Latvijas Republikas Uzņēmumu reģistra statistikas datiem pēdējo četru gadu laikā lielākā daļa no Latvijā dibinātajiem uzņēmumiem ir tieši sabiedrība ar ierobežotu atbildību. Tātad, ir nepieciešamība pēc tāda maksātnespējas paredzēšanas modeļa, ar kura palīdzību var izvērtēt tieši privāta Latvijas uzņēmuma maksātspeju un savlaicīgi paredzēt tā iespējamo maksātnespēju.

Reitinga aģentūras un kredītiestādes privāto uzņēmumu maksātnespējas izvērtēšanai pielieto pašu veidotus modeļus, kuri ir balstīti uz iekšēji izstrādātu metodoloģiju. Šie modeļi un metodes nav publiski pieejama informācija, tādēļ uzņēmumam ir jāatrod veids kā patstāvīgi un pēc iespējas precīzāk novērtēt darījuma partnera maksātspeju. Viens no visatpazīstamākajiem maksātnespējas prognozēšanas modeļiem ir E.Altmana Z-vērtības modelis, kurš tika sākotnēji izstrādāts 1968.gadā, bet kopš tā laika ir aktualizēts un pielāgots ne tikai publisko, bet arī privāto uzņēmumu maksātnespējas paredzēšanai. Ņemot vērā to, ka liela daļa Latvijas uzņēmumu ir maza vai vidēja izmēra un ka ne visi var atļauties uzturēt analītiskās nodaļas šāda veida izpētes veikšanai, tad augstas precizitātes maksātnespējas paredzēšanas modeļa izstrāde un publiska pieejamība ir svarīga godīgas uzņēmējdarbības veicināšanai valstī.

Līdz ar to **pētījuma problēma** ir, vai ir iespējams pārbaudīt Latvijas privāto uzņēmumu maksātnespējas iestāšanās varbūtību, izmantojot jau iepriekš izstrādātus maksātnespējas prognozēšanas modeļus vai to modifikācijas.

Maģistra **darba mērķis** ir aprobēt un pēc nepieciešamības modificēt E.Altmana Z-vērtību modeli Latvijas privāto uzņēmumu maksātnespējas paredzēšanai, salīdzināt rezultātus ar logit analīzes metodi, kā arī izstrādāt priekšlikumus modeļa plašākai pielietošanai Latvijas

uzņēmējdarbības vidē. Pētījuma vajadzībām, izmantojot Valsts Ieņēmumu dienestā iesniegto uzņēmumu gada pārskatu datus, tiks atlasīta pārbaudes, kontroles un mērķa grupas, kur mērķa grupas sastāvā tiks iekļauti uzņēmumi, kuri viena gada laikā pēc uzņēmumu gada pārskata taksācijas gada ir uzsākuši vai pabeiguši maksātnespējas un/vai tiesiskās aizsardzības procesu.

Maģistra **darba hipotēze**: E.Altmana Z-vērtības maksātnespējas prognozēšanas modelis uzrādīs statistiski nozīmīgu atšķirību starp mērķa un kontroles grupu.

Autora izvirzītie maģistra **darba uzdevumi**, lai sasniegtu minēto mērķi:

1. Aprakstīt un klasificēt Latvijas privāto uzņēmumu finansiālo grūtību situācijas (kā bankrots, tiesiskās aizsardzības process, maksātnespēja, uzņēmuma neaktivitāte);
2. Analizēt statistisko informāciju par maksātnespēju Latvijā pēdējo 10 gadu laikā, salīdzināt rādītājus Baltijas valstu ietvaros;
3. Izpētīt zinātnisko literatūru par privāto uzņēmumu maksātnespējas prognozēšanas modeļiem;
4. Identificēt faktorus, kuri potenciāli ietekmē maksātnespējas iestāšanos;
5. Identificēt kritērijus datu atlasei:
 - 1) Pārbaudes grupas izveide
 - 2) Mērķa grupas izveide;
 - 3) Kontroles grupas izveide
 - 4) Apstrādāt izveidoto grupu uzņēmumu gada pārskata finanšu datus un izveidot datu bāzi ar modeļa nepieciešamībām aprēķinātajiem finanšu rādītājiem;
6. Veikt uzņēmumu finanšu rādītāju aprēķinus un salīdzinošo analīzi;
7. Pielietot E.Altmana Z-vērtības maksātnespējas prognozēšanas modeli¹ maksātnespējas paredzēšanai un interpretēt iegūtos rezultātus;
8. Izveidot alternatīvu maksātnespējas prognozēšanas modeli ar logit analīzes metodi
9. Sniegt priekšlikumus par maksātnespējas prognozēšanas modeļu salīdzinājumu, uzlabojumiem un plašāku pielietošanas nepieciešamību Latvijas uzņēmējdarbības vidē.

Maģistra darba **pētījuma objekts** ir Latvijas Republikas Uzņēmumu reģistrā reģistrētas sabiedrības ar ierobežotu atbildību. Maģistra darba **pētījuma priekšmets** ir sabiedrības ar ierobežotu atbildību uzņēmumu gada pārskata finanšu rādītāju spēja prognozēt maksātnespēju.

Darba pirmajā nodaļā ir aprakstītas situācijas, kuras var liecināt par Latvijas privāto uzņēmumu finansiālajām grūtībām un veikta maksātnespējas rādītāju statistiskā analīze, lai gūtu ieskatu tās izplatībā tieši Latvijas uzņēmējdarbības vidē gan nozaru, gan uzņēmumu lieluma grupu griezumā. Darba otrajā nodaļā ir analizēti maksātnespējas prognozēšanas metodes un modeļi, kā

¹ Altman, Edward I. Corporate financial distress and bankruptcy: analyze leveraged finance, distressed debt and bankruptcy, New York, USA, 2019

arī to precizitāte jau veikto pētījumu ietvaros. Darba trešajā nodaļā ir veikta datu atlase pētījuma vajadzībām un ir sniegta aprakstošā statistika par pārbaudes, mērķa un kontroles grupām. Darba ceturtajā nodaļā ir pielietots E.Altmana Z-vērtības maksātspējas prognozēšanas modelis Latvijas uzņēmumiem un apkopoti iegūtie rezultāti, kā arī ir analizēta minētā modeļa prognozētspēja. Darba piektajā nodaļā ar mērķa un kontroles grupu datiem ir izveidoti vairāki maksātspējas prognozēšanas modeļi ar diskriminantu analīzes metodi. Darba sestajā nodaļā ar logit analīzes metodi ir izveidoti vairāki modeļi Latvijas uzņēmumiem un apkopoti iegūtie rezultāti gan mērķa, gan kontroles grupā, kā arī ir analizēta minētā modeļa prognozētspēja.

Darba izstrādē ir izmantota zinātniskās literatūras analīze, kā arī statistiskās un ekonometriskās analīzes metodes. Aprēķini un modelēšana veikti izmantojot SPSS, eViews, R Studio un Microsoft Excel datu apstrādes programmas.

Pētījuma periods finanšu rādītāju analīzē ir no 2015.gada līdz 2019.gadam, savukārt Latvijas maksātspējas statistiskās informācijas analīzē pētījuma periods ir paplašināts: no 2008.līdz 2019.gadam.

Maģistra darbā izmantoti dažādi zinātniskās literatūras avoti, normatīvie akti par uzņēmumu maksātspēju, kā arī interneta resursi.

Datu ieguves avots ir Valsts ieņēmumu dienesta datu noliktavas sistēmas un tajās pieejamie uzņēmumu gada pārskatu dati, Eurostat datu bāze, Centrālās statistikas pārvaldes publiski pieejamo datu bāze, Lursoft publiski pieejamo datu bāze par maksātspējas procesiem.

1. MAKSĀTNESPĒJAS BŪTĪBA UN IZPLATĪBA LATVIJĀ

Viens no uzņēmumu galvenajiem mērķiem ir peļņas gūšana, kas savukārt kalpo kā garants tam, ka uzņēmums būs spējīgs norēķināties par savām saistībām, tātad būs maksātspējīgs. Nereti literatūrā maksātspēja tiek raksturota arī kā likviditāte, rentabilitāte vai stabils finansiālais stāvoklis. Ja uzņēmums ir maksātnespējīgs, tas liecina par nopietnām problēmām ar uzņēmuma finansiālo veselību, tādēļ ir svarīgi pārlicināties par uzņēmuma darījumu partneru finanšu stabilitāti.

Literatūrā maksātnespējas jēdzienam ir vairākas interpretācijas, tādēļ šajā nodaļā tiks aprakstītas definīcijas, kuras var liecināt par Latvijas privāto uzņēmumu finansiālajām grūtībām. Lai gūtu ieskatu tās izplatībā tieši Latvijas uzņēmējdarbības vidē gan nozaru, gan uzņēmumu lieluma grupu griezumā, tiks veikta maksātnespējas rādītāju statistiskā analīze.

1.1. Maksātnespējas būtība

Finansiālās situācijas pasliktināšanās vai maksātnespējas prognozēšana var noderēt ne tikai darījumu partneru izvērtēšanas nolūkiem, bet arī, lai pārzinātu sava uzņēmuma darbības rezultātus un savlaicīgi spētu reaģēt uz signāliem, kuri var liecināt par bankrota iespējamību. Uzņēmuma vadītājam ir ne tikai jāpārzina faktori, kuri var veicināt uzņēmējdarbības attīstību, bet arī jāsaprot, kāda rīcība var veicināt neveiksmes un bankrotu, kā arī jāzina, kā rīkoties, lai novērstu šos iemeslus un potenciāli kā vērst situāciju par labu.

Saskaņā ar Latvijas Republikas Maksātnespējas likumu², uzņēmumu, kurš nav spējīgs nokārtot savas parādsaistības, par maksātnespējīgu var atzīt tikai tiesa, ja tiek konstatēta kāda no maksātnespējas pazīmēm:

- Parādnieks nespēj vai nespēs nokārtot savas parādsaistības;
- Parādnieks ir pārtraucis kārtot savas parādsaistības, kurām ir pienācis izpildes termiņš;
- Parādnieks ir brīdināts par maksātnespējas pieteikuma iesniegšanu no trešās puses;
- Parādnieka parādu saistības pārsniedz tā bilances aktīvus.

Latvijas uzņēmējdarbības vidē jēdzieni maksātnespēja un bankrots tiek lietoti kā divi uzņēmuma finansiālā stāvokļa raksturojumi. Uzņēmuma maksātnespēja ir paša uzņēmēja atzīta, kā arī tiesas konstatēta uzņēmuma nespēja nomaksāt parādus. Juridiskās personas maksātnespējas procesa ietvaros no parādnieka mantas tiek segti kreditoru prasījumi, lai veicinātu parādnieka saistību izpildi. Savukārt bankrots ir maksātnespējīga uzņēmuma piespiedu atsavināšana vai likvidācija nolūkā iegūt līdzekļus kreditoru likumā pamatoto prasījumu apmierināšanai. Tā kā

² Latvijas Republikas Maksātnespējas likums, pieņemts 26.07.2010.

nereti uzņēmumi tiek likvidēti bez bankrota procedūras, statistikas dati par bankrota notikumiem ir nepilnīgi un neaptver visus potenciālos gadījumus.

Šī darba analītiskās daļas ietvaros ir iekļauti arī tiesiskās aizsardzības procesā iesaistītie uzņēmumi, jo šis process, līdzīgi kā maksātnespēja, ir pilnībā tiesā notiekošs sanācijas process, ar kura palīdzību uzņēmums var atjaunot savu spēju nokārtot savas saistības. Maksātnespējas likuma 3.pants paredz, ka tiesiskās aizsardzības process ir tiesisku pasākumu kopums, kura mērķis ir atjaunot parādnieka spēju nokārtot savas saistības, ja parādnieks ir nonācis finansiālās grūtībās vai uzskata, ka tajās nonāks. Minētā procesa mērķis ir veiksmīgas komercdarbības atjaunošana, kas godprātīgam parādniekam, kurš nonācis finansiālās grūtībās, dod iespēju atjaunot savu maksātspēju un turpināt uzņēmuma darbību. Arī ārpus tiesiskās aizsardzības procesā iesaistītie uzņēmumi tiks analizēti šī darba ietvaros, jo tā ir hibrīda ārpus tiesas/sanācijas procedūra, ar kuru paātrinātā kārtībā tiek veicināta uzņēmuma komercdarbības atjaunošana.

Ārvalstu zinātniskajā literatūrā maksātnespējas jēdziena raksturošanai tiek izmantoti dažādi raksturojošie jēdzieni:

- Bankruptcy (bankrots, finansiālas problēmas);
- Failure (neveiksme, neizdošanās);
- Distress (bīstama situācija, briesmas, draudi);
- Insolvency (maksātnespēja).

Vienā no atpazīstamākajiem bankrota prognozēšanas pētījumiem E.Altmans bankrots tiek paskaidrots kā uzņēmējdarbības neizdošanās³ un autors definē piecus potenciālos bankrota veidus:

- 1) ekonomiska neveiksme nozīmē to, ka ieguldītā kapitāla atdeve, ņemot vērā pieļaujamo riska pakāpi, ir nozīmīgi un pastāvīgi zemāka nekā likmes līdzīgos ieguldījumos;
- 2) uzņēmuma neveiksme, ko raksturo darbības pārtraukšana, kam seko bankrota, slēgšanas, likvidēšanas vai apvienošanās procedūra; apzināta izvairīšanās segt tekošās saistības vai tiesvedības rezultāts;
- 3) tehniska maksātnespēja, kur uzņēmums nav spējīgs segt tekošās saistības dēļ nepietiekamas naudas plūsmas;
- 4) maksātnespēja bankrota nozīmē ir daudz ievērojamāka, kas ir tāds uzņēmuma stāvoklis, kad kopējās saistības pārsniedz kopējo aktīvu apmēru;
- 5) bankrots, kas ir pieteikts likumā noteiktā kārtībā izmantojot pastāvošo likumdošanu, lai likvidētu aktīvus vai mēģinātu atjaunot uzņēmējdarbību likumiskā ceļā.⁴

³ Altman E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609.

⁴ Altman, E.I. (1993). Corporate financial distress and bankruptcy: A complete guide to predicting and avoiding distress and profiting from bankruptcy.

Biznesa neveiksmei arī nav vienotas definīcijas ekspertu starpā. Daži spriež, ka neveiksme notiek tad, kad uzņēmums ir oficiāli pieteicis bankrota procedūras uzsākšanu. Citi apgalvo, ka pastāv vairāki uzņēmuma “nāves” veidi, to skaitā bankrots, pārņemšana, apvienošana vai restrukturizācija. Vēl citi uzsver, ka neveiksme notiek tad, kad uzņēmums nespēj pildīt savas saistības ne tikai kreditoru vai valdes locekļu priekšā, bet arī darba ņēmēju, piegādātāju, kā arī klientu un īpašnieku priekšā. Zinātniskajā literatūrā pastāv vairāki skaidrojumi uzņēmuma neveiksmei: uzņēmuma likvidācija bez bankrota procedūras; uzņēmuma sabrukums un tam sekojoša sadalīšanās; uzņēmuma apvienošana ar citu veiksmīgāku uzņēmumu; uzņēmuma nespēja savlaicīgi norēķināties par savām saistībām; uzņēmuma tehniska maksātnespēja, kad realizējamo aktīvu apmērs ir nepietiekošs, lai segtu kopējās saistības.

Vienā no pirmajiem maksātnespējas prognozēšanas pētījumiem, kura ietvaros V.Bīvers izmantoja finanšu koeficientus, lai prognozētu uzņēmuma finanšu stāvokļa pasliktināšanos, maksātnespēja tiek definēta kā neveiksme – uzņēmuma nespēja segt savas finansiālās saistības tam paredzētajā termiņā.

F.Elloumi un J. Gueyie⁵ uzskata, ja uzņēmuma darbība samazinās līdz tam, kad tas vairs nav spējīgs segt savas finanšu saistības, uzņēmums ir sasniedzis finansiālas trauksmes stāvokli. Pirmie šāda stāvokļa signāli ir parādu veidošana un lēmums par to, ka akcionāriem netiks izmaksātas dividendes. Finansiālas trauksmes stāvoklī uzņēmuma naudas plūsma samazinās un ar apgrozāmajiem līdzekļiem nav iespējams segt īstermiņa saistības.

Finanšu apdraudējums saskaņā ar pētījumiem no T.Kida⁶ un J.F.Mutchler⁷ apzīmē problēmās nonākušu uzņēmumu, ja tam ir vismaz viena no šīm pazīmēm:

- negatīvs darba kapitāls tekošajā gadā;
- zaudējumi vienā no trīs pēdējiem darbības gadiem;
- trīs gadus pirms bankrota nav nesadalītās peļņas rezerves;
- zaudējumi salīdzinot pārdošanas ienākumus un ražošanas izdevumus vienā no trīs pēdējiem darbības gadiem.

Bankrota riska analīzes modeļu pētījumos ir pausts uzskats, ka bankrota jeb maksātnespējas risks ir uzņēmuma nespēja segt saistības, kurām ir pienācis izpildes termiņš, ko ir veicinājušas tekošās operācijas.⁸ Darbā minētajā Băileşteanu Model (1998) pētījumā ir uzskats, ka

⁵ Elloumi, F. And Gueyie, J. (2001). Financial distress and corporate governance: an empirical analysis, *Corporate governance*, 1(1), 15-23.

⁶ Kida, T. (1980). An investigation into auditor's continuity and related qualification judgments, *Journal of Accounting Research*, 18(2), 506-523.

⁷ Mutchler, J.F. (1985). A multivariate analysis of the auditor's going-concern opinion decision, *Journal of Accounting Research*, 23(2), 668-682.

⁸ Bordeianu G., Radu F., Paraschivescu, M.D., & Păvăloaia, W. (2011). Analysis models of the bankruptcy risk, *Economy Transdisciplinary Cognition*, 14(1), 248-259.

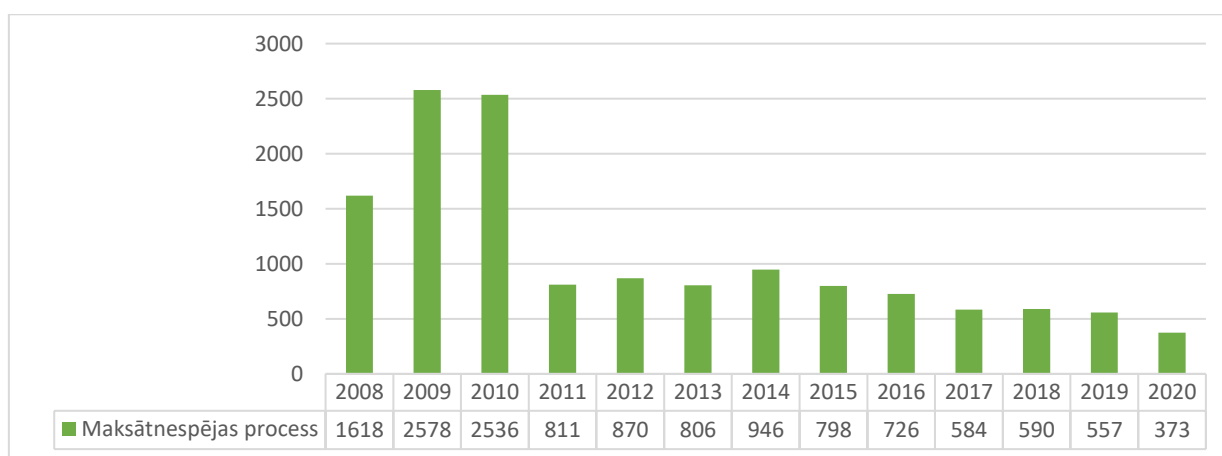
maksātnespējas modeli vislabāk raksturo tādi faktori kā nespēja norēķināties par tekošajām saistībām, finanšu resursu nepietiekamība parādu segšanai, zaudējumi un novēloti debitoru norēķini.

Indijas cementa uzņēmumu analīzes pētījumā⁹ bankrots definēts kā situācija, kur saistības pārsniedz uzņēmuma aktīvu apmēru, kas galvenokārt var notikt, ja netiek pienācīgi veikta kapitalizācija, nav pietiekams apgrozāmo līdzekļu apjoms, naudas avoti netiek pareizi pārvaldīti, vadības aktivitātes ir neefektīvas, strauji samazinās pārdošanas apjomi vai tirgus situācija pasliktinās.

Izvērtējot ārzemju literatūrā minētās maksātnespējas definīcijas un paskaidrojumus, autors ir izlēmis šī darba ietvaros pielīdzināt maksātnespēju bankrota jēdzienam, jo abi liecina par uzņēmuma finansiālām problēmām.

1.2. Maksātnespējas izplatība Latvijā

Lai gūtu priekšstatu par maksātnespējas un tiesiskās aizsardzības procesu piemērošanas biežumu Latvijā un ārpus tās, tiek analizēti Latvijas Republikas Uzņēmumu reģistra veidotā Maksātnespējas reģistra dati, kā arī Eiropas Savienības Statistikas biroja “Eurostat” publicētie dati par maksātnespēju skaitu Eiropas Savienības valstīs.



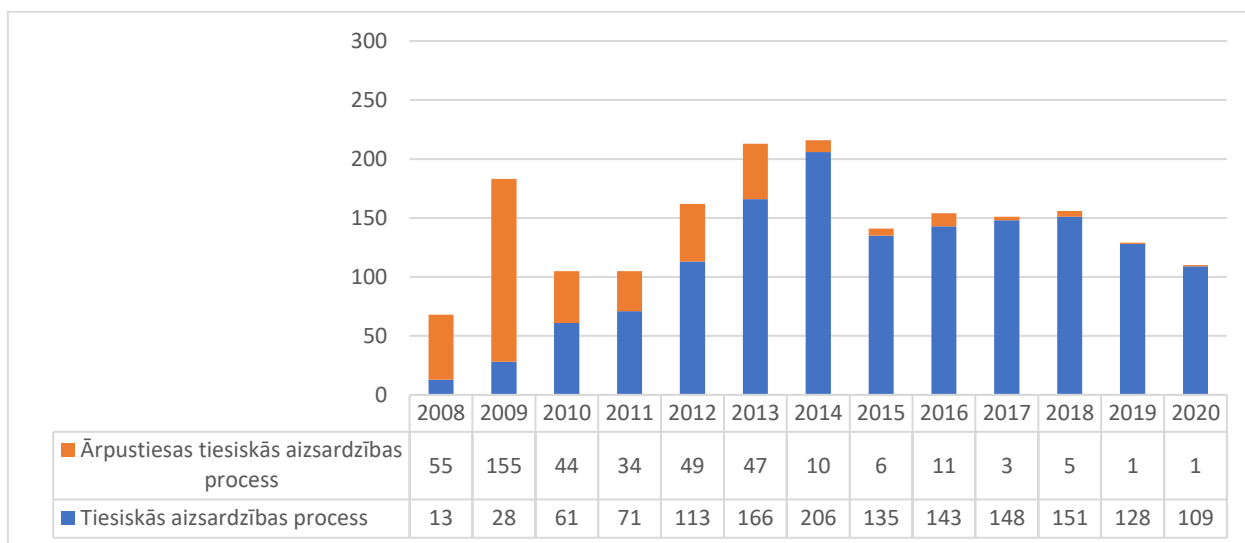
1.1. att. Ierosināto vietējo maksātnespējas procesu juridiskām personām skaita dinamika Latvijā no 2008. līdz 2020.gadam

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Maksātnespējas procesu skaitu, UR Maksātnespējas reģistrs, pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNR_LSTAT&stat_id=546 [skatīts 10.04.2021].

Juridisko personu vietējo maksātnespējas procesu skaits bija īpaši augsts divu gadu periodā pēc 2008.gada ekonomiskās krīzes (skat. 1.1.attēlu). Turpmākajā periodā ar nelielām svārstībām, bet maksātnespējas procesu skaits samazinās un jau 2020.gadā ir vērojams būtisks samazinājums

⁹ Venkataramana, N. (2012). Financial performance and predicting the risk of bankruptcy: a case of selected cement companies in India, *International Journal of public administration and management research*, 1(1), 40-56.

līdz 373 ierosinātiem procesiem. Kopumā kopš 2008.gada Latvijā ierosināti 13 793 vietējie maksātnespējas procesi juridiskām personām.



1.2. att. Ierosināto ārpustiesas un standarta tiesiskās aizsardzības procesu juridiskām personām skaita dinamika Latvijā no 2008. līdz 2020.gadam

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Tiesiskās aizsardzības procesu skaitu, UR Maksātnespējas reģistrs, pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNR_LSTAT&stat_id=535 [skatīts 10.04.2021].

Juridisko personu tiesiskās aizsardzības procesu skaits ir ievērojami lielāks laika periodā no 2012. līdz 2014.gadam (skatīt 1.2.attēlu). Savukārt kopš 2018.gada novērojams šo procesu skaita samazinājums līdzīgi kā maksātnespējas procesu dinamikā.

Latvijā maksātnespējas un tiesiskās aizsardzības procesu skaits juridiskām personām 2020.gadā, salīdzinot ar 2019.gadu ir samazinājies. Svarīgs šī samazinājuma faktors ir COVID-19 vīrusa ietekme, jo saskaņā ar Maksātnespējas kontroles dienesta ziņojumu, lai nodrošinātu finansiālo un tiesisko stabilitāti, 2020.gada 21.martā izsludinātā likuma “Par valsts apdraudējuma un tā seku novēršanas un pārvarēšanas pasākumiem sakarā ar Covid-19 izplatību” 17.pants noteica, ka līdz 2020. gada 1.septembrim kreditoriem, tostarp darbiniekiem, aizliegts iesniegt juridiskās personas maksātnespējas procesa pieteikumu, tādējādi saglabājot komersantiem iespēju pilnvērtīgāk turpināt savu saimniecisko darbību ierobežotas ekonomiskās situācijas ietvaros. No 2020.gada 2.septembra tiesības kreditoriem iesniegt juridiskās personas maksātnespējas procesa pieteikumu tika atjaunotas.

Saskaņā ar Maksātnespējas reģistra datiem (skatīt 1.1.tabulu), laika posmā no 2009. līdz 2020.gadam lielākais īpatsvars ierosināto maksātnespējas un tiesiskās aizsardzības procesu (standarta un paātrināto) ir juridiskām personām ar uzņēmējdarbības formu sabiedrība ar ierobežotu atbildību (97,2%). Šīs uzņēmējdarbības formas īpatsvars ik gadu ir virs 95% robežas.

Latvijā ierosināto maksātnespējas un tiesiskās aizsardzības procesu juridiskām personām sadalījums pēc uzņēmējdarbības formas laika posmā no 2009. līdz 2020.gadam

Gads	Uzņēmējdarbības formas						SIA īpatsvars kopējā procesu skaitā, %
	akciju sabiedrība	individuālais uzņēmums/ komersants	sabiedrība ar ierobežotu atbildību	zemnieku saimniecība	cita	kopā	
2009	7	35	2577	19	25	2663	96,8
2010	8	35	2688	20	14	2765	97,2
2011	3	8	911	10	5	937	97,2
2012	1	9	1012	4	1	1027	98,5
2013	0	7	1015	9	4	1035	98,1
2014	1	8	1188	10	4	1211	98,1
2015	4	4	915	21	4	948	96,5
2016	3	13	850	7	6	879	96,7
2017	2	8	721	13	3	747	96,5
2018	1	7	730	6	3	747	97,7
2019	4	6	669	5	9	693	96,5
2020	1	4	467	10	2	484	96,5
Kopā	35	144	13743	134	80	14136	
Īpatsvars	0,2%	1,0%	97,2%	0,9%	0,6%		

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz UR Maksātnespējas reģistrs, pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNP_LSEARCH&lang=LV [skatīts 09.04.2021].

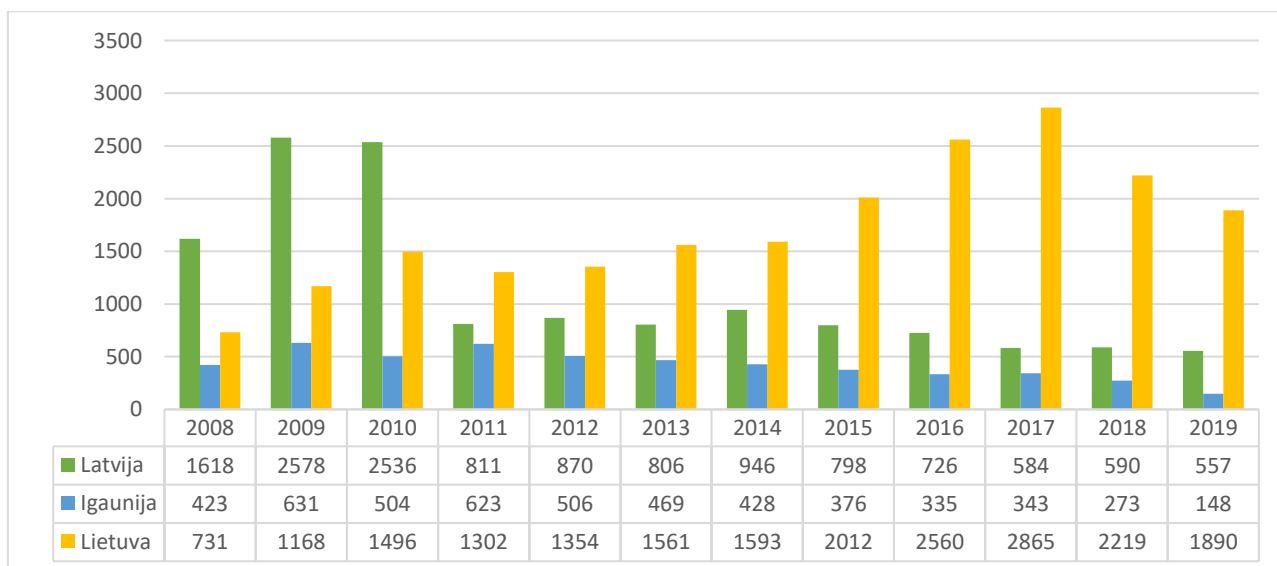
Maksātnespēja uz laiku apstādina uzņēmējdarbības normālo plūsmu, tomēr šī procesa rezultātā ne vienmēr uzņēmējdarbība tiek likvidēta. Savlaicīgi paredzot un korekti īstenojot šo procesu, uzņēmums var turpināt veiksmīgu darbību un mācīties no iepriekš pieļautajām kļūdām, kuras noveda pie maksātnespējas. Laika posmā no 2009. līdz 2020.gadam 5826 maksātnespējas procesi (skat. 1.2.tabulu) tika izbeigti un 99,1% no tiem ar sanācijas procesu. Sanācija ir maksātnespējas stāvokļa risinājums, kas izpaužas kā plānveidīgu pasākumu veikšana nolūkā novērst uzņēmuma iespējamo bankrotu, atjaunot maksāspēju un apmierināt kreditoru prasījumus. Tātad šiem uzņēmumiem izdevās novērst bankrotu un turpināt savu uzņēmējdarbību. Mazāk kā viens procents no visiem maksātnespējas procesiem tiek izbeigts ar bankrota procedūru, kas liecina par Latvijas uzņēmumu spēju atjaunot savu maksāspēju ar maksātnespējas administratora palīdzību. Izbeigto maksātnespējas procesu skaita samazinājuma tendence šajā gadījumā neliecina par to, ka maksātnespējas procesi netiek izbeigti, bet gan tikai to, ka kopējais maksātnespējas procesu skaita samazinājums ir veicinājis izbeigto maksātnespējas procesu samazinājumu.

Izbeigto maksātnespējas procesu skaits juridiskajām personām pēc maksātnespējas stāvokļa risinājuma veida no 2009. līdz 2020.gadam

Gads	Bankrota procedūra	Izligums	Sanācija	Maksātnespējas procesā kopā
2009	5	0	904	909
2010	3	0	1172	1175
2011	6	3	1165	1174
2012	4	0	893	897
2013	4	4	626	634
2014	4	1	389	394
2015	4	6	390	400
2016	0	4	144	148
2017	0	2	58	60
2018	0	0	17	17
2019	0	0	9	9
2020	0	0	9	9
Kopā	30	20	5776	5826
Īpatsvars	0,5%	0,3%	99,1%	

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz UR Maksātnespējas reģistrs, pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNR_LSTAT&stat_id=550 [skatīts 09.04.2021].

Baltijas valstu griezumā arī Lietuvā un Igaunijā, līdzīgi kā Latvijā, 2009. un 2010.gadā bija ievērojami augstāks maksātnespējas procesu skaits nekā turpmākajos gados (skatīt 1.3. attēlu). Interesanti, ka Lietuvā novērojama maksātnespējas dinamikas izaugsme līdz 2017.gadam, kamēr Latvijā un Igaunijā maksātnespējas procesu skaits šajā posmā samazinās. 2018. un 2019.gadā maksātnespējas procesu skaits visās Baltijas valstīs samazinājās.



1.3. att. Ierosināto maksātnespējas procesu skaits juridiskām personām Latvijā, Lietuvā un Igaunijā no 2008. līdz 2019.gadam

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Creditreform AG pētījumiem no 2013. līdz 2020.gadam.

Statistikas dati liecina, ka kopumā Eiropas valstīs, līdzīgi kā Latvijā, maksātnespējas procesu skaits samazinās (skatīt 1.3. tabulu). Kopējais maksātnespējas procesu skaits Eiropas valstīs 2019.gadā ir zemākais pēdējo desmit gadu laikā. Vairākās lielo ekonomiku valstīs maksātnespējas procesu skaits 2019.gadā, salīdzinot ar 2018.gadu, ir samazinājies, piemēram, Francijā – par 5,2%, Vācijā – par 3,0%, Lielbritānijā – par 2,8%. Visievērojamākais maksātnespējas procesu samazinājums 2019.gadā, salīdzinot ar 2018.gadu, novērojams Īrijā (par 25,9%), Portugālē (par 13,9%). Neskatoties uz maksātnespējas procesu samazinājuma tendenci 2019.gadā lielajās Eiropas valstīs, šo procesu skaits Grieķijā, Dānijā, Spānijā, Beļģijā un citās valstīs ir ievērojami pieaudzis. Francijas uzņēmumu maksātnespējas procesu skaita īpatsvars kopējā maksātnespējas procesu skaitā Eiropas valstīs 2019.gadā ir 30,7%, kas ir gandrīz viena trešdaļa no visiem juridisko personu maksātnespējas procesiem. Līdzīgi Vācijas uzņēmumu īpatsvars ir 11,3%, savukārt Skandināvijas valstu – 14,4.

1.3.tabula

Maksātnespējas procesu skaits Eiropas valstīs no 2010. līdz 2019.gadam

Valsts/Gads	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Austrija	6657	6194	6266	5626	5600	5422	5534	5318	5224	5235
Beļģija	9570	10224	10587	11739	10736	9762	9170	9968	9878	10598
Dānija	6461	5468	5456	4993	4049	4029	6674	6383	7155	8474
Somija	2864	2944	2956	3131	2954	2574	2408	2160	2534	2597
Francija	51060	49506	59556	60980	60853	61429	57953	54515	53887	51086
Vācija	32060	30120	28720	26120	24030	23180	21560	20140	19410	18830
Īrija	1525	1638	1684	1365	1164	1049	1032	874	767	568
Itālija	10089	10844	12311	14272	16101	16015	15057	14108	13695	14228
Luksemburga	918	961	1033	1016	845	873	983	935	1195	1263
Nīderlande	7211	6176	7373	8375	6645	5271	4399	3291	3145	3209
Norvēģija	4435	4355	3814	4564	4803	4462	4544	4557	5010	5013
Portugāle	5144	6077	7763	8131	6773	7288	7195	6284	5888	5071
Spānija	4845	5910	7799	8934	6564	5097	4297	4261	4131	4464
Zviedrija	7546	7229	7737	7701	7158	6433	6019	6714	7599	7776
Šveice	6255	6661	6841	6495	5867	6098	6504	6684	6878	6827
Lielbritānija	17468	18467	17765	17660	15983	15983	17976	18483	18733	18202
Grieķija	355	445	415	392	330	189	108	123	84	107
Latvija	2536	811	870	806	946	798	726	584	590	557
Igaunija	504	623	506	469	428	376	335	343	273	148
Lietuva	1496	1302	1354	1561	1593	2012	2560	2865	2219	1890
Kopā	178999	175955	190806	194330	183422	178340	175034	168590	168295	166143

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Creditreform AG pētījumiem no 2013.līdz 2020.gadam

Lai mazinātu Eiropas valstu starpā pastāvošās atšķirības maksātnespēju regulējošajā likumdošanā, tiek aprēķināts maksātnespējīgo uzņēmumu skaita īpatsvars uz 10 000 uzņēmumiem (skat.1.4.tabulu). 2018.gadā augstākais rādītājs Baltijas valstu ietvaros ir Lietuvā, bet zemākais –

Igaunijā. Eiropas ietvaros augstākais rādītājs 2018.gadā ir Dānijā, kur arī 2017.gadā tas bija viens no augstākajiem. Uzlabojumi šī rādītāja ietvaros laika posmā no 2016.līdz 2018.gadam novērojami Austrijā (no 134 līdz 127), Vācijā (no 77 līdz 72), Īrijā (no 41 līdz 28). Pieņemot, ka zems šī rādītāja līmenis (līdz 100) ir pozitīvs novērtējums, tad 2018.gadā tāds ir 11 no 19 norādītajām valstīm. Pieņemot, ka augsts šī rādītāja līmenis (līdz 300) ir negatīvs novērtējums, tad 2018.gadā tāds ir vienai valstij – Dānijai.

1.4.tabula

**Maksātnespējīgo uzņēmumu skaits Eiropas valstīs uz 10 000 uzņēmumu
no 2010. līdz 2018.gadam**

Valsts/Gads	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Austrija	156	144	145	130	133	133	134	129	127
Beļģija	160	167	171	189	169	152	139	148	148
Dānija	304	251	250	231	186	186	297	277	307
Somija	100	101	101	108	101	88	83	72	84
Francija	173	166	196	192	178	176	163	145	135
Vācija	108	101	96	88	85	83	77	72	72
Īrija	78	87	91	-	49	42	41	32	28
Itālija	25	27	31	37	42	42	39	37	36
Luksemburga	332	337	355	336	270	274	303	278	-
Nīderlande	74	61	71	80	62	47	38	28	25
Norvēģija	165	158	137	158	166	151	153	153	168
Portugāle	59	72	96	103	85	89	85	72	65
Spānija	16	19	26	30	22	17	14	14	13
Zviedrija	113	101	105	107	98	87	79	87	98
Šveice	-	-	-	169	149	154	164	168	173
Lielbritānija	87	91	86	83	72	69	73	72	73
Latvija	307	92	93	83	94	72	62	51	52
Igaunija	72	86	67	59	53	45	39	38	29
Lietuva	124	99	90	99	90	108	130	140	104

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Creditreform AG pētījumiem no 2013.līdz 2020.gadam

Maksātnespējas process joprojām ir plaši izmantots uzņēmējdarbības atjaunošanas risinājums, kuru pielieto ne tikai Latvijā, bet arī ārpus tās. Savlaicīga maksātnespējas novērtēšana uzņēmumu darījumu partneriem gan Latvijā, gan Eiropā, var sniegt atbalstu ne tikai darījumu partneru izvērtēšanā, bet arī savlaicīgas rīcības veicināšanā, lai potenciālai maksātnespējai pakļautais uzņēmums spētu uzlabot savu finansiālo stāvokli un turpināt veiksmīgu uzņēmējdarbību arī turpmāk.

2. MAKSĀTNESPĒJAS PROGNOZĒŠANAS MODEĻU RAKSTUROJUMS

Katra maksātnespējas prognozēšanas modeļa pirmais posms ietver finanšu rādītāju jeb koeficientu atlasīšanu, lai izvēlētos tos, kuri modeļa ietvaros visprecīzāk spēš parādīt atšķirību starp maksātspējīgu un maksātnespējīgu uzņēmumu.

Lai pēc iespējas precīzāk novērtētu uzņēmuma maksātnespējas iespējamību, jāveic vairāku iekšējo un ārējo faktoru analīze. Ārējie faktori, kuriem potenciāli varētu būt ietekme uz uzņēmuma finanšu darbības rezultātiem, var būt attiecīgās valsts ekonomiskā stratēģija, konkurences līmenis kāda tirgus segmenta ietvaros, pat kultūras vai sociālā vide valstī. Tomēr, ārējo faktoru ietekmes līmeni uz uzņēmumiem un to pelnītspēju ir grūti novērtēt statistikas datu trūkuma dēļ. Līdzvērtīgu analīzi potenciāli var veikt izmantojot tādas iekšējos faktorus kā uzņēmuma vadītāju kompetence, organizatoriskā struktūra, personāla vadības rīki, iekšējā kontrole, vadības pieredze u.tml. Tomēr, informācija par iekšējiem faktoriem ir pieejama tikai uzņēmuma ietvaros un parasti nav publiski pieejama.

Iekšējās informācijas analīze ietver arī finanšu tirgus rādītājus un no tiem izrietošo uzņēmuma finanšu koeficientus. Šāda metode tiek bieži izmantota zinātniskos pētījumos un to ietvaros tiek izvēlēti koeficienti, kuri vislabāk raksturo uzņēmuma maksātspēju, pelnītspēju, darba kapitāla pietiekamību u.c. Vairākos pētījumos nereti piemin to, ka, veicot pētījumu ir rūpīgi jāizvērtē, vai uzņēmuma finanšu informācija un dati atbilst patiesajam uzņēmuma finansiālajam stāvoklim. Īpaša uzmanība jāpievērš analizējot valstis, kurās ir plaši izplatīta nodokļu optimizācija vai kurās ir augsts ēnu ekonomikas īpatsvars.

Pirmie maksātnespējas prognozēšanas modeļi tika izveidoti 20.gadsimta 60.gados. Kopš tā laika, izmantojot tehnoloģiju attīstību un to sniegtās priekšrocības, sākotnējie modeļi ir pilnveidoti, kā arī, balstoties uz jaunām analīzes metodēm, ir izgudroti vairāki jauni maksātnespējas prognozēšanas modeļi. Šajā nodaļā tiks apskatītas trīs maksātnespējas prognozēšanas metodes un to pielietojums iepriekš veiktos pētījumos

2.1. Maksātnespējas prognozēšanas visizplatītākās metodes

2.1.1. Diskriminantu analīzes metode

Diskriminantu analīze ir matemātiskās statistikas daudzdimensiju analīzes metode, kas izstrādā un pēta objektu diskrimināciju grupās pēc noteikta pazīmju kopuma. Diskriminantu analīzes mērķis ir, nosakot atkarīgā mainīgā iedalījumu kategorijās ietekmējošos faktorus, izstrādāt klasifikācijas funkcijas un noteikt to diskriminētspēju. Šī analīzes metode ir piemērota gadījumos, ja atkarīgais mainīgais ir iedalīts kategorijās, tātad ir nomināls vai kārtas, kā arī, ja atkarīgais mainīgais ir binārs jeb iedalīts tikai divās kategorijās.

Diskriminantu analīzes metodē ir divi pamatpieņēmumi:

- Neatkarīgo mainīgo normalitāte – tiek pieņemts, ka izlasē iekļautajiem mainīgajiem ir normāls sadalījums un nav izlecošo vērtību, kuras varētu ietekmēt diskriminantu funkcijas rezultātus negatīvi;
- Grupu dispersiju un kovariāciju vienādība – tiek pieņemts, ka grupu kovariāciju matricas ir vienādas jeb homogēnas starp grupām. Rezultātā klasifikācijas procesu var ietekmēt šī pieņēmuma pārkāpums, īpaši, ja izlasē ir mazāk kā 20 novērojumu ar katru mainīgo.

Diskriminantu funkcija ir pēc to klasificētspējas atlasītu neatkarīgo mainīgo lineāra kombinācija, ko lieto iedalīšanai grupās. Diskriminantu funkcijas prognozētā vērtība ir diskriminantu Z vērtība. To rēķina katram objektam (personai, uzņēmumam u.tml.). Diskriminantu funkcijas vienādojuma forma ir šāda:

$$Z_{jk} = a + w_1X_{1k} + w_2X_{2k} + \dots + w_nX_{nk} \quad (2.1)^{10},$$

kur Z_{jk} = diskriminanta Z vērtība diskriminantu funkcijai j priekš objekta k ;

a = konstante;

w_i = diskriminanta svars neatkarīgajam mainīgajam i ;

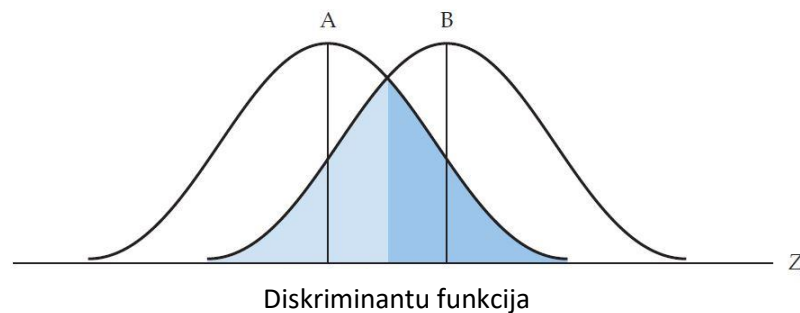
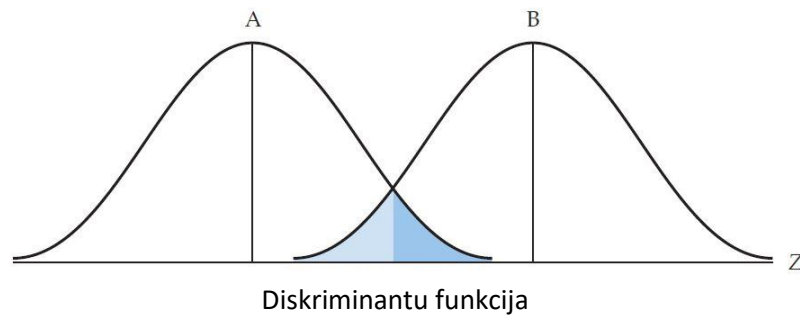
X_{ik} = neatkarīgā mainīgā i vērtība priekš objekta k .

Diskriminācija jeb klasifikācija tiek veikta, izskaitļojot tādas neatkarīgo mainīgo svarus, kas maksimizē atšķirības starp grupām (starp-grupu dispersiju salīdzinājumā ar dispersiju grupu iekšienē). Diskriminantu analīzē var būt vairāk kā viena diskriminantu funkcija, tātad katram objektam var būt vairāk kā viens diskriminanta rezultāts. Tas atkarīgs no kategoriju jeb grupu skaita.

Diskriminantu analīze pārbauda hipotēzi, ka grupu vidējie izvēlētajiem neatkarīgajiem mainīgajiem divām vai vairāk grupām ir vienādi. Vienā grupā iekļauto indivīdu vidējā diskriminanta vērtība parāda grupas vidējo vērtību. Šo grupas vidējo vērtību sauc par centroīdu. Centroīds ir visu grupas vai kategorijas diskriminanta Z vērtību vidējais. Diskriminantu analīzē ir tik centroīdu, cik grupās iedalās atkarīgais mainīgais. Grupu centrālo vērtību salīdzinājums parāda, cik tālu tās viena no otras atšķiras noteiktas diskriminantu funkcijas ietvaros.

Diskriminantu funkcijas statistiskās nozīmības tests ir vispārējs attālums starp grupu centrālajām vērtībām. To aprēķina salīdzinot grupu diskriminantu vērtību sadalījumu. Ja sadalījuma pārklāšanās ir maza, tad diskriminanta funkcija grupas atdala labi. Ja sadalījums pārklājas ievērojami, tad diskriminantu funkcija slikti atdala grupas.

¹⁰ Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., (2019) Multivariate data analysis, 8th edition, Cengage, p. 493



2.1.att. Diskriminantu Z vērtību sadalījums divām grupām

Avots: Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., *Multivariate data analysis, 8th edition, Cengage, p. 475*

Vizuāli reprezentējot divu grupu sadalījumu (skat. 2.1.attēlu), augšējais parāda diskriminantu vērtību sadalījumus funkcijai, kura labi atdala grupas, kā rezultātā pārklājums starp grupām ir minimāls (iekrāsotā daļa). Zemāk 2.1.attēlā ir redzams piemērs, kurā diskriminantu vērtību sadalījums tādi diskriminantu funkcijai, kura slikti atdala grupas A un B. Iekrāsotā daļa parāda šo grupu pārklāšanos, kur netiek pareizi klasificēti grupu objekti, piemēram, grupas A objekti tiek iekļauti grupā B un otrādi.

Pirmais diskriminantu analīzes solis ir diskriminantu analīzes mērķa noteikšana. Mērķi var būt dažādi, piemēram:

- Noteikt, vai pastāv statistiski nozīmīgas atšķirības starp divām vai vairāk iepriekš noteiktām grupām;
- Noteikt relatīvo katra faktora nozīmību objektu klasifikācijas procesā;
- Noteikt diskriminantu metodes dimensijas – statistiski nozīmīgo diskriminantu funkciju skaitu un neatkarīgo mainīgo kopas, kas katru no tām veido;
- Veikt objektu klasifikāciju un pārbaudīt prognozētspēju.

Kad diskriminantu analīzes mērķis ir definēts, ir jāizvēlas atkarīgais mainīgais, to potenciāli ietekmējošie neatkarīgie mainīgie, kā arī jādefinē izlases apjoms. Atkarīgais mainīgais jāizvēlas tāds, kurš vislabāk raksturo grupu atšķirības. Savukārt, neatkarīgajiem mainīgajiem jāspēj iedalīt objektus vismaz divās atšķirīgās grupās. Neatkarīgo mainīgo izvēli var balstīt uz

iepriekšējiem pētījumiem vai izmantot kādu teorētisku modeli kā pētījuma pamatu. Vai intuitīvi – izmantot pētnieka zināšanas un intuitīvi izvēlēties mainīgos, kuri nav iepriekš izmantoti, bet kuri, loģiski izsecinot, var būt saistīti ar atkarīgā mainīgā iedalījumu grupās.

Diskriminantu analīzi var ietekmēt izlases grupas lielums. Vēlams, lai novērojumu skaits grupā ir vismaz par vienu lielāks nekā neatkarīgo mainīgo skaits. Ieteicams, lai ir vismaz 20 novērojumu uz katru neatkarīgo mainīgo. Veidojot modeli, nereti tiek izveidota pārbaudes jeb *hold-out* grupa, kuras mērķis ir pārbaudīt diskriminantu funkcijas klasificētspēju. Vispopulārākā metode ir sadalīt pētījuma datu kopu uz pusēm, tomēr nereti tiek izvēlēta analīzes un pārbaudes grupas attiecība 60:40 vai pat 75:25.

Meklējot piemērotāko diskriminantu funkciju, iespējams izvēlēties vienu no divām metodēm – ņemt visus atlasītos faktorus uzreiz vai pievienot/noņemt tos pakāpeniski. Vienlaicīgā novērtējuma metodi (*Simultaneous estimation*) izvēlas, ja teorētiskais modelis satur visus atlasītos neatkarīgos mainīgos vai ja ir nepieciešamība salīdzināt tekošā pētījuma rezultātus ar kāda iepriekšēja pētījuma rezultātiem. Pakāpenisko metodi (*Stepwise*) izvēlas, ja pētījuma mērķis saistīts ar vislabāk klasificējošo faktoru noteikšanu. Metodes pielietošanas gaitā sāk ar to, ka atlasa vienu vislabāk klasificējošo faktoru, bet pārējos pievieno pakāpeniski, visu laiku sekojot līdzi, vai uzlabojas dalījuma grupās kvalitāte. Parasti otro metodi izvēlas liela faktoru skaita gadījumā, bet ir svarīgi ievērot izlases apjoma nosacījums, kas paredz to, ka ir vismaz 20 novērojumi uz katru faktoru.

Pēc diskriminantu funkciju izveides, pētniekam jāizvēlas piemērotākā no izveidotajām diskriminantu funkcijām. Jānovērtē katras atsevišķas diskriminantu funkcijas nozīmīgums. Ja grupu skaits ir trīs vai vairāk, pētniekam jāizvēlas diskriminantu funkcija, kura ir statistiski nozīmīga.

Kad ir noteiktas statistiski nozīmīgas diskriminantu funkcijas, ir jānovērtē kopējā diskriminantu funkcijas piemērotība. Lai to izdarītu ir jāaprēķina diskriminantu funkcijas Z vērtības katram novērojumam, jānovērtē grupu atšķirības pēc Z vērtībām un jānosaka, cik precīzi mainīgie tika iedalīti grupās. Z vērtību aprēķinam izmanto jaunus statistiski nozīmīgo funkciju koeficientus.

Izmantojot statistiski nozīmīgu diskriminantu funkciju, ir iespējams izveidot klasifikācijas matricu un aprēķināt izslēgšanas vērtību (*cutting score*). Šī vērtība ir kritērijs, pret kuru tiek salīdzināta katra objekta diskriminanta vērtība, lai noteiktu, kurā grupā objekts tiek klasificēts. Izslēgšanas vērtība ir atdalošais punkts, ko izmanto priekš iedalījuma grupās. Izslēgšanas vērtības aprēķins balstās uz abu grupu centriem un grupu relatīvo izmēru.

Optimālo izslēgšanas vērtību aprēķina pēc šādas formulas:

$$Z_{CS} = \frac{N_A Z_B + N_B Z_A}{N_A + N_B} \quad (2.2.)^{11},$$

kur Z_{CS} = optimālā izslēgšanas vērtība starp grupām A un B;

N_a = novērojumu skaits grupā A;

N_b = novērojumu skaits grupā B;

Z_a = grupas A centroīds;

Z_b = grupas B centroīds.

Ja izlases grupu izmērs ievērojami atšķiras, optimālā izslēgšanas vērtība diskriminantu funkcijai ir grupu centroīdu svērtais vidējais. Ja izlases grupu izmērs neatšķiras, tad optimālā izslēgšanas vērtība ir divu grupu centroīdu vidējais:

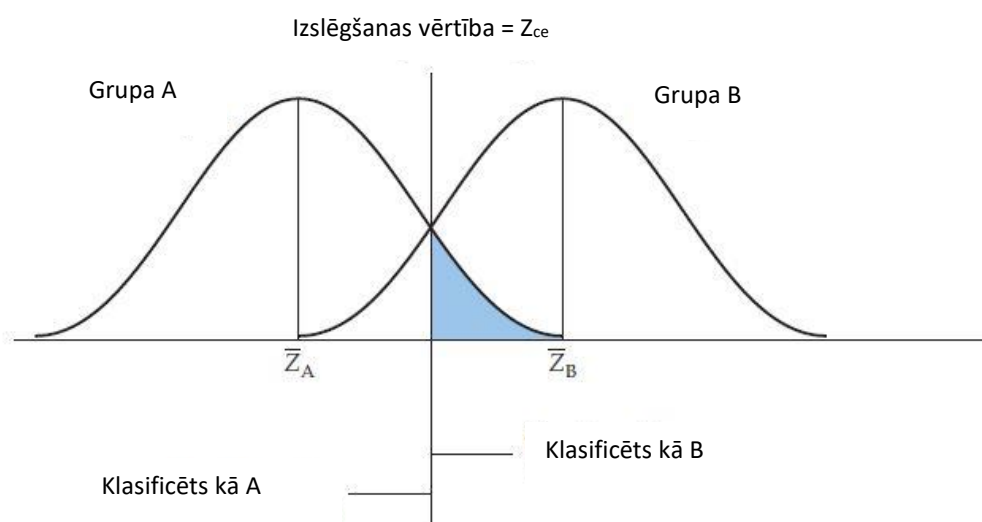
$$Z_{ES} = \frac{Z_A + Z_B}{2} \quad (2.3.)^{12},$$

kur Z_{ce} = kritiskā izslēgšanas vērtība vienāda izmēra grupām;

Z_a = grupas A centroīds;

Z_b = grupas B centroīds.

Ja grupu izlases apmērs ir vienāds, tad optimālā izslēgšanas vērtība atradīsies vienādā attālumā no grupu centroīdiem (skat. 2.2.attēlu).



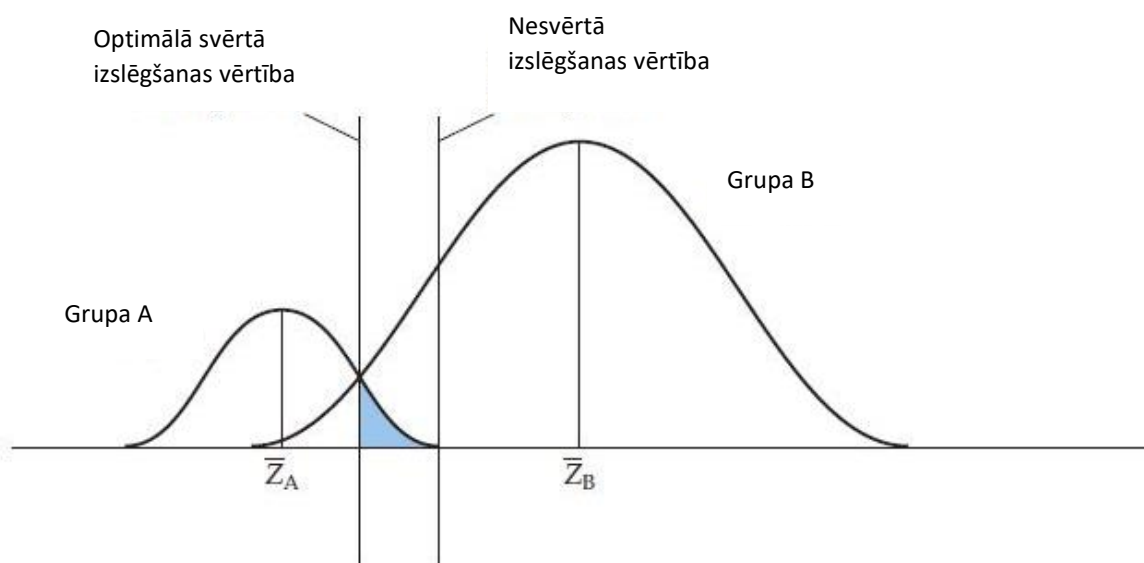
2.2.att. Optimālā izslēgšanas vērtība vienāda izmēra izlases grupām

Avots: Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., *Multivariate data analysis*, 8th edition, Cengage, p. 497

¹¹ Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., (2019) *Multivariate data analysis*, 8th edition, Cengage, p. 496

¹² Turpat, p. 496

Ja grupa A ir ievērojami mazāka par grupu B, tad optimālā izslēgšanas vērtība būs tuvāk grupas A centroīdam nekā grupas B centroīdam (skat. 2.3.attēlu).



2.3.att. Optimālā izslēgšanas vērtība dažāda izmēra izlases grupām

Avots: Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., *Multivariate data analysis, 8th edition, Cengage, p. 497*

Diskriminantu funkcijas klasificētspējas precizitāti palīdz noteikt klasifikācijas matrica. Diskriminantu funkcijas nozīmīguma testi neparāda, cik precīzi tā prognozē rezultātu, bet klasifikācijas matrica parāda praktisko diskriminantu funkcijas pusi jeb cik procentu no izlases tiek korekti klasificēti (*hit ratio*).

Lai pārlicinātos par diskriminantu funkcijas prognozētspēju ar klasifikācijas matricām, izlase ir jāiedala divās grupās pēc nejaušības principa. Analīzes grupa tiek izmantota diskriminantu funkcijas izveidei. Pārbaudes grupa (*hold-out sample*) tiek izmantota, lai izveidotu klasifikācijas matricu. Katra novērojuma klasifikācija notiek, novērtējot, vai aprēķinātā Z vērtība objektam ir lielāka vai mazāka par izslēgšanas vērtību un rezultāts tiek atspoguļots klasifikācijas matricā.

Faktiskā grupu piederība parāda iepriekš noteikto grupu piederību. Ar “H” ir apzīmēta korekti prognozēta piederība, savukārt ar “M” – nekorekti prognozēta piederība (skat. 2.1.tabulu).

2.1.tabula

Klasifikācijas matricas paraugs

	Prognozētā piederība	
Faktiskā piederība	A	B
A	H	M ₂
B	M ₁	H

Avots: Autora izveidots.

Apzīmējums “M₁” norāda uz pirmā tipa kļūdu, kur grupas A piederīgais tiek klasificēts kā grupas B piederīgais, savukārt “M₂” – uz otrā tipa kļūdu, kur grupas B piederīgais tiek klasificēts kā grupas A piederīgais.

Diagonālo elementu summa ar apzīmējumu “H” tiek izdalīta ar kopējo objektu skaitu un tādējādi tiek iegūts korekti klasificēto dalībnieku īpatsvars jeb tā ir modeļa prognozētspējas precizitāte. Šis procents ir līdzvērtīgs regresijas analīzes determinācijas koeficientam, kurš mēra cik procentus no atkarīgā mainīgā izskaidro neatkarīgie mainīgie.

Lai pārliecinātos par to, ka klasifikācijas matricas prognozētspējas precizitāte ir augstāka nekā nejaušības principa modelis, tiek izmantota Pressa Q statistika. Šis mērījums salīdzina korekti klasificēto skaitu grupās un kopējo grupu skaitu. Aprēķinātā vērtība tiek salīdzināta ar kritisko vērtību (Hī-kvadrātā vērtība vienai brīvības pakāpei pie izvēlēta ticamības intervāla). Ja aprēķinātā vērtība ir lielāka par kritisko vērtību, tad klasifikācijas matrica ir statistiski labāka nekā nejaušība.

Q statistiku aprēķina ar šādu formulu:

$$Pressa Q = \frac{[N-(nK)]^2}{N(K-1)} \quad (2.4.)^{13},$$

kur N = kopējais izlases apmērs;

n = korekti klasificēto novērojumu skaits;

K = grupu skaits.

Šis tests ir jūtīgs pret izlases apmēru – liela izlase ar lielāku varbūtību būs nozīmīgāka nekā maza izlase.

Noslēdzošais diskriminantu analīzes posms ir diskriminantu rezultātu validācija. Visbiežāk sastopamais validācijas noteikšanas veids ir precizitātes (*hit ratio*) novērtējums. To veic izmantojot pārbaudes izlasi (*holdout sample*), kura netika izmantota diskriminantu funkcijas izveidē.

2.1.2. Logit analīzes metode

Logit analīze jeb loģistiskā regresija ir analīzes metode, ar kuras palīdzību var klasificēt un prognozēt kāda notikuma vai parādības varbūtību robežās no 0 līdz 1. Tātad atkarīgais mainīgais ir bināra rakstura.

Ar P tiek apzīmēta varbūtība, ka notiks analizētais gadījums, piemēram, ka iestāsies maksātnespēja, tātad $P(Y=1)$:

$$P = \frac{1}{1+\exp-(\beta_1+\beta_2X)} \quad (2.5.)^{14},$$

¹³ Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., (2019) Multivariate data analysis, 8th edition, Cengage, p. 500

¹⁴ Aljandi, A., Tatahi M., (2018) Economic and Financial modelling with EViews: A guide for students and professionals, Ebook, Springer, p.201

kur $\exp(-X) = e^{-X}$. Vienādojums 2.5. tiek saukts par logistiskā sadalījuma funkciju. Šis vienādojums ierobežo iznākumu tā, ka tas ir robežās starp 0 un 1. No šī vienādojuma var secināt, ka maksātspējas neiestāšanos var izteikt šādi:

$$1 - P = 1 - \frac{1}{1 + \exp(\beta_1 + \beta_2 X)} \quad (2.6.)^{15}$$

Izmantojot vienādojumus 2.5. un 2.6. var secināt, ka:

$$\frac{P}{1-P} = \exp(\beta_1 + \beta_2 X) \quad (2.7.)^{16}$$

Logaritmējot izteiksmi 2.7. iegūst:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_1 + \beta_2 X \quad (2.8.)^{17},$$

jo $\ln(e^X) = X \ln e = X$.

Vienādojuma 2.8. kreisā puse tiek saukta par logit un viss vienādojums kopā ir logit modelis. Logit ir logaritms izredzēm, ka iestāsies prognozētais gadījums pret izredzēm, ka tas neiestāsies. Šo sauc arī par izredžu koeficienta logaritmu. Ja modelī tiek iekļauti vairāki neatkarīgie mainīgie, vienādojumu var izteikt šādi:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots \quad (2.9.)^{18}$$

Veidojot izlasi modeļa vajadzībām, jāņem vērā metodei piemērotākais izlases apmērs. Jābūt pietiekami lielam novērojumu skaitam, kurš spēj pēc iespējas samazināt modeļa izlases kļūdu. Piemēram, Hosmer un Lemešovs iesaka logistiskās regresijas gadījumā izlasi veidot ar vismaz 400 novērojumiem¹⁹, neskatoties, ka logistiskā regresija ir veiksmīgi pielietota gadījumos ar ievērojami mazākām izlasēm.

Modelī iekļautajiem neatkarīgajiem mainīgajiem netiek izvirzīti pieņēmumi par sadalījuma normalitāti un homoskedasticitāti.

¹⁵ Aljandi, A., Tatahi M., (2018) Economic and Financial modelling with EViews: A guide for students and professionals, Ebook, Springer, p.202

¹⁶ Turpat, p.202

¹⁷ Turpat, p.202

¹⁸ Turpat. P.202

¹⁹ Hosmer Jr., D.W., Lemeshov, S., Sturdivant, R.X., (2013) Applied Logistic Regression, 3rd edition, Wiley, p.167

Modeļa piemērotības novērtēšanā izmanto “pseudo” R^2 vērtību vai novērtē modeļa prognozēšanas precizitāti ar klasifikācijas matricas palīdzību²⁰. Abas metodes sniedz modeļa novērtējumu no dažādiem skatupunktiem, bet novērtējumiem jāsniiedz līdzīgus secinājumus.

Loģistiskā regresija mēra modeļa novērtējuma piemērotību ar vērtību, kur -2 reizina ar logaritmētu ticamības vērtību, ko sauc par $-2LL$. Minimālā vērtība ir 0, kas nozīmē perfektu piemērotību, tātad jo zemāka $-2LL$ vērtība, jo piemērotāks ir modelis.

Novērtējuma vajadzībām aprēķina nulles modeļa vērtību – kāda būtu modeļa vērtība, ja visi koeficienti būtu nulle. Tad novērtē pašu modeli, kurā ir iekļauti neatkarīgie mainīgie. Tad aprēķina $-2LL$ starpību kā starpību starp nulles modeli un aprēķināto modeli. Pseudo R^2 aprēķina pēc formulas:

$$R_{LOGIT}^2 = \frac{-2LL_{nulle} - (-2LL_{modelis})}{-2LL_{nulle}} \quad (2.10.)^{21}$$

Logit R^2 vērtība ir starp 0 un 1. Ideālā modelī vērtība $-2LL$ būs nulle un R^2_{LOGIT} vērtība būs 1.

Novērtējot klasifikācijas matricu, ir jāizvēlas izslēgšanas vērtība. Ja atkarīgā mainīgā grupu izmērs ir vienāds, ieteicamā vērtība ir 0,5. Ja grupu izmērs atšķiras, ir jāapskata citas izslēgšanas vērtību variācijas. Klasifikācijas matrica tiek veidota līdzīgi kā diskriminantu analīzes gadījumā.

Rezultātu interpretācijā ir jāņem vērā koeficientu zīmes (pozitīva vai negatīva), kas apzīmē mainīgo attiecību virzienu. Pozitīvs koeficients nozīmē to, ka pieaug varbūtība, bet negatīvs nozīmē to, ka varbūtība samazinās. Eksponenciāliem koeficientiem ir cita interpretācija, jo tie vienmēr būs pozitīvi, tātad, ja eksponenciāls koeficients ir lielāks par 1, tad attiecība ir pozitīva, bet, ja tas būs zemāks par 1 – negatīva.

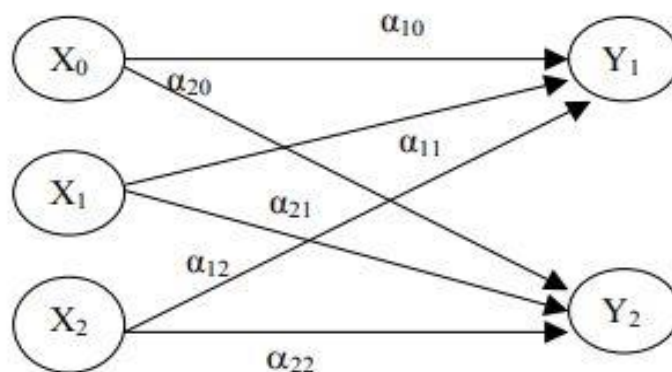
Līdzīgi kā diskriminantu analīzē, ir ieteicams veidot pārbaudes (*hold-out*) izlasi rezultātu validācijai.

2.1.3. Neironu tīklu metode

Līdzīgi kā cilvēka nervu sistēmā, neironu tīklu metode sastāv no savstarpēji savienotiem apstrādes neironiem, kurus sauc par vienībām, kuras ir sadalītas starp slāņiem. Vienkāršots neironu tīkls sastāv no diviem slāņiem (skat. 2.4.attēlu). Signāls tiek dots no ievades slāņa un gala rezultāts ir izvades slānī. Informācijas plūsma ir aktivizēta vai izslēgta atkarībā no α parametra vērtības (tos sauc arī par svariem vai savienojuma spēku).

²⁰ Wooldridge, J.M., (2002) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd edition, MIT press, p.465

²¹ Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., (2019) *Multivariate data analysis*, 8th edition, Cengage, p.564



Ievades slānis

Izvades slānis

2.4.att. Vienkārša neironu tīkla modeļa grafiska forma

Avots: Kabundi, A.N., (2002). *Macroeconomic forecasting: A comparison between artificial neural networks and econometric models*, Dissertation/ Faculty of economic and management science at Rand Afrikaans University, p.12

Vienkāršotās formas rezultāts ir ievades vienību svērtā summa, kas formulas veidā izskatās šādi:

$$Y_j = \sum_{i=0}^n X_i \alpha_{ji} \quad (2.11)^{22},$$

kur Y_j = izvades vienība;

X_i = ievades vienība;

α_{ji} = tīkla svāri.

Vienkāršs divu slāņu neironu tīkla modelis matemātiski var tikt interpretēts šādi:

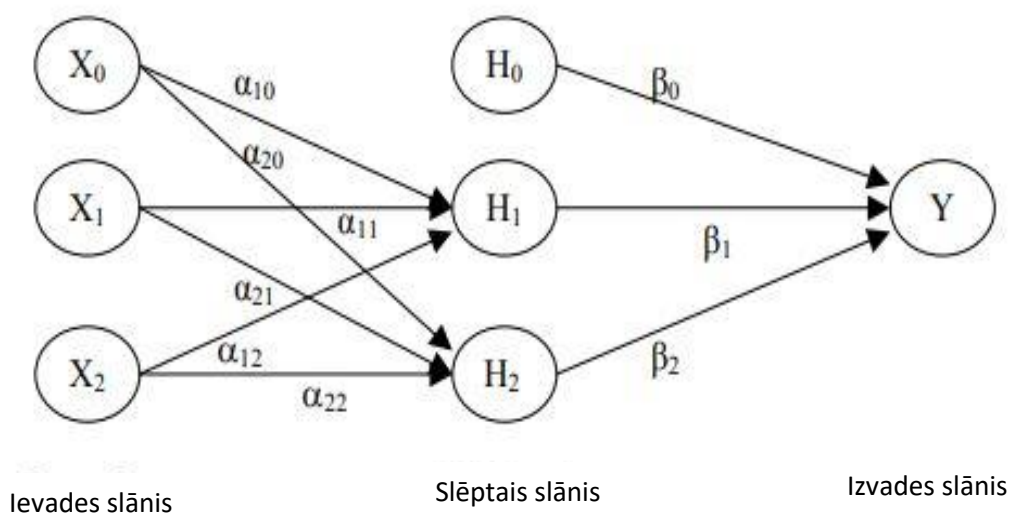
$$Y_1 = \alpha_{10}X_0 + \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 \quad (2.12)^{23}$$

$$Y_2 = \alpha_{20}X_0 + \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2$$

Komplicētākā neironu tīklu modelī ir papildus slāņi starp ievadi un izvadi (skat. 2.5. attēlu). Šis papildus slānis paaugstina modeļa mācīšanās kapacitāti. Šo slāni sauc par slēpto un tas kalpo kā savienojums starp ievadi un izvadi, radot netiešas attiecības starp tiem. Slēpto mainīgo vērtība ir ievades mainīgo svērtā summa.

²² Kabundi, A.N., (2002). *Macroeconomic forecasting: A comparison between artificial neural networks and econometric models*, Dissertation/ Faculty of economic and management science at Rand Afrikaans University, p.12

²³ Turpat, p.12



2.5.att. Trīs slāņu neironu tīkla modeļa grafiskā forma

Avots: Kabundi, A.N., (2002). *Macroeconomic forecasting: A comparison between artificial neural networks and econometric models*, Dissertation/ Faculty of economic and management science at Rand Afrikaans University, p.14

Ievades un slēpto vienību attiecības var izteikt šādi:

$$H_j = \sum_{i=0}^n X_i \alpha_{ji} \quad (2.13)^{24},$$

kur H_j = slēptie mainīgie;

X_i = ievades mainīgie;

α_{ji} = tīkla svāri, kuri regulē plūsmu no ievades mainīgajiem uz slēptajiem mainīgajiem.

Līdzīgi, izvades mainīgie ir slēpto vienību svērtās summas:

$$Y_j = \sum_{i=0}^n H_j \beta_j \quad (2.14)^{25},$$

kur Y_j = izvades vienības;

H_j = slēptie mainīgie;

β_j = savienojuma spēks starp slēptajiem mainīgajiem un izvades mainīgajiem.

Savienojot formulas 2.13. un 2.14., iegūst:

$$Y_j = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m \beta_j (X_i \alpha_{ji}) \quad (2.15)^{26}$$

Lai neironu tīklu metode darbotos, tai nepieciešama piemērota nelineāra aktivācijas funkcija, kura ir īpaši piemērota ekonomikas un finanšu datu analīzei, jo bieži rādītāju attiecību

²⁴ Kabundi, A.N., (2002). *Macroeconomic forecasting: A comparison between artificial neural networks and econometric models*, Dissertation/ Faculty of economic and management science at Rand Afrikaans University, p.14

²⁵ Turpat, p.14

²⁶ Turpat, p.15

funkcionālā forma nav iepriekš paredzama. Piemēram, sigmoīda funkcija, kuras rezultāts ir robežās no 0 līdz 1. Pārveidojot funkciju 2.11 iegūst, ka:

$$Y_1 = \frac{1}{1+e^{-(\alpha_{10}+\alpha_{11}X_1+\alpha_{12}X_2)}} \quad (2.16)^{27}$$

$$Y_2 = \frac{1}{1+e^{-(\alpha_{20}+\alpha_{21}X_1+\alpha_{22}X_2)}}$$

Ja attiecības starp ievades vienībām un slēptajām vienībām nav lineāras, tipiski neironu tīkla specifikācija aprēķinās attiecības kā loģistisko funkciju:

$$H_1 = \frac{1}{1+e^{-(\alpha_{10}+\alpha_{11}X_1+\alpha_{12}X_2)}} \quad (2.17)^{28},$$

$$H_2 = \frac{1}{1+e^{-(\alpha_{20}+\alpha_{21}X_1+\alpha_{22}X_2)}}$$

kur H_j = slēptie mainīgie;

X_i = ievades mainīgie;

α_{ji} = tīkla svāri.

Neironu tīklu apmācības nolūkos datu izlase tiek iedalīta divās daļās – apmācības un testēšanas. Apmācības daļa palīdz aprēķināt svarus modelī. Testēšanas daļa, kas parasti ir no 10% līdz 30% no izlases, tiek izmantota, lai novērtētu apmācības procesa rezultātus un to vispārināšanas spēju.

Apmācības izlases dati tiek ievadīti neironu tīklu modelī, kurš iemācās saprast attiecības starp datiem un kā mainīgie viens otru ietekmē. Rezultātā tiek iegūta formula, kuras precizitāti var pārbaudīt ar testēšanas izlasi. Pēc izveidotās klasifikācijas tabulas var spriest par modeļa prognozētspējas precizitāti līdzīgi kā diskriminantu analīzes un logit analīzes metodēs.

2.1.4. Metožu trūkumi un priekšrocības maksātspējas prognozēšanā

Katrai no iepriekš minētajām metodēm ir savas priekšrocības un trūkumi. Pirms konkrētas analīzes metodes, tie ir jāizvērtē, lai pieņemtu lēmumu par piemērotākās metodes pielietošanu prognozēšanas procesā.

Pamatojoties uz zinātniskajā literatūrā un mācību literatūrā minēto informāciju, autors ir apkopojis šīs priekšrocības un trūkumus tabulā (skat. 2.2.tabulu)

²⁷ Kabundi, A.N., (2002). Macroeconomic forecasting: A comparison between artificial neural networks and econometric models, Dissertation/ Faculty of economic and management science at Rand Afrikaans University, p.20

²⁸ Turpat, p.21

Analīzes metožu priekšrocības un trūkumi

Faktors	Diskriminantu analīzes metode	Logit analīzes metode	Neironu tīklu analīzes metode
Prognozēšana	+	+	+
Klasifikācija	+	+	+
Pieņēmumi	-	+	+
Izlases apmērs	+	+	+
Apstrādes laiks	+	+	-
Datu atlase	-	+	+
Trūkstošas vienības	-	-	+
Apstrādes resursi	+	+	-
Rezultātu interpretācija	+	+	-

Avots: Autora izveidots

Diskriminantu analīze ir labs prognozēšanas un klasifikācijas rīks, kurš, izmantojot vairākus neatkarīgos mainīgos, spēj izveidot diskriminantu funkciju. Tomēr, pirms funkcijas izveides ir jāņem vērā viens no galvenajiem diskriminantu analīzes trūkumiem - metodes pieņēmumi, kuriem ir jāizpildās. Kā šīs metodes priekšrocību var minēt to, ka izlasei nav jābūt ļoti lielai un arī datu apstrādes laiks ir salīdzinoši īss. Tomēr, pirms pašas metodes pielietošanas ir jāvelta ievērojams laiks datu atlases procesam, lai pārliecinātos par visu pieņēmumu īstenošanos. Iegūto rezultātu interpretācija ir nav sarežģīta.

Logit analīzes metodē nav specifisku prasību pret neatkarīgo mainīgo sadalījumu vai heteroskedasticitāti, kas šai metodei ir ievērojama priekšrocība. Rezultātā tiek sniegta ne tikai klasifikācija, bet arī varbūtība, ka iestāsies prognozētais gadījums. Sarežģītas lineāras problēmas risināšanai nav nepieciešams liels datu apjoms. Bet, pat ja datu apjoms ir liels, nav nepieciešams ilgs laiks, lai algoritms tos apstrādātu. Turklāt, aprēķiniem nav nepieciešami lieli resursi. Līdzīgi kā diskriminantu analīzes gadījumā, ir jāveic rūpīga datu atlases procedūra un jāizslēdz jebkuras trūkstošās vērtības.

Neironu tīklu metode spēj strādāt ar dažāda izmēra izlasēm, tomēr, jo mazāka būs apmācības izlase, jo vairāk gala rezultāts var tikt ietekmēts no tās sastāva un īpatnībām, kas rezultātā var traucēt modeļa vispārināšanu. Neironu tīklu var pārlietu apmācīt – ja tīklu apmāca ar pārāk mazu novērojumu skaitu, tas iemācīsies izlases galvenās tendences. Un turpinot apmācību posmu, tas pievērsīsies ļoti specifiskām izlases raksturojošajām īpašībām, kas nav vēlams. Tas savukārt traucē datus vispārināt. Neironu tīklu metodes pielietošanai var būt nepieciešama specializēta datortehnika, jo ar standarta datora kapacitāti var būt par maz un datu apstrāde var prasīt ilgāku laiku nekā pielietojot citas metodes.

Neironu tīklu metodes galvenais trūkums ir tā saucamā “melnā kaste” – nav skaidri zināms, cik ļoti neatkarīgais mainīgais ietekmē atkarīgo mainīgo, īpaši gadījumos, kad neironu tīklos ir vairāki slēptie slāņi. Nereti tīkla lēmums neņem vērā kādu no ievades mainīgajiem nav izskaidrojams, kas var samazināt ticamību neironu tīkla sniegtajam rezultātam.

Neskatoties uz to, neironu tīklu metode ir noderīga prognozēšanai, tomēr tā nesniegs izpratni par izmantoto modeli vai to, kā tika sasniegts konkrētais rezultāts.

Izvērtējot minēto metožu priekšrocības un trūkumus, autors izvēlējās veidot maksātnespējas prognozēšanas modeļus ar divām metodēm, diskriminantu un logit analīzes, un salīdzināt ar tām iegūtos rezultātus.

2.2. Maksātnespējas prognozēšanas metožu pielietojums iepriekš veiktos pētījumos

2.2.1. Diskriminantu analīzes metode

Par vienu no pirmajiem maksātnespējas prognozēšanas modeļa veidotājiem uzskata V.Bīveru²⁹, kurš sava pētījuma ietvaros veica diskriminantu analīzi izmantojot dažādus finanšu rādītājus jeb koeficientus, lai atrastu vienu ar vislielāko ietekmi. V.Bīvers noteica vairākus kritērijus koeficientu atlasē procesā – cik bieži attiecīgais kritērijs ir izmantots jeb cik populārs tas ir finanšu analīzē, kā arī cik veiksmīgi to ir izmantojuši citos pētījumos. Pētījuma ietvaros tika izvēlēti 79 Amerikas Savienoto Valstu uzņēmumi no 38 dažādām nozarēm, kuri bankrotēja laika periodā no 1954. līdz 1964.gadam. Katram bankrotējušam uzņēmumam tika pretstatīts uzņēmums ar līdzīgu aktīvu apmēru un nozari. Neskatoties uz to, ka V.Bīvers analizēja koeficientus kā individuālus bankrota prognozētājus, tika secināts, ka konsolidējot koeficientus vienā rādītājā prognozes precizitāti var uzlabot. V.Bīvers arī secināja, ka individuālie finanšu koeficienti ir piemērotāki nevis bankrota fakta prognozei, bet gan ļauj paredzēt noteikta veida nākotnes notikumus, kuri var potenciāli ietekmēt uzņēmējdarbību.

Pamatojoties uz V.Bīvera secinājumiem, E.Altmans 1968.gadā publicēja zinātnisko rakstu, kurā tika detalizēts pirmais un kopš tā laika populārākais bankrota prognozēšanas modelis. E.Altmana diskriminantu analīzes modelis pamatojas uz izvēlētu koeficientu aprēķinu, izmantojot salīdzināmus un ne tik salīdzināmus rādītājus, kuri kopā parāda uzņēmuma maksātnespējas iespējamību.³⁰

E.Altmana sākotnējais pētījums tika veikts, balstoties uz 66 Amerikas Savienoto Valstu uzņēmumu analīzi, kuri tika sadalīti divās grupās pa 33. Pirmajā grupā tika iekļauti laika posmā no 1946. līdz 1965.gadam bankrotējušie ražošanas uzņēmumi. Pamatojoties uz pirmās grupas

²⁹ Beaver, W.H. (1966). Financial ratios as predictors of failure, *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111

³⁰ Altman E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609.

uzņēmumu finanšu rādītājiem, tika piemeklēti līdzīgi uzņēmumi, kuri nebija uzsākuši bankrota procedūru E.Altmana izvēlētajā laika periodā un turpināja savu uzņēmējdarbību arī 1966.gadā. Uzņēmumi tika izvēlēti, galvenokārt, pamatojoties uz to darbības nozari un izmēru, ierobežojot aktīvu apmēru starp vienu un 25 miljoniem ASV dolāru. Aktīvu ierobežojums tika izvēlēts, pamatojoties uz bankrotējušo uzņēmumu aktīvu apmēriem.

Pēc uzņēmumu izvēles un grupu sadales, tika iegūta informācija no uzņēmumu finanšu pārskatiem. Sākotnēji tika izvēlēti 22 potenciāli noderīgi finanšu koeficienti, kurus var iedalīt standarta koeficientu kategorijās, tai skaitā likviditātes, pelnītspējas, maksātspējas un aktivitātes. Koeficientus E.Altmans izvēlējās pēc to popularitātes zinātniskajā literatūrā un to potenciālās atbilstības pētījuma mērķim. No šiem 22 koeficientiem rezultātā tika izvēlēti pieci, kuri vislabāk spēja prognozēt uzņēmuma bankrotu. Koeficientu atlasē E.Altmans ņēma vērā četrus kritērijus:

- 1) Katra neatkarīgā mainīgā statistiskā nozīmība vairākās alternatīvās funkcijās;
- 2) Mainīgo savstarpējās korelācijas novērtējums;
- 3) Dažādu profilu prognozēšanas precizitātes novērojums;
- 4) Analītiķa viedoklis.

Mainīgo profils, kurš tika izvēlēts, nesatur visnozīmīgākos mainīgos, jo E.Altmans izvērtēja visu profilu kopumā, nevis katru mainīgo atsevišķi. Rezultātā E.Altmans uzskata, ka tika iegūta vislabākā diskriminantu funkcija:

$$Z = 0,012X_1 + 0,014X_2 + 0,033X_3 + 0,006X_4 + 0,999X_5 \quad (2.18)^{31},$$

kur X_1 = darba kapitāls/kopējie aktīvi;

X_2 = iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/kopējie aktīvi;

X_3 = peļņa pirms nodokļiem un procentiem/kopējie aktīvi;

X_4 = uzņēmuma tirgus vērtība/kopējo saistību grāmatvedības vērtība;

X_5 = neto apgrozījums/kopējie aktīvi;

Z = kopējais indekss.

Modelī netika iekļauta konstante dēļ izmantotās programmatūras īpatnībām, kā rezultātā izslēgšanas vērtībā (*cutting score*) starp grupām nav nulle.³² Turklāt, mainīgais X_5 modeļa izvērtēšanas procesā nebija statistiski nozīmīgs, bet E.Altmans izvēlējās to iekļaut, jo izvērtēšanas procesā tas uzrādīja augstu ietekmi uz diskriminantu funkciju.

³¹ Altman E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, The Journal of Finance, 23(4), 589-609

³² Altman, E.I. (2000). Predicting financial distress of companies: Revisiting the Z-score and Zeta models, 1-54

Rādītāji no X_1 līdz X_4 aprēķinos jāiekļauj kā procenti (%), tikai rādītājs X_5 ir jāuzrāda tā faktiskajā vērtībā. Šī iemesla dēļ nereti formulu (2.16) lieto šādā interpretācijā:

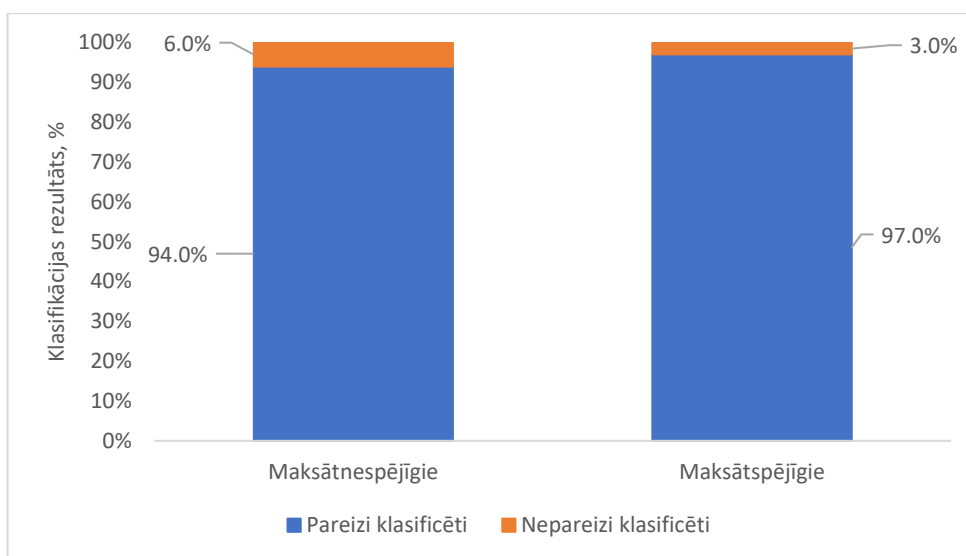
$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1,0X_5 \quad (2.19)^{33}$$

Z-vērtību modeli tika iekļauti šādi finanšu rādītāji:

- X_1 jeb darba kapitāla īpatsvars kopējos aktīvos – tas parāda aktīvu likviditāti. Koeficienta aprēķinos darba kapitāls ir izteikts kā starpība starp apgrozāmajiem līdzekļiem un īstermiņa saistībām;
- X_2 jeb iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa pret kopējiem aktīviem – tas raksturo uzņēmuma spēju pelnīt. Uzņēmuma vecums jāņem vērā izvērtējot šo rādītāju individuāli – salīdzinoši jaunam uzņēmumam šis rādītājs var būt zemāks, jo tam nav bijis laiks, lai izveidotu nesadalītās peļņas rezerves. Neskatoties uz to, ka šis var būt diskriminējošs rādītājs tieši jauniem uzņēmumiem, ir svarīgi ņemt vērā to, ka tieši pirmie uzņēmējdarbības gadi ir viskritiskākie uzņēmuma mūžā un maksātnespējas gadījumi pirmsākumos ir biežāk sastopami.
- X_3 jeb peļņa pirms nodokļiem pret kopējiem aktīviem - tas raksturo uzņēmuma aktīvu patieso produktivitāti, kuru neietekmē nodokļi vai citi faktori.
- X_4 jeb uzņēmuma tirgus vērtības un grāmatvedības parādu vērtības attiecība - tā sniedz ieskatu tajā, par cik uzņēmuma aktīvi samazina vērtību pirms saistības pārsniedz aktīvus un uzņēmums kļūst maksātnespējīgs. Uzņēmuma tirgus vērtību novērtē apvienojot visu akciju tirgus vērtību, kamēr saistībās iekļauj gan īstermiņa, gan ilgtermiņa saistības.
- X_5 jeb neto apgrozījums pret kopējiem aktīviem - tas ir kapitāla apgrozījuma rādītājs, kurš parāda uzņēmuma spēju radīt apgrozījumu no uzņēmuma aktīviem.

Rezultātā, ar E.Altmana izveidoto diskriminantu funkciju ar 94% precizitāti tika pareizi klasificēti bankrotējušie uzņēmumi vienu gadu pirms bankrota iestāšanās (skat. 2.6.attēlu). Maksātnespējīgo uzņēmumu klasifikācijas rezultāts ir ievērojami augsts – ar 97% precizitāti tika pareizi klasificēti maksātnespējīgie uzņēmumi.

³³ Altman E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, The Journal of Finance, 23(4), 589-609



2.6.att. Z-vērtību modeļa klasifikācijas rezultāti

Avots: Autora veidots, pamatojoties uz Altman E.I. (1968). *Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy*, *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609.

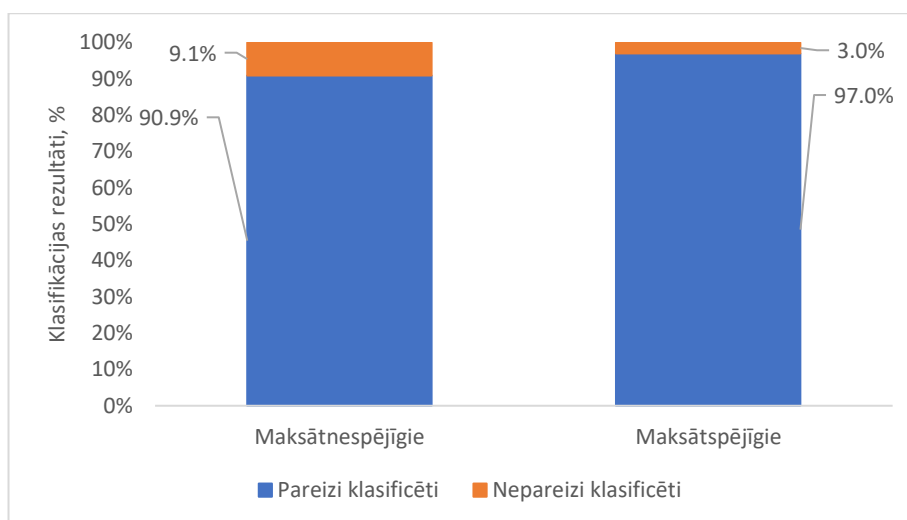
Veicot atkārtotu testēšanu un izmantojot uzņēmumu finanšu rādītājus ar viena perioda nobīdi, modeļa prognozētspēja samazinājās līdz 83%. Modeļa rezultātu pārbaudei, E.Altmans izveidoja jaunu kontroles grupu, kurā iekļāva 25 jaunus bankrotējušus uzņēmumus, bet arī to klasifikācijas rezultāti uzrādīja augstu prognozētspēju – 96%.

Tā kā sākotnējais modelis izmanto tieši biržā kotētu uzņēmumu finanšu rādītājus, E.Altmans vēlākā pētījumā savu modeli pielāgoja arī privātu uzņēmumu izvērtēšanai un nosauca to par Z'-vērtību modeli (Šī maģistra darba ietvaros, lai nerastos pārpratumi par to, vai šī vērtība ir atvasinājums, Z'-vērtību modelis tiks apzīmēts kā Z*-vērtību modelis). Z*-vērtību modeļa vajadzībām tika modificēts X₄ rādītājs un uzņēmuma tirgus vērtības vietā izmantota uzņēmuma grāmatvedības vērtība, kā arī tika pārrēķināti iepriekšējā modeļa koeficienti pie mainīgajiem. Rezultātā Z*-vērtības modeļa diskriminantu funkcija privātiem uzņēmumiem ir šāda:

$$Z^* = 0,717X_1 + 0,847X_2 + 3,107X_3 + 0,420X_4 + 0,998X_5 \quad (2.20)^{34}$$

Z*-vērtību modeļa testēšanas rezultātā ar 91% precizitāti tika pareizi klasificēti bankrotējušie uzņēmumi vienu gadu pirms bankrota iestāšanās (skat. 2.7.attēlu). Maksātnespējīgo uzņēmumu klasifikācijas rezultāts ir ievērojami augsts – ar 97% precizitāti tika pareizi klasificēti maksātnespējīgie uzņēmumi. Atkārtotu testēšanu E.Altmans atkārtot nevarēja datu trūkuma dēļ.

³⁴ Altman, E.I. (2000). Predicting financial distress of companies: Revisiting the Z-score and Zeta models, 1-54



2.7.att. Z*-vērtību modeļa klasifikācijas rezultāti

Avots: Autora veidots, pamatojoties uz Altman, E.I. (2000). *Predicting financial distress of companies: Revisiting the Z-score and Zeta models.*

Turpinot attīstīt Z-vērtību modeli, E.Altmans veica vēl vienu modifikāciju, kas paredz, ka tajā netiek iekļauts rādītājs X_5 – neto apgrozījums pret kopējiem aktīviem un rezultātā tika izveidots jauns – Z^{**} -vērtību modelis (Šī maģistra darba ietvaros, lai nerastos pārpratumi par to, vai šī vērtība ir atvasinājums, Z' -vērtību modelis tiks apzīmēts kā Z^{**} -vērtību modelis). Tas tiek darīts ar mērķi samazināt potenciālo nozares efektu. E.Altmans atzīmē, ka šo modeli var pielietot, lai izvērtētu uzņēmumus, kuri darbojas attīstības valstīs vai to darbības nozare nav saistīta ar ražošanu.³⁵ Rezultātā diskriminantu funkcija Z^{**} -vērtības modelim ir šāda:

$$Z^{**} = 6,56X_1 + 3,26X_2 + 6,72X_3 + 1,05X_4 \quad (2.21.)^{36}$$

Detalizēta klasifikācijas tabula ar pirmā un otrā tipa kļūdām netika publicēta pētījumā. Visi koeficienti modelī ir mainījušies, tāpat kā izslēgšanas vērtības.

Vēlāk darbā autors salīdzinās Z^* -vērtību un Z^{**} -vērtību modeļu veiktspēju ar Latvijas uzņēmumu datiem, lai pārliecinātos par to maksātnespējas prognozētspējas precizitāti Latvijas sabiedrībām ar ierobežotu atbildību.

Neskatoties uz to, ka E.Altmana izstrādātie modeļi tiek plaši pielietoti visā pasaulē, vēra ņemams fakts ir tas, ka tie tika izstrādāti izmantojot ASV uzņēmumu datus. Tieši šī iemesla dēļ citi pētnieki cenšas izstrādāt jaunus maksātnespēja prognozēšanas modeļus savām valstīm pamatojoties uz jau esošām metodēm un modeļiem.

³⁵ Altman, E.I. (2000). *Predicting financial distress of companies: Revisiting the Z-score and Zeta models*, 1-54

³⁶ Turpat, 1-54

M.Xu un C.Zhang maksātnešpējas prognozēšanas modeļa pielāgošanai priekš Japānas uzņēmējdarbības vides par pamatu izmantoja E.Altmana Z-vērtību un Olsona O-vērtību modeļus.³⁷ Pētījuma ietvaros tika izmantoti minēto modeļu finanšu koeficienti un rezultātā M.Xu un C.Zhang secināja, ka Japānas biržā kotēto uzņēmumu bankrota prognozēšanai ir noderīgi Amerikas Savienotajās Valstīs izveidotie modeļi. To precizitāti pētnieki uzlaboja iekļaujot savā modelī papildus mainīgos, kuri labāk raksturoja Japānas ekonomiku un banku sistēmu, tādēļ pētījuma noslēgumā tiek izveidots tieši Japānas uzņēmējdarbības vides īpatnībām pielāgots modelis ar X-vērtībām.

I.Pervan un M.Pervan salīdzināja divas metodes, diskriminantu analīzi un loģistisko regresiju, lai prognozētu Horvātijas ražošanas un tirdzniecības nozaru uzņēmumu maksātnešpēju. Modelī tika iekļauti seši finanšu koeficienti un ar to palīdzību tika iegūta diskriminantu funkcija, kura ar 80% precizitāti spēja pareizi klasificēt maksātnešpējīgus uzņēmumus. Izmantojot tos pašus sešus koeficientus loģistiskā regresijā, tika iegūti labāki klasifikācijas rezultāti – ar 86% precizitāti tika pareizi klasificēti maksātnešpējīgi uzņēmumi³⁸. Tomēr, jāņem vērā, ka šo pētnieku diskriminantu analīzes ietvaros tika pārkaēpti vairāki pieņēmumi, kuri ir svarīgi modeļa rezultātu ticamībai.

R.Abbas un Q.Abbas analizēja Pakistānas uzņēmumus un no 20 dažādiem finanšu koeficientiem diskriminantu funkcijā tika iekļauti tikai trīs no tiem.³⁹ Rezultātā A.Rashid un Q.Abbas ieguva modeli, kurš ar 76,9% precizitāti spēja identificēt uzņēmumus ar augstu maksātnešpējas iestāšanās varbūtību viena gada laikā. Jāpiebilst, ka arī šis modelis tika izstrādāts biržā kotētiem uzņēmumiem, kas ierobežo tā vispārināšanu uz visiem Pakistānas uzņēmumiem.

S.Stoškus izveidoja modeli, lai ar diskriminantu analīzes metodi, prognozētu Lietuvas uzņēmumu maksātnešpēju⁴⁰. Modeļa ietvaros tika analizēti 13 uzņēmumi, 5 no kuriem bija bankrotējuši. Rezultātā tika radītas divas funkcijas –viena funkcija bankrotējušiem un otra aktīviem uzņēmumiem. Modelis, izmantojot datus ar trīs gadu novēlojumu, ar 70% precizitāti pareizi klasificēja analizē iekļautos uzņēmumus. Precizitāte pieauga līdz 84%, ja tika izmantoti dati ar divu gadu novēlojumu. Neskatoties uz samērā augstu precizitāti, modelī analizēto uzņēmumu skaits ir ļoti mazs, tādēļ arī precizitātes rezultāts ir apšaubāms.

G.Šlefendorfas, izmantojot diskriminantu analīzes metodi, izveidoja savu Z_{gs} -vērtības modeli Lietuvas privāto uzņēmumu maksātnešpējas prognozēšanai. Ar 89% precizitāti tas spēja

³⁷ Xu, M., Zhang C. (2009). Bankruptcy prediction: the case of Japanese listed companies, *Review of accounting studies*, 14, 534-558.

³⁸ Pervan, I., Pervan M. & Vukoja, B. (2011). Prediction of company bankruptcy using statistical techniques – case of Croatia, *Croatian operational research review*, 2, 158-167.

³⁹ Rashid, A., Abbas Q. (2011). Predicting bankruptcy in Pakistan, *Theoretical and applied economics*, 103-128.

⁴⁰ Stoškus, S., Beržinskienė, D., Virbickaitė, R. (2007). Theoretical and practical decisions of bankruptcy as one of dynamic alternatives in company's performance, *The engineering economics*, 52, 26-33.

korekti klasificēt uzņēmumu kā bankrotējušu.⁴¹ Interesanti, ka diskriminantu funkcijā tika iekļauti finanšu koeficienti ar dažādiem novēlojumiem, lai prognozētu maksātnespējas iestāšanos viena gada laikā, jo tas uzliek nosacījumu, ka analizētajam uzņēmumam ir jābūt ar vismaz piecu gadu darbības pieredzi.

2.1.2. Logit analīzes metode

Logit analīzes metode sāka pielietot 1970.gadu beigās. Dž.Olsons tiek uzskatīts par vienu no pirmajiem pētniekiem, kurš veica uzņēmuma maksātnespējas prognozi izmantojot logit analīzes metodi.⁴² No Wall Street Journal statistikas datiem par laika posmu no 1970. līdz 1976.gadam, tika iegūti 105 bankrotējušu un 2058 nebankrotējušu Amerikas Savienoto Valstu uzņēmumu finanšu rādītāji. Modelī tika analizēti šādi neatkarīgie mainīgie:

- 1) Izmērs – logaritmēta kopējo aktīvu un patēriņa cenu indeksa attiecība;
- 2) Kopējās saistības pret kopējiem aktīviem;
- 3) Darba kapitāls pret kopējiem aktīviem;
- 4) Īstermiņa saistības pret apgrozāmajiem līdzekļiem;
- 5) Binārais rādītājs – viens, ja kopējās saistības pārsniedz kopējos aktīvus, nulle citādi;
- 6) Tīrā peļņa pret kopējiem aktīviem;
- 7) Naudas plūsma no darbības pret kopējām saistībām;
- 8) Binārais rādītājs – viens, ja peļņa ir negatīva vismaz 2 gadus, nulle citādi;
- 9) Peļņas līmeņa indikators – tekošās tīrās peļņas un iepriekšējā perioda tīrās peļņas starpība attiecināta pret šīs starpības moduļa vērtību. Šim rādītājam ir jāparāda izmaiņas tīrajā peļņā.

Pētījuma noslēgumā Dž.Olsons secināja, ka ir jāveic uzlabojumi modelī, iespējams to jāpapildina ar papildus faktoriem, kuri varētu ietekmēt modeļa prognozētspēju. Tomēr, arī šis modelis tika veidots biržā kotētu uzņēmumu analīzē, tādēļ to nevar vispārināt uz citiem uzņēmumiem, kuri netiek kotēti biržā.

Y.Zhou un T.Elhag pētījumā tika analizēti 100 Eiropas valstu ražošanas nozares uzņēmumi laika posmā no 2000. līdz 2005.gadam. Bankrota prognozēšanai tika izvēlēti 23 mainīgie, kuri novērtē uzņēmuma likviditāti, produktivitāti, pelnītspēju, kapitāla struktūru vai spēju attīstīties. Divu veidu klasifikācijas kļūdas tika pielietotas modeļa novērtējumā. Pirmā tipa kļūda norāda, cik bankrotējušu uzņēmumu tiek klasificēti kā maksātspējīgi. Otrā tipa kļūda norāda, cik

⁴¹ Šlefendorf, G. (2016). Bankruptcy prediction model for private limited companies of Lithuania, *Ekonomika (Economics)*, 95, 134-152.

⁴² Ohlson, J.A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy, *Journal of accounting research*, 18, 109-131.

maksātspējīgu uzņēmumu tiek klasificēti kā bankrotējuši. Tā kā pirmā tipa kļūda ir nozīmīgāka, Y.Zhou un T.Elhag iesaka to samazināt primāri. Lai to izdarītu, ir korekti jānosaka izslēgšanas punkts, kuru pētījuma ietvaros testēja robežās no 0,1 līdz 0,9. Testēšanas rezultātā izslēgšanas punkts tiek izvēlēts pie 0,7 robežas. No 23 mainīgajiem modeļi tika iekļauti 4 faktori, kā rezultātā modeļa prognozētspējas precizitāte ir ap 81%.⁴³ Tā kā pētījumā tika analizēti dažādu Eiropas valstu uzņēmumu finanšu rādītāji, autors uzskata, ka 100 uzņēmumu izlase ir pārāk maza, lai šīs analīzes rezultātus varētu vispārināt Eiropas mērogā. Turklāt, netika ņemti vērā nekādi makroekonomikas faktori, kas varētu palīdzēt minimizēt starpvalstu atšķirības uzņēmumu vidū.

S.Grigravičius pielietoja logit analīzes metodi Lietuvas uzņēmumu finanšu neveiksmes prognozēšanai. Pētījuma nolūkiem tika aprēķināti 20 dažādi finanšu rādītāji 88 publiski kotētiem Lietuvas uzņēmumiem, no kuriem 36 bija bankrotējuši. Rezultātā modeļi tika iekļauti 9 no 20 finanšu koeficientiem, kur liels uzsvars ir likts uz aktīvu apgrozījumu un uzņēmumu tirgus vai aktīvu vērtībām.⁴⁴ Lai gan pētījuma noslēgumā tika izstrādās maksātspējas prognozēšanas modelis, tas ir derīgs tikai publiski kotētu uzņēmumu analīzē.

F.Elloumi un J.-P.Gueyie ar logit analīzes metodi pētīja kā maksātspējas iestāšanos var ietekmēt biržā kotēta uzņēmuma vadība un tās hierarhija⁴⁵. Pētījuma ietvaros tika aplūkoti 46 maksātspējīgi un 46 maksātspējīgi uzņēmumi no Kanādas un to valdes sastāvs, cik ļoti tas izskaidro maksātspējas iestāšanās varbūtību papildus pārējiem finanšu koeficientiem. Pētījuma rezultātā tika apstiprināts, ka, ja uzņēmuma valdes sastāvā ir vairāk cilvēku no ārējiem resursiem, tad maksātspējas iestāšanās varbūtība ir zema. Lai gan šis pētījums, autora ieskatā, ir veidots no interesanta skatu punkta, tomēr liels tā trūkums ir tas, ka to var pielietot tikai publiski kotētu uzņēmumu maksātspējas prognozēšanā.

2.1.3. Neironu tīklu metode

Neironu tīklu metodi sāka izmantot 1980.gadu beigās un kopš 1990.gadiem tā ir kļuvusi ļoti populāra dažādu nozaru pētījumos. Šī metode ir izveidota tā, lai simulētu cilvēka spēju saskatīt likumsakarības. Tā analizē ievadīto informāciju un cenšas atrast sakarības un izveidot modeli, kurš ir spējīgs pieņemt lēmumu par piederību kādai no identificētajām sakarībām. Vairāki paraugu testi

⁴³ Zhou, Y., Elhag, T. (2007), Apply logit analysis in bankruptcy prediction, *Proceedings of the 7th WSEAS International conference on simulation, modelling and optimization*.

⁴⁴ Grigravičius, S. (2003). Corporate failure diagnosis: Reliability and practice, *Organizaciju vadyba*, 28, 29-42.

⁴⁵ Elloumi, F., Gueyie, J.-P. (2001), Financial distress and corporate governance: an empirical analysis, *Corporate governance*, 1(1), 15-23.

tiek ievadīti apmācības posmā, kur tīkls “iemācās” pieņemt lēmumu. Testēšanas posms tiek izmantots, lai apstiprinātu neironu tīkla modeli izmantojot aizturēto datu paraugu.⁴⁶

Tunisijas uzņēmumu bankrota prognozēšanas modeļa izveidē M.Hamdi izmantoja neironu tīklu metodi un loģistisko regresiju. Pētījuma ietvaros tika analizēti 528 dažādu nozaru uzņēmumu finanšu pārskati laika periodā no 1999. līdz 2006.gadam un aprēķināti 26 dažādi finanšu koeficienti. Neironu tīklu metodes apmācību posmā tika izmantoti 80% no pieejamajiem novērojumiem, lai noteiktu modeļa prognozētspējas precizitāti. Modeļi apmācīja, izmantojot 7 no izvēlētajiem finanšu koeficientiem. Tika aplēsts, ka loģistiskās regresijas rezultātā tiek iegūta 87% precizitāte, bet izmantojot neironu metodi – 89% precizitāte.⁴⁷ Modeļa izveidē tika izmantots viens slēptais slānis un pētījuma ietvaros nav izdarīti pieņēmumi par iekļauto koeficientu potenciālo ietekmi uz maksātspēju, tikai konstatēts fakts – vai modelis spēj pareizi klasificēt maksātspējīgos uzņēmumus, vai nē.

Saskaņā ar R.Vilsona veikto pētījumu, neironu tīklu metodi ir veiksmīgi izmantojuši, lai prognozētu, vai ir vērts apstiprināt, piemēram, kredīta izsniegšanu. Kā arī neironu tīkli veiksmīgi ir spējuši prognozēt hipotekāro kredītu klientu maksātspēju labāk nekā hipotekāro kredītu menedžeri. R.Vilsona pētījuma mērķis bija salīdzināt un kontrastēt diskriminantu analīzes rezultātus ar neironu tīkla analīzi, lai prognozētu bankrotu. Šajā modelī tika izmantoti E.Altmana Z-vērtības modeļa koeficienti. R.Vilsons atzīst, ka pētījuma rezultātus var ietekmēt bankrotējušo uzņēmumu proporcija apmācības un testēšanas grupās. Eksperimenta rezultātā R.Vilsons atzīst, lai prognozētu bankrotu uzņēmumā, neironu tīkls ir noderīgs kā alternatīva metode. Ar pieciem mainīgajiem neironu tīkls uzrādīja ļoti augstu prognozētspēju līdz pat 97%. Tomēr, veidojot apmācību un testēšanas grupas, ir svarīgi ievērot vienlīdzīgu sadalījumu, lai precizitāte būtu pēc iespējas augstāka.⁴⁸ Liela daļa no pētījumiem par neironu tīklu modeļiem paredz to, ka šī metode tiek salīdzināta ar kādu citu – diskriminantu analīzi, loģistisko regresiju un citām. R.Vilsons atzīst, ka modelis ir jātrenē uzmanīgi, lai tas netiktu pārāk apmācīts, kas radītu nekorektus rezultātus pētījuma noslēgumā.

B.Prasetyo et.al, izmantojot ar datu izraci iegūtu datu bāzi par 250 uzņēmumiem un sešiem finanšu koeficientiem, izveidoja neironu tīkla modeli ar diviem slēptajiem slāņiem⁴⁹. Rezultātā tika iegūts modelis, kurš ar 99% precizitāti spēja pareizi klasificēt maksātspējīgus uzņēmumus.

⁴⁶ Bellovary J.L., Giacomino, D.E., Akers, M.D. (2007). A review of bankruptcy prediction studies: 1930 to present, *Journal of financial education*, 33, 1-42.

⁴⁷ Hamdi, M., Mestiri, S., (2014). Bankruptcy prediction for Tunisian firms: An application of semi-parametric logistic regression and neural network approach, *Economics Bulletin*, 34(1), 133-143.

⁴⁸ Wilson, R.L., Sharda, R. (1994). Bankruptcy prediction using neural networks, *Decision support systems*, 11, 545-557.

⁴⁹ Prasetyo, B., Alamsyah, A., Muslim, M.A., Subhan, & Baroroh, N. (2020). Artificial neural network model for bankruptcy prediction, *Journal of Physics: Conference series*, 1567, 1-4.

Viens no šī pētījuma trūkumiem ir informācijas trūkums par pētījuma ietvaros analizētajiem uzņēmumiem – vai tie ir privāti uzņēmumi, kādas valsts vai nozares uzņēmumi tie ir, pēc kādiem kritērijiem tie tika izvēlēti, pēc kādām metodēm tika aprēķināti neatkarīgie mainīgie u.tml.

3. DATU ATLASE UN RAKSTUROJUMS PĒTĪJUMA NOLŪKIEM

Maksātspējas prognozēšanas modeļa pielietošanas vajadzībām ir izmantoti Valsts ieņēmumu dienesta ierobežotas pieejamības dati no Latvijas uzņēmumu gada pārskatiem laika periodā no 2015. līdz 2019.gadam, kuri ir anonimizēti, lai ievērotu Vispārīgās datu regulas nosacījumus un lai novērstu iespējamību, ka tikts izpausta konfidenciāla informācija. Valsts ieņēmumu dienesta datu bāzē ir pieejami detalizēti uzņēmumu gada pārskatu dati, balstoties uz kuriem var aprēķināt finanšu rādītājus un koeficientus maksātspējas prognozēšanas modeļa vajadzībām.

Modeļa vajadzībām ir izveidotas trīs grupas: testa, mērķa un kontroles, kurās ir iekļauti Latvijā dibināti privāti uzņēmumi, kuri atbilst vairākiem autora definētiem nosacījumiem.

Visi grupās iekļautie uzņēmumi ir ar uzņēmējdarbības formu “sabiedrība ar ierobežotu atbildību”, jo šī ir Latvijā visbiežāk izvēlēta uzņēmējdarbības forma saskaņā ar Latvijas Republikas Uzņēmumu reģistra statistikas informāciju (skat. 3.1.tabulu)

3.1.tabula

Dibināto uzņēmumu skaits Latvijā sadalījumā pēc uzņēmējdarbības formas, 2014.-2020.g.

Uzņēmējdarbības forma/Gads	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sabiedrība ar ierobežotu atbildību (SIA)	13996	12550	10318	9338	9864	9595	8234
Biedrība	1189	1248	1236	1088	1033	1015	871
Individuālais komersants/uzņēmums (IK/IU)	679	636	608	564	518	585	500
Zemnieku/Zvejnieku saimniecība (ZS)	57	102	118	101	71	82	62
Akciju sabiedrība (AS)	52	60	50	61	55	34	25
Citi	473	542	398	386	315	252	235
Kopā	16446	15138	12728	11538	11856	11563	9927

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz LR UR reģistra datiem, pieejams: <http://dati.ur.gov.lv/register/> [skatīts 04.05.2021].

Sabiedrība atlatē periodā nav mikrouzņēmuma nodokļa maksātājs. Šie uzņēmumi ir reģistrēti īpašam nodokļu maksāšanas režīmam un Valsts ieņēmumu dienestam sniedz darbības pārskatus ik ceturksni, kā arī to darba ņēmēju skaitam un apgrozījumam ir ar likumu noteikti ierobežojumi, kas neatbilst šī pētījuma vajadzībām.

Sabiedrības algu saņēmēšu darba ņēmēju skaits nav mazāks par 10 un nav lielāks par 250. Pētījuma vajadzībām tiks apskatīti tieši mazie un vidējie uzņēmumi, lai modelis sniegtu pēc iespējas precīzāku rezultātu. Mikrouzņēmumu finanšu informācija ir ļoti jūtīga pret dažādām izmaiņām ekonomikā, tādēļ tās iekļaušana modeļa testēšanā varētu samazināt tā prognozētspējas precizitāti. Un otrādi – lielo uzņēmumu finanšu informācija nav tik jūtīga pret finanšu satricinājumiem un šie uzņēmumi ir retāk pakļauti maksātspējas riskam. Tādēļ arī sabiedrības neto apgrozījums vienā izpētes gadā tiek noteikts robežās no 10 000 līdz 1000000 EUR.

Sabiedrības darbības ilgums ir vismaz trīs gadi pirms attiecīgā izpētes gada. Jaunie uzņēmumi, līdzīgi kā mikrouzņēmumi, ir ļoti jutīgi pret dažāda veida satricinājumiem ekonomikā, kā arī maksātnespējas risks ir ievērojami augstāks tieši pirmajos uzņēmējdarbības gados.

Katram no grupās iekļautajiem uzņēmumiem ir aprēķināti vairāki finanšu koeficienti, kurus paredzēts iekļaut modeļa aprēķinos, lai prognozētu maksātnespēju.

E.Altmana maksātnespējas prognozēšanas modeļa vajadzībām ir aprēķināti šādi finanšu rādītāji:

1. Darba kapitāls/Kopējie aktīvi – šis rādītājs parāda neto likvīdos aktīvus salīdzinājumā ar kopējiem aktīviem. Darba kapitāls ir starpība starp apgrozāmajiem līdzekļiem un īstermiņa saistībām. Ja uzņēmumam ir finansiālas problēmas, tad apgrozāmo līdzekļu apmērs samazināsies, tāpat to īpatsvars kopējos aktīvos. Šis likviditātes rādītājs pēc E.Altmana viedokļa ir visvērtīgākais.⁵⁰
2. Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/ Kopējie aktīvi – kumulatīvās peļņas veidošanas rādītājs. Šis rādītājs arī parāda uzņēmuma darbības ilgumu. Piemēram, salīdzinoši jaunam uzņēmumam šis koeficients būs zems, jo šādam uzņēmumam nav bijis pietiekami ilgs laiks, lai izveidotu nesadalītās peļņas rezerves. Šī iemesla dēļ jaunie uzņēmumi tiek savā veidā diskriminēti šīs analīzes rezultātā, jo pastāv iespēja, ja tos ar lielāku varbūtību klasificēs kā maksātnespējīgus. Tomēr, ņemot vērā to, ka uzņēmējdarbības vidē tieši jauno uzņēmumu vidū pastāv augsta bankrota varbūtība.
3. Peļņa pirms nodokļiem/ Kopējie aktīvi – šis koeficients parāda patieso uzņēmuma aktīvu produktivitāti. Tā kā uzņēmuma būtība ir gūt peļņu no tā aktīviem, šis koeficients ir piemērots pētījumiem, kuros pēta uzņēmumu maksātnespēju vai nespēju.
4. Pašu kapitāls/Saistības – ņemot vērā to, ka sabiedrība ar ierobežotu atbildību netiek kotēta biržā un tai pēc būtības nepastāv tirgus vērtība, tad, lai izvērtētu uzņēmuma spēju segt kopējās saistības, tiek izmantots pašu kapitāla un kopējo saistību attiecība. Privātam uzņēmumam šim rādītājam ir jābūt pietiekami lielam, lai likvidācijas gadījumā, tas spētu norēķināties par visām saistībām pilnā apmērā, izmantojot pašu kapitāla līdzekļus.
5. Neto apgrozījums pret kopējiem aktīviem ir kapitāla apgrozījuma rādītājs, kurš parāda uzņēmuma spēju radīt apgrozījumu no uzņēmuma aktīviem.

Papildus E.Altmana Z-vērtību modeļa vajadzībām nepieciešamo koeficientu aprēķinam, mērķa un kontroles grupu uzņēmumiem ir aprēķināti vēl 15 dažādi finanšu koeficienti, lai,

⁵⁰ Altman E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609.

ievietojot tos autora veidotajos modeļos, noteiktu to piemērotību Latvijas privāto uzņēmumu maksātspējas prognozēšanā (skatīt 3.2.tabulu).

3.2.tabula

Modeļa izstrādei aprēķinātie finanšu koeficienti

Likviditātes koeficienti	Rentabilitātes koeficienti
6. Nauda/Īstermiņa saistības 7. Apgrozāmie līdzekļi/Saistības 8. Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	9. Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums 10. Peļņa/Neto apgrozījums 11. Peļņa/Aktīvi 12. Peļņa pirms nodokļiem/Īstermiņa saistības
Maksātspējas koeficienti	Aktivitātes koeficienti
13. Īstermiņa saistības/Aktīvi 14. Ilgtermiņa saistības/Aktīvi 15. Saistības/Aktīvi 16. Pamatlīdzekļi/Aktīvi	17. Neto apgrozījums/Nauda 18. Darba kapitāls/Neto apgrozījums 19. Neto apgrozījums/Pamatlīdzekļi 20. Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības

Avots: Autora izveidots.

Papildus finanšu koeficientiem ir aprēķināts mērķa un kontroles grupas uzņēmumu vecums līdz tam gadam, par kuru tiek veikts Z-vērtības aprēķins. Kā neatkarīgais mainīgais ir izveidoti vairāki binārie faktori, kuri saistīti ar uzņēmuma reģistrācijas vietu – Rīga, Rīga un Pierīga, lielpilsēta (iekļaujot visas republikas nozīmes pilsētas, izņemot Rīgu), Kurzeme, Zemgale, Vidzeme, Latgale.

Katram no mērķa un kontroles iekļautajiem uzņēmumiem pieejams binārā tipa mainīgais, kurš apzīmē NACE 2.redakcijas kopējā koda darbības nozari.

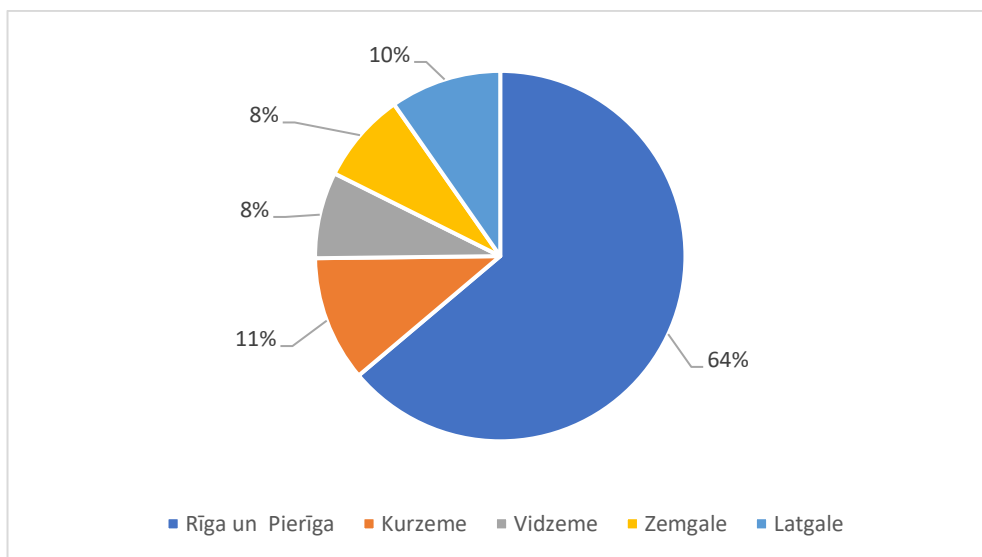
Mērķa un kontroles grupu uzņēmumiem ir pieejama informācija par vidējo uzņēmumos nodarbināto skaitu, kā arī to vidējo algu. Balstoties uz šo informāciju, izveidots binārais rādītājs, kurš ar vērtību “1” apzīmē to, ka uzņēmumā vidējā alga ir lielāka par attiecīgajā taksācijas gadā valstī noteikto minimālo mēnešalgu, bet ar vērtību “0” – uzņēmumā vidējā alga ir mazāka par minimālo.

3.1. Testa grupas atlase un raksturojums

Testa grupā, pamatojoties uz iepriekš minētajiem kritērijiem, ir atlasīti 20 703 uzņēmumi laika periodā no 2015. līdz 2019.gadam. 20 626 no tiem nav ierosināts maksātspējas vai tiesiskās aizsardzības process nākamajā gadā pēc uzņēmumu gada pārskata iesniegšanas.

Testa grupas uzņēmumu vidējais vecums ir 13 gadi, minimālais – trīs, maksimālais 23, tātad testa grupa atbilst nosacījumam, ka visiem tajā iekļautajiem uzņēmumiem darbības ilgums ir vismaz trīs gadi pirms attiecīgā izpētes gada.

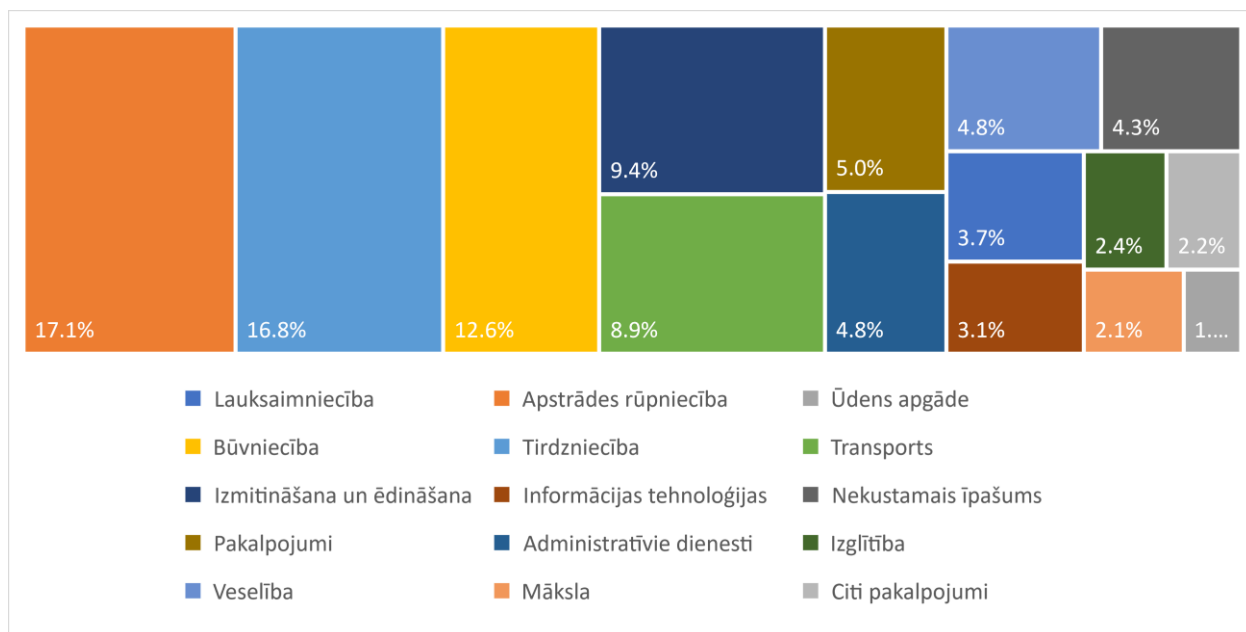
Vairāk nekā puse jeb 64% no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem kā reģistrācijas adresi norādījuši Rīgu vai Pierīgu, 11% reģistrēti Kurzemē, 10% - Latgalē, 8% - Zemgalē un 8% - Vidzemē (skat. 3.1.attēlu).



3.1. att. Testa grupas uzņēmumu teritoriālais sadalījums

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Valsts Ieņēmumu dienesta datiem

Testa grupā iekļauti uzņēmumi no 15 dažādām nozarēm, bet lielākā daļa šo uzņēmumu darbojas apstrādes rūpniecības, tirdzniecības vai būvniecības nozarēs (skat. 3.2.attēlu).



3.2. att. Testa grupas uzņēmumu nozaru sadalījums

Avots: Autora izveidots, pamatojoties uz Valsts Ieņēmumu dienesta datiem

Vidējais darba ņēmēju skaits testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir 18, minimālais – 10, bet maksimālais – 181 (skat. 3.4.tabulu), kas atbilst testa grupai izvirzītajiem nosacījumiem par

darba ņēmēju skaita ierobežojumu. Vidējā alga testa grupas uzņēmumiem ir 524 EUR mēnesī, un 36% no šiem uzņēmumiem vidējā alga ir zemāka par attiecīgajā gadā valstī noteikto minimālo mēnešalgu.

Lielākā daļa no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir PVN maksātāji (skat. 3.3.tabulu), kas nozīmē to, ka uzņēmums kvalificējas PVN maksātāju apgrozījuma sliekšnim.

3.3.tabula

Testa grupu raksturojošo mainīgo minimālā, maksimālā un vidējā vērtība

Mainīgā nosaukums	Minimums	Maksimums	Vidējā vērtība
Vidējais darba ņēmēju skaits ar algu	10	181	18
Vidējā darba ņēmēja alga, EUR	22	4555	524
Vidējā alga zem minimālās mēnešalgas (Jā=1, Nē=0)	0	1	36%
PVN maksātājs (Jā=1, Nē=0)	0	1	90%

Avots: Autora izveidots.

Vidējais neto apgrozījums testa grupas uzņēmumiem ir 460 tūkstoši EUR, minimālais – 10 tūkstoši, bet maksimālais – 999 tūkstoši (skat. 3.4.tabulu), kas atbilst testa grupai izvirzītajiem nosacījumiem par neto apgrozījuma ierobežojumiem.

3.4.tabula

Testa grupas uzņēmumu gada pārskata datu minimālā, maksimālā un vidējā vērtība

Mainīgā nosaukums	Minimums	Maksimums	Vidējā vērtība
Neto apgrozījums, EUR	10000	999945	460338
Ilgtermiņa kreditori, EUR	0	48826731	209148
Īstermiņa kreditori, EUR	0	12895030	147756
Peļņa pirms nodokļiem, EUR	-6903862	8483874	10359
Nauda, EUR	-70123	10599897	49333
Apgrozāmie līdzekļi, EUR	4	162006006	200534
Kopējie aktīvi, EUR	4	165942356	538162
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa, EUR	-14607804	9318680	3407
Peļņa vai zaudējumi, EUR	-4863565	8482093	8965

Avots: Autora izveidots.

Vairāk nekā trešdaļai jeb 39% no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem nav ilgtermiņa kreditoru, bet pārējiem 61% vidējais ilgtermiņa kreditoru apmērs ir gandrīz 340 tūkstoši EUR. Īstermiņa kreditoru apmērs testa grupas uzņēmumiem ir vidēji 209 tūkstoši EUR (skat. 3.4.tabulu).

Gandrīz trešdaļai jeb 30% no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem uzņēmumu gada pārskata pozīcija par peļņu pirms nodokļiem ir negatīva, tātad attiecīgajā taksācijas gadā

uzņēmumi strādājuši ar zaudējumiem. Vidējā zaudējumu summa šiem uzņēmumiem ir 70 tūkstoši EUR, minimālā – 3 EUR, bet maksimālā – 6,9 miljoni EUR (skat. 3.4.tabulu).

Arī iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas rādītājs ir negatīvs trešdaļai no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem jeb 34% uzņēmumu. Vidējā nesadalītās peļņas summa šiem uzņēmumiem ir -223 tūkstoši EUR, minimālā - 1 EUR, bet maksimālā – 14,6 miljoni EUR.

Aprozāmo līdzekļu apmērs testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir vidēji 200 tūkstoši EUR (skat. 3.4.tabulu), kas nozīmē to, ka vidēji darba kapitāls testa grupas uzņēmumiem ir pozitīvs, kas savukārt liecina par finansiālu stabilitāti jau pirms E.Altmana Z-vērtības modeļa pielietošanas.

Vidējā vērtība diviem finanšu koeficientiem, kuri aprēķināti E.Altmana Z-vērtības modeļa vajadzībām, ir pozitīva (skat. 3.5.tabulu), bet trīs no tiem - negatīva.

Darba kapitāla un kopējo aktīvu attiecība (1) vidēji ir negatīva, kas liecina par to, ka testa grupas uzņēmumiem var rasties grūtības atmaksāt īstermiņa parādus (skat. 3.5.tabulu). Peļņas pirms nodokļiem un kopējo aktīvu attiecība (3) vidēji ir negatīva, tātad testa grupas uzņēmumiem var rasties grūtības nomaksāt nodokļus, kas arī liecina par maksātspējas problēmu esamību. Iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas attiecība (2) pret kopējiem aktīviem arī vidēji ir negatīva, tātad testa grupas uzņēmumiem ir bijusi neveiksmīga darbība iepriekšējos periodos.

Pašu kapitāla un kopējo saistību attiecība (4) ir vidēji pozitīva, kas var liecināt par uzņēmuma maksātspējas nepasliktināšanos. Neto apgrozījuma un kopējo aktīvu attiecība (5) visiem testa grupas uzņēmumiem ir pozitīva, kas norāda uz to, ka uzņēmumi veido apgrozījumu no esošajiem aktīviem.

3.5.tabula

Testa grupas Z-vērtības modeļa vajadzībām aprēķināto finanšu koeficientu minimālā, maksimālā un vidējā vērtība

Mainīgā nosaukums	Minimums	Maksimums	Vidējā vērtība
1. Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	-10950,750	1,000	-1,673
2. Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	-106100,284	34,779	-6,560
3. Peļņa pirms nodokļiem/Kopējie aktīvi	-3332,250	725,429	-0,612
4. Pašu kapitāls/Saistības	-2,517	20526,600	3,077
5. Neto apgrozījums/Kopējie aktīvi	0.000	23202,286	6,598

Avots: Autora izveidots.

Atsevišķu finanšu rādītāju vidējie rezultāti testa grupā liecina par to, ka tajā ir uzņēmumi, kuriem ir radušās finansiālas problēmas, kas pēc Z-vērtību modeļa pielietošanas potenciāli varētu samazināt modeļa prognozētspējas precizitāti, bet arī norāda uz maksātnespējīgo uzņēmumu klātbūtni testa grupā.

3.2. Mērķa un kontroles grupu atlase un raksturojums

Mērķa grupas izveidei no testa grupas ir atlasīti uzņēmumi, kuriem nākamajā gadā pēc analizējamā taksācijas perioda gada pārskata ir pasludināts maksātspējas vai tiesiskās aizsardzības process (standarta vai ārpusstiesas). Rezultātā ir atlasīti 77 uzņēmumi piecu gadu periodā, kuri atbilst mērķa grupai izvirzītajiem nosacījumiem. Lielākajai daļai jeb 84% no mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem nākamajā gadā pēc uzņēmumu gada pārskata iesniegšanas ir ierosināts maksātspējas process, bet 16% - tiesiskās aizsardzības process (skat.3.6. tabulu).

3.6.tabula

Mērķa grupu raksturojošo mainīgo minimālā, maksimālā un vidējā vērtība

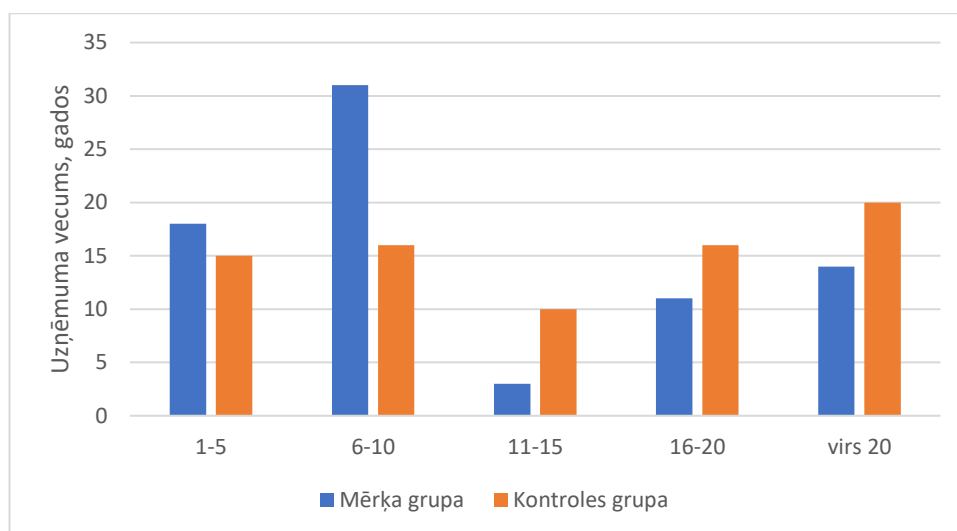
Mainīgā nosaukums	Minimums	Maksimums	Vidējā vērtība
Vecums gados	3	23	11
Maksātspējas vai tiesiskās aizsardzības process (Jā=1, Nē=0), %	1	1	100%
Maksātspējas process (Jā=1, Nē=0), %	0	1	84%
Tiesiskās aizsardzības process (Jā=1, Nē=0), %	0	1	16%

Avots: Autora izveidots.

Kontroles grupas izveidei no testa grupas ir atlasīti uzņēmumi, kuriem nākamajā gadā pēc analizējamā taksācijas perioda gada pārskata nav pasludināts maksātspējas vai tiesiskās aizsardzības process (standarta vai ārpusstiesas). Turklāt, lai kontroles grupa būtu pēc iespējas līdzvērtīgāka mērķa grupai, atlases procesā manuāli no testa grupas tika atlasīti uzņēmumi, kuriem bija līdzīgs algu saņēmumu darba ņēmēju skaits ar robežu +/- 1 un līdzīgs kopējais aktīvu skaits robežās +/- 10%. Atlases kritēriju manuālas piemērošanas rezultātā ir atlasīti 77 uzņēmumi piecu gadu periodā, kuriem nākamajā gadā pēc uzņēmumu gada pārskata iesniegšanas nav ierosināts maksātspējas vai tiesiskās aizsardzības process.

Mērķa grupas uzņēmumu vidējais vecums ir 11 gadi, minimālais – trīs, maksimālais 23, tātad mērķa grupa atbilst nosacījumam, ka visiem tajā iekļautajiem uzņēmumiem darbības ilgums ir vismaz trīs gadi pirms attiecīgā izpētes gada. Kontroles grupas uzņēmumu vidējais vecums ir 13 gadi, minimālais – trīs, maksimālais 23, tātad atbilst nosacījumam, ka visiem kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem darbības ilgums ir vismaz trīs gadi pirms attiecīgā izpētes gada.

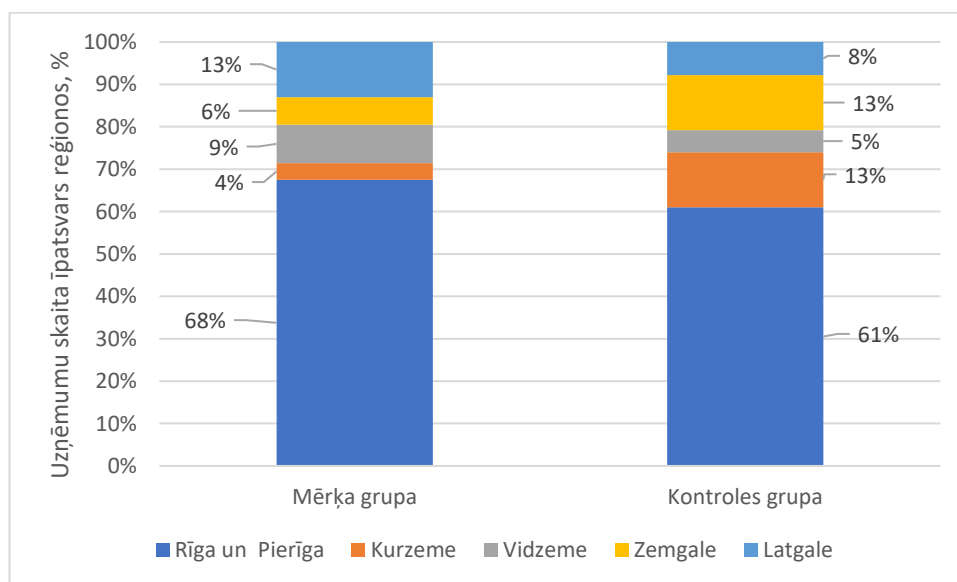
Lielākā daļa no mērķa grupas uzņēmumiem darbojas vismaz 3, bet ne vairāk kā 10 gadus (skat. 3.3.attēlu). Savukārt kontroles grupā lielākā daļa uzņēmumu darbojas vairāk nekā 10 gadus.



3.3. att. Mērķa un kontroles grupu uzņēmumu vecuma sadalījums intervālos

Avots: Autora izveidots

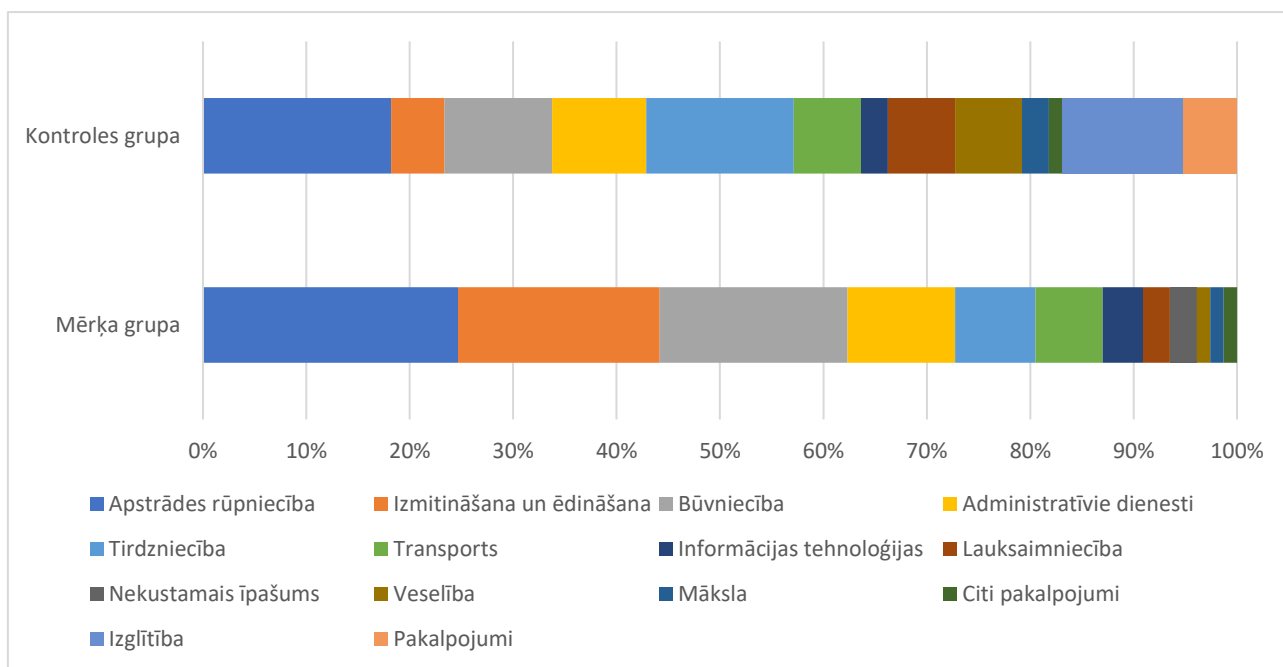
Vairāk nekā puse jeb 68% no mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem kā reģistrācijas adresi norādījuši Rīgu vai Pierīgu, 13% reģistrēti Latgalē, 9% - Vidzemē, 6% - Zemgalē un 4% - Kurzemē (skat. 3.4.attēlu). Arī kontroles grupā ir vērojama līdzīga tendence - vairāk nekā puse jeb 61% no kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem kā reģistrācijas adresi norādījuši Rīgu vai Pierīgu, 13% reģistrēti Kurzemē, 13% - Zemgalē, 8% - Latgalē un 5% - Vidzemē.



3.4. att. Mērķa un kontroles grupu uzņēmumu teritoriālais sadalījums

Avots: Autora izveidots

Mērķa grupā iekļauti uzņēmumi no 12 dažādām nozarēm, bet lielākā daļa šo uzņēmumu darbojas apstrādes rūpniecības, būvniecības vai ēdināšanas un izmitināšanas nozarēs (skat. 3.4.attēlu). Savukārt, kontroles grupā iekļauti uzņēmumi no 13 dažādām nozarēm, bet arī lielākā daļa šo uzņēmumu darbojas apstrādes rūpniecības, tirdzniecības vai izglītības nozarēs.



3.5. att. Mērķa un kontroles grupu uzņēmumu nozaru sadalījums

Avots: Autora izveidots

Vidējais darba ņēmēju skaits mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir 24, minimālais – 10, bet maksimālais – 76 (skat. 3.7.tabulu), kas atbilst mērķa grupai izvirzītajiem nosacījumiem par darba ņēmēju skaita ierobežojumu. Kontroles grupā atšķiras tikai maksimālais darba ņēmēju skaits – 70.

Vidējā alga mērķa grupas uzņēmumiem ir 486 EUR mēnesī, tomēr 45% no šiem uzņēmumiem vidējā alga ir zemāka par attiecīgajā gadā valstī noteikto minimālo mēnešalgu. Vidējā alga kontroles grupas uzņēmumiem ir 550 EUR mēnesī, tomēr 35% no šiem uzņēmumiem vidējā alga ir zemāka par attiecīgajā gadā valstī noteikto minimālo mēnešalgu.

3.7.tabula

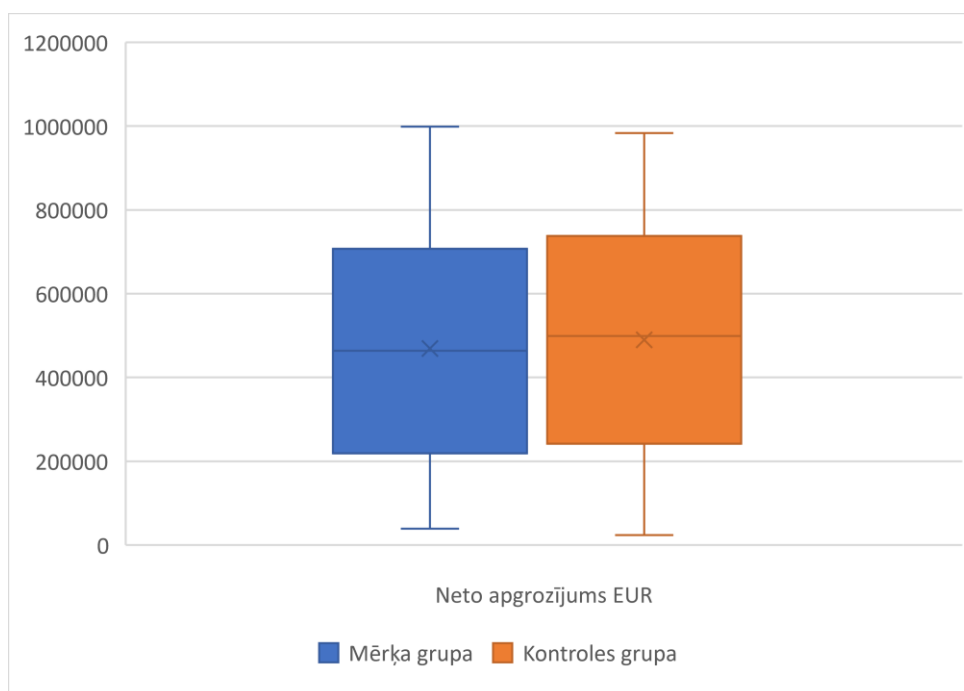
Kontroles grupu raksturojošo mainīgo minimālā, maksimālā un vidējā vērtība

Grupas nosaukums	Mainīgā nosaukums	Vidējais darba ņēmēju skaits ar algu	Vidējā darba ņēmēja alga, EUR	Vidējā alga zem minimālās mēnešalgas (Jā=1, Nē=0)	PVN maksātājs (Jā=1, Nē=0)
Mērķa grupa	Minimums	10	64	0	0
	Maksimums	76	1297	1	1
	Vidējā vērtība	25	486	45%	44%
Kontroles grupa	Minimums	10	50	0	0
	Maksimums	70	1572	1	1
	Vidējā vērtība	24	550	35%	81%

Avots: autora izveidots.

Mazāk nekā puse no mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir PVN maksātāji (skat.3.7.tabulu), kas varētu nozīmēt to, ka uzņēmums nekvalificējas PVN maksātāju apgrozījuma sliekšnim vai jau ir izslēgts no PVN reģistra. Savukārt kontroles grupā ir pretēji - vairāk nekā puse jeb 81% no kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir PVN maksātāji, kas nozīmē to, ka uzņēmuma apgrozījums atbilst PVN maksātāja reģistrācijas prasībām.

Vidējais neto apgrozījums mērķa grupas uzņēmumiem ir 470 tūkstoši EUR, minimālais – 39 tūkstoši, bet maksimālais – 998 tūkstoši (skat. 3.6.attēlu), kas atbilst mērķa grupai izvirzītajiem nosacījumiem par neto apgrozījuma ierobežojumiem. Vidējais neto apgrozījums kontroles grupas uzņēmumiem ir 489 tūkstoši EUR, minimālais – 23 tūkstoši, bet maksimālais – 983 tūkstoši, kas arī atbilst kontroles grupai izvirzītajiem nosacījumiem par neto apgrozījuma ierobežojumiem.

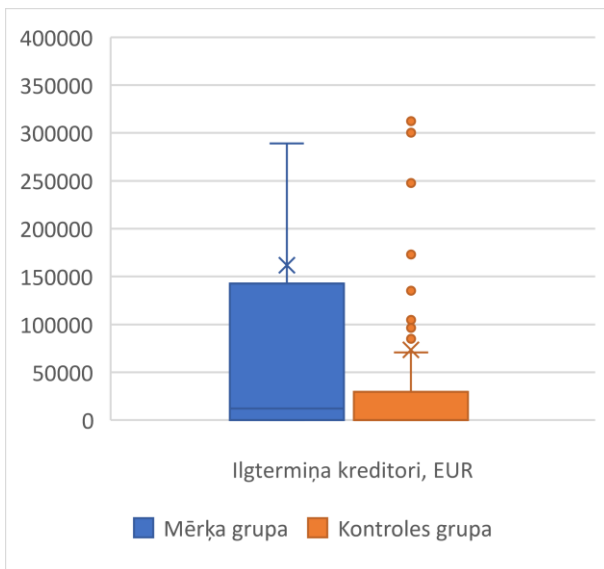


3.6. att. Mērķa un kontroles grupu uzņēmumu neto apgrozījums, EUR

Avots: Autora izveidots

Vairāk nekā trešdaļai jeb 38% no mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem nav ilgtermiņa kreditoru, bet pārējiem 62% vidējais ilgtermiņa kreditoru apmērs ir gandrīz 260 tūkstoši EUR (skat. 3.7.attēlu). Vairāk nekā pusei jeb 51% no kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem nav ilgtermiņa kreditoru, bet pārējiem 49% vidējais ilgtermiņa kreditoru apmērs ir 148 tūkstoši EUR.

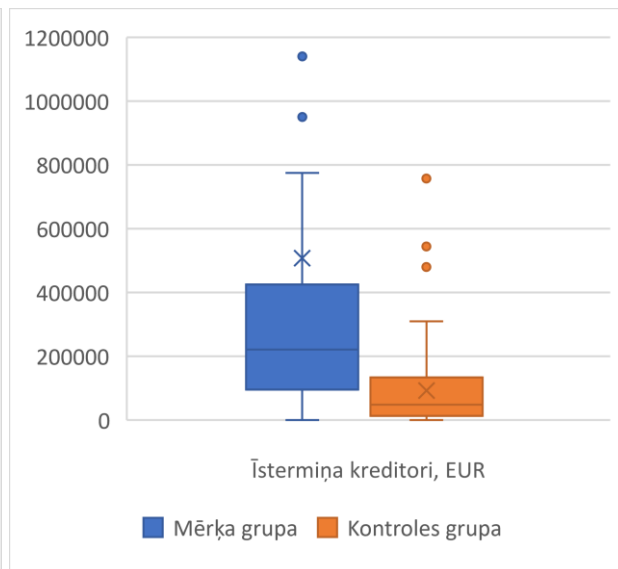
Īstermiņa kreditoru apmērs mērķa grupas uzņēmumiem ir vidēji 507 tūkstoši EUR. Īstermiņa kreditoru apmērs kontroles grupas uzņēmumiem ir vidēji 92 tūkstoši EUR (skat. 3.8.attēlu).



3.7. att. Mērķa un kontroles grupu ilgtermiņa kreditori, EUR

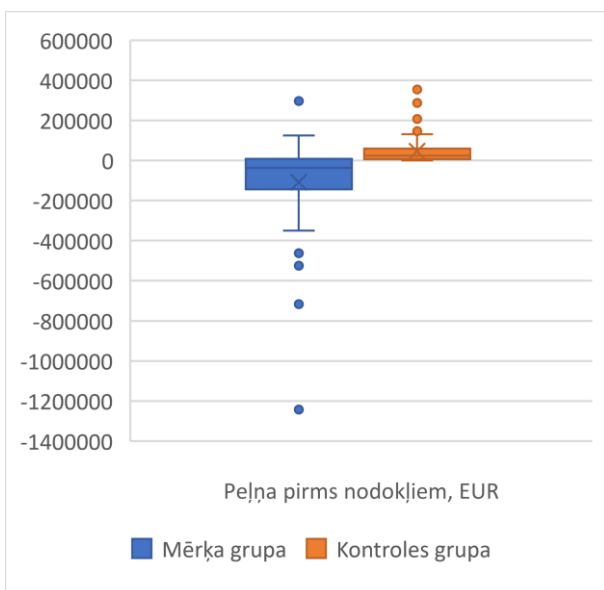
Avots: Autora izveidots

Lielākajai daļai jeb 70% no mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem uzņēmumu gada pārskata pozīcija par peļņu pirms nodokļiem ir negatīva, tātad attiecīgajā taksācijas gadā uzņēmumi strādājuši ar zaudējumiem. Vidējā zaudējumu summa šiem uzņēmumiem ir 171 tūkstotis EUR, minimālā – 403 EUR, bet maksimālā – 1,24 miljoni EUR (skat. 3.8.attēlu). Kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem uzņēmumu gada pārskata pozīcija par peļņu pirms nodokļiem ir pozitīva, tātad attiecīgajā taksācijas gadā uzņēmumi strādājuši ar peļņu. Vidējā peļņas pirms nodokļiem summa šiem uzņēmumiem ir 47 tūkstoši EUR, minimālā – 0, bet maksimālā – 353 tūkstoši EUR.



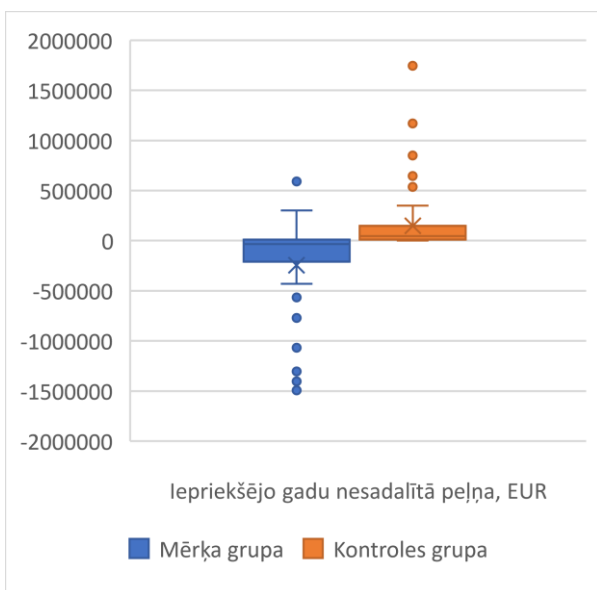
3.8. att. Mērķa un kontroles grupu īstermiņa kreditori, EUR

Avots: Autora izveidots



3.9. att. Mērķa un kontroles grupu peļņa pirms nodokļiem, EUR

Avots: Autora izveidots

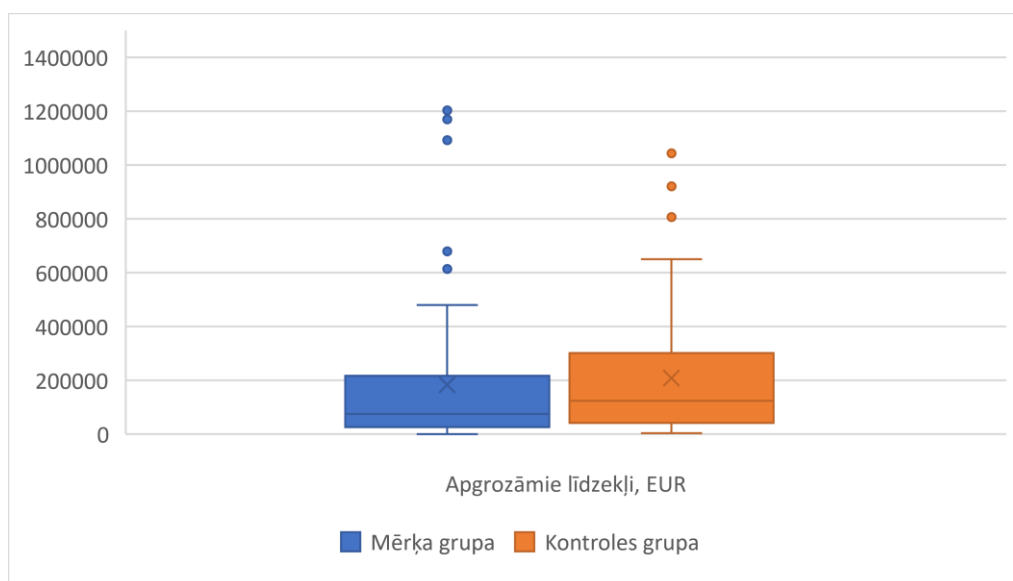


3.10. att. Mērķa un kontroles grupu iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa, EUR

Avots: Autora izveidots

Arī iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas rādītājs ir negatīvs vairāk nekā pusei no mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem jeb 68% uzņēmumu. Vidējā nesadalītās peļņas summa šiem uzņēmumiem ir -410 tūkstoši EUR, minimālā - 3,6 tūkstoši EUR, bet maksimālā – 4,0 miljoni EUR (skat. 3.10.attēlu).Iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas rādītājs ir pozitīvs kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem. Vidējā nesadalītās peļņas summa šiem uzņēmumiem ir 148 tūkstoši EUR, minimālā - 1EUR, bet maksimālā –1,7 miljoni EUR.

Apgrozāmo līdzekļu apmērs mērķa grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir vidēji 182 tūkstoši EUR (skat. 3.11.attēlu), kas nozīmē to, ka vidēji darba kapitāls mērķa grupas uzņēmumiem ir negatīvs, kas savukārt liecina par finansiālu nestabilitāti jau pirms E.Altmana Z-vērtības modeļa pielietošanas.

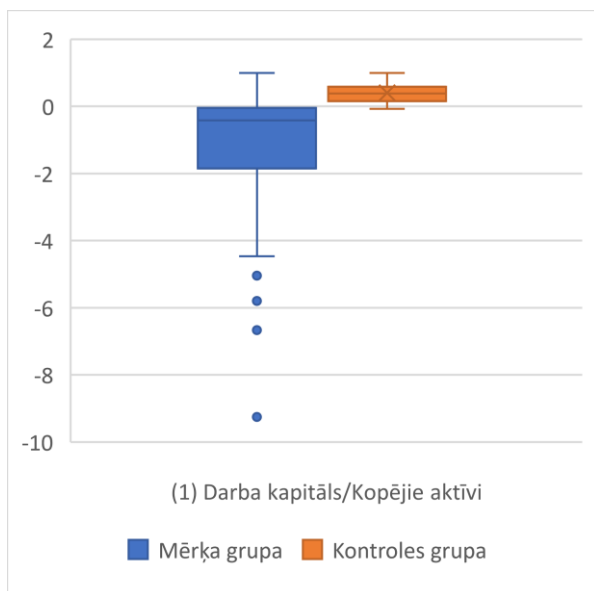


3.11. att. Mērķa un kontroles grupu apgrozāmie līdzekļi, EUR

Avots: Autora izveidots

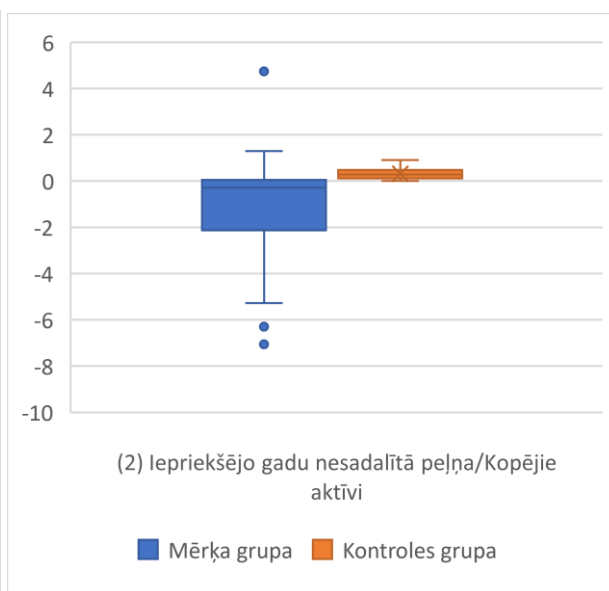
Apgrozāmo līdzekļu apmērs kontroles grupā iekļautajiem uzņēmumiem ir vidēji 208 tūkstoši EUR, kas nozīmē to, ka vidēji darba kapitāls kontroles grupas uzņēmumiem ir pozitīvs, kas savukārt liecina par finansiālu stabilitāti jau pirms E.Altmana Z-vērtības modeļa pielietošanas.

Vidējā vērtība gandrīz visiem mērķa grupas finanšu koeficientiem, kuri aprēķināti E.Altmana Z-vērtības modeļa vajadzībām, ir negatīva. Turklāt, negatīvās vērtības nereti ir ievērojami lielākas nekā pozitīvās, kas mērķa grupai ir raksturīgi, jo tie ir finanšu grūtībās nonākušie uzņēmumi. Pozitīva vērtība ir tikai vienam no finanšu koeficientiem – neto apgrozījuma īpatsvars kopējos aktīvos. Vidējā vērtība kontroles grupas uzņēmumu finanšu koeficientiem, kuri aprēķināti E.Altmana Z-vērtības modeļa vajadzībām, ir pozitīva.



3.12. att. Mērķa un kontroles grupu darba kapitāla un kopējo aktīvu attiecība

Avots: Autora izveidots

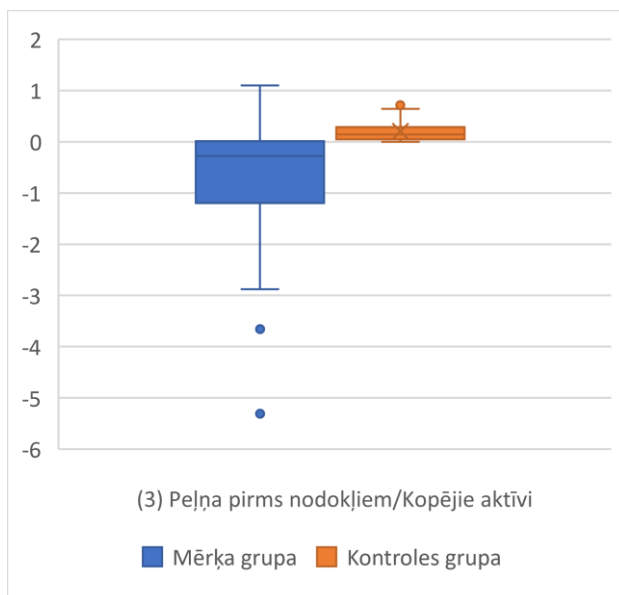


3.13. att. Mērķa un kontroles grupu iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un kopējo aktīvu attiecība

Avots: Autora izveidots

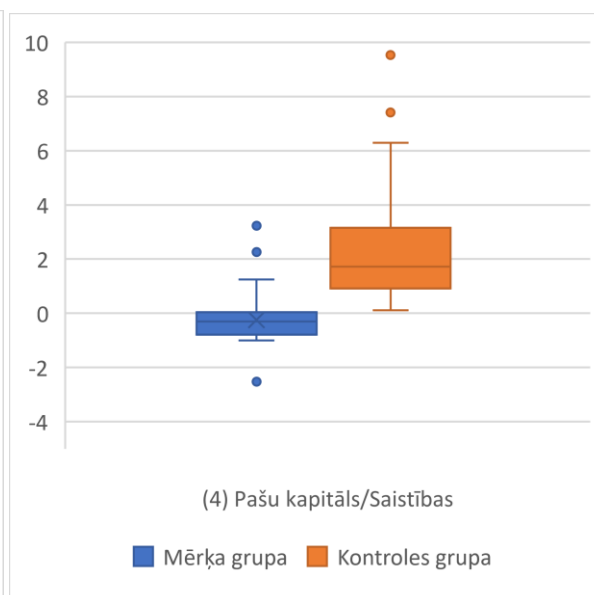
Darba kapitāla un kopējo aktīvu attiecība mērķa grupas uzņēmumiem (1) vidēji ir negatīva, kas liecina par to, ka šiem uzņēmumiem var rasties grūtības atmaksāt īstermiņa parādus (skat. 3.12. attēlu). Peļņas pirms nodokļiem un kopējo aktīvu attiecība mērķa grupas uzņēmumiem (3) vidēji ir negatīva, tātad šiem uzņēmumiem var rasties grūtības nomaksāt nodokļus, kas arī liecina par maksātspējas problēmām. Mērķa grupas iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas attiecība pret kopējiem aktīviem (2) arī vidēji ir negatīva, tātad šīs grupas uzņēmumiem ir bijusi neveiksmīga darbība iepriekšējos periodos, kas uzņēmumiem, kuru darbības ilgums ir vismaz trīs gadi, var radīt problēmas turpmākai pastāvēšanai.

Darba kapitāla un kopējo aktīvu attiecība kontroles grupas uzņēmumiem (1) vidēji ir pozitīva, kas liecina par to, ka kontroles grupas uzņēmumiem nav grūtības atmaksāt īstermiņa parādu. Peļņas pirms nodokļiem un kopējo aktīvu attiecība (3) vidēji ir pozitīva, tātad kontroles grupas uzņēmumiem nav grūtības nomaksāt nodokļus, kas arī liecina par maksātspējas problēmu neesamību. Iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas attiecība (2) pret kopējiem aktīviem arī vidēji ir pozitīva, tātad kontroles grupas uzņēmumiem ir bijusi veiksmīga darbība iepriekšējos periodos.



3.14. Mērķa un kontroles grupu peļņas pirms nodokļiem un kopējo aktīvu attiecība

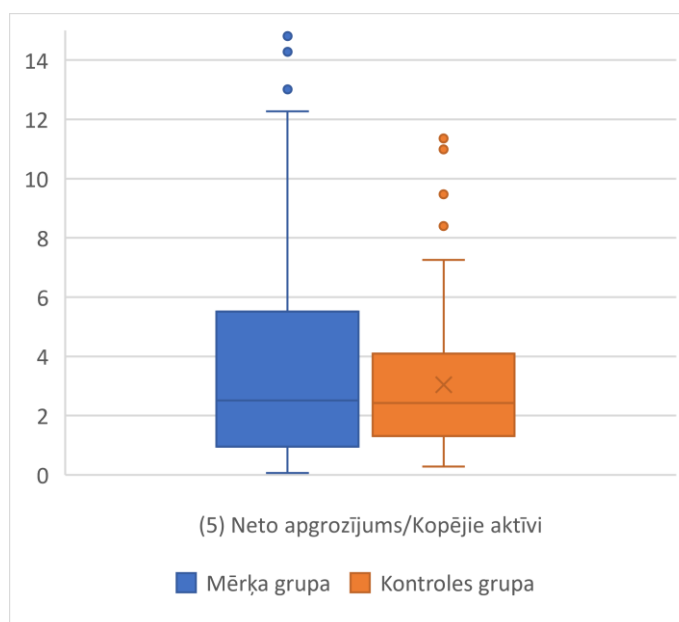
Avots: Autora izveidots



3.15. att. Mērķa un kontroles grupu pašu kapitāla un saistību attiecība

Avots: Autora izveidots

Mērķa grupas pašu kapitāla un kopējo saistību attiecība (4) ir vidēji negatīva, kas arī var liecināt par uzņēmuma maksātspējas pasliktināšanos. Neto apgrozījuma un kopējo aktīvu attiecība (5) visiem mērķa grupas uzņēmumiem ir pozitīva, kas norāda uz to, ka uzņēmumi veido apgrozījumu no esošajiem aktīviem, bet, iespējams, mērķa grupas uzņēmumiem šī saimnieciskās darbības efektivitāte ir pārāk zema.



3.16. att. Mērķa un kontroles grupu neto apgrozījuma un kopējo aktīvu attiecība

Avots: Autora izveidots

Kontroles grupas pašu kapitāla un kopējo saistību attiecība (4) ir vidēji pozitīva, kas var liecināt par uzņēmuma maksāspējas nepasliktināšanos. Neto apgrozījuma un kopējo aktīvu attiecība (5) visiem kontroles grupas uzņēmumiem ir pozitīva, kas norāda uz to, ka uzņēmumi veido apgrozījumu no esošajiem aktīviem.

Mērķa grupas uzņēmumu vidējā naudas un īstermiņa saistību attiecība (6) ir zem vērtības 0,1, kas var liecināt par uzņēmuma nespēju norēķināties par īstermiņa saistībām ar esošajiem naudas līdzekļiem (skat. 3.8.tabulu). Kontroles grupas uzņēmumu vidējā naudas un īstermiņa saistību attiecība (6) ir pozitīva vērtība un pārsniedz "1", kas var liecināt par labāku uzņēmuma spēju norēķināties par īstermiņa saistībām ar esošajiem naudas līdzekļiem nekā mērķa grupas uzņēmumiem.

3.8.tabula

**Mērķa un kontroles grupas papildus aprēķināto finanšu koeficientu
minimālā, maksimālā un vidējā vērtība**

Mainīgā nosaukums	Mērķa grupas vidējā vērtība	Kontroles grupas vidējā vērtība
6.Nauda/īstermiņa saistības	0,098	15,749
7. Apgrozāmie līdzekļi/Saistības	0,468	10,630
8.Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	39,873	17,332
9.Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	-0,365	0,095
10.Peļņa/Neto apgrozījums	-0,364	0,093
11.Peļņa/Aktīvi	-46,885	0,196
12.Peļņa pirms nodokļiem/Īstermiņa saistības	-1326,681	3,344
13.Īstermiņa saistības/Aktīvi	148,621	0,293
14.Ilgtermiņa saistības/Aktīvi	5,669	0,091
15.Saistības/Aktīvi	154,29	0,384
16.Pamatlīdzekļi/Aktīvi	3,83	0,693
17.Neto apgrozījums/Nauda	7996,917	65,695
18.Darba kapitāls/Neto apgrozījums	-0,792	0,241
19.Neto apgrozījums/Pamatlīdzekļi	53809,742	29,427
20. Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības	4968,948	40,47

Avots: Autora izveidots.

Peļņas pirms nodokļiem un neto apgrozījuma attiecība (9) mērķa grupas uzņēmumiem vidēji ir negatīva, tātad šiem uzņēmumiem ir radušās grūtības radīt peļņu no apgrozījuma. Uz līdzīgām finanšu problēmām norāda arī peļņas un neto apgrozījuma attiecība (10). Peļņas un aktīvu attiecība (11) parāda uzņēmuma spēju radīt peļņu no esošajiem aktīviem, bet mērķa grupas uzņēmumiem vidēji šis rādītājs ir negatīvs, kas liecina par neefektīvu aktīvu izmantošanu peļņas gūšanai. Peļņas pirms nodokļiem un īstermiņa saistību attiecība ir vidēji negatīva, kas liecina par to, ka peļņa samazinās un pieaug īstermiņa saistību apjoms.

Peļņas pirms nodokļiem un neto apgrozījuma attiecība (9) kontroles grupas uzņēmumiem vidēji ir pozitīva, tātad šiem uzņēmumiem nav radušās grūtības radīt peļņu no apgrozījuma. Uz līdzīgu finanšu stāvokli norāda arī peļņas un neto apgrozījuma attiecība (10). Peļņas un aktīvu attiecība (11) parāda uzņēmuma spēju radīt peļņu no esošajiem aktīviem, un kontroles grupas uzņēmumiem vidēji šis rādītājs ir pozitīvs, kas liecina par efektīvu aktīvu izmantošanu peļņas gūšanai. Peļņas pirms nodokļiem un īstermiņa saistību attiecība ir vidēji pozitīva, kas liecina par to, ka uzņēmums ar gūto peļņu spēj segt īstermiņa saistību apjomu.

Mērķa grupas augstā ilgtermiņa saistību un aktīvu attiecība (14) liecina par uzņēmuma finansiālu risku. Saistību un kopējo aktīvu attiecība mērķa grupai (15) ir pozitīva, tomēr tas norāda uz to, ka uzņēmuma uzņemtās saistības pārsniedz kopējo aktīvu apmēru. Jo lielāka ir šī attiecība, jo lielāka iespējamība, ka uzņēmums piedzīvos maksātnespēju. Līdzīgi ar rādītāju, kurš attiecina īstermiņa saistības pret kopējiem aktīviem (13). Mērķa grupas pamatlīdzekļu un kopējo aktīvu attiecība (16) palīdz raksturot uzņēmuma izmēru, un palīdz saskatīt sakarību star uzņēmuma lielumu un iespējamību saskarties ar maksātnespēju - jo lielāks uzņēmums, jo mazāka iespējamība.

Zemā ilgtermiņa saistību un aktīvu attiecība (14) liecina par to, ka kontroles grupas uzņēmumiem nedraud finansiāls risks. Saistību un kopējo aktīvu attiecība (15) ir pozitīva un zemāka par 1, kas norāda uz to, ka uzņēmuma uzņemtās saistības nepārsniedz kopējo aktīvu apmēru. Jo mazāka ir šī attiecība, jo lielāka iespējamība, ka uzņēmums nepiedzīvos maksātnespēju. Līdzīgi ar rādītāju, kurš attiecina īstermiņa saistības pret kopējiem aktīviem (13). Pamatlīdzekļu un kopējo aktīvu attiecība (16) palīdz raksturot kontroles grupas uzņēmuma izmēru, un palīdz saskatīt sakarību star uzņēmuma lielumu un iespējamību saskarties ar maksātnespēju - jo lielāks uzņēmums, jo mazāka iespējamība.

Darba kapitāla un neto apgrozījuma attiecība mērķa grupai (18) ir negatīva, kas nozīmē to, ka mērķa grupas uzņēmumiem ir problēmas izmantot katru darba kapitāla eiro, lai radītu apgrozījumu. Jo zemāks šis rādītājs, jo lielākas maksātnespējas problēmas ir uzņēmumā.

Kontroles grupai darba kapitāla un neto apgrozījuma attiecība (18) ir pozitīva, kas nozīmē to, ka kontroles grupas uzņēmumiem nav problēmas izmantot katru darba kapitāla eiro, lai radītu apgrozījumu. Jo augstāks šis rādītājs, jo mazākas maksātnespējas problēmas ir uzņēmumā.

Autore, novērtējot aprakstošās statistikas informāciju pirms maksātnespējas prognozēšanas modeļu pielietošanas, secina, ka finanšu koeficienti jau pirms Z-vērtību modeļa pielietošanas norāda uz to, ka mērķa grupas uzņēmumiem ir vērojamas finanšu stabilitātes problēmas.

4. E.ALTMANA Z-VĒRTĪBU MAKSĀTNESPĒJAS PROGNOZĒŠANAS MODEĻU PIELIETOJUMS LATVIJAS UZŅĒMUMIEM

Lai novērtētu E.Altmana Z-vērtību maksātspējas modeļa prognozētspēju Latvijas uzņēmumiem, autors ir izvēlējis divas modeļa variācijas:

1. Z^* -vērtību modeli, kuru E.Altmans izveidoja tieši privāto uzņēmumu maksātspējas novērtēšanai;
2. Z^{**} -vērtību modeli, kuru E.Altmans izveidoja, lai novērtētu uzņēmumus, kuri darbojas attīstības valstīs vai to darbības nozare nav saistīta ar ražošanu.

Testēšanas vajadzībām abi modeļi ir pielietoti tikai ar mērķi prognozēt maksātspēju vienu gadu pēc tā taksācijas gada, par kuru ir iesniegts uzņēmumu gada pārskats. Iemesls šai izvēlei ir tas, ka modeļu prognozētspējas precizitāte samazinās, ja prognoze tiek veikta ilgākam laika periodam par vienu gadu.

Testēšanas rezultāti ir apkopoti klasifikācijas tabulās, kur faktiskā grupu piederība apzīmē to, vai uzņēmums ir maksātspējīgs vai maksātpējīgs uzņēmumu vidū. Ar “H” ir apzīmēti korekti prognozēta piederība, savukārt ar “M” – nekorekti prognozēta piederība (skat. 4.1.tabulu).

4.1.tabula

Z-vērtību modeļa klasifikācijas tabulas paraugs

	Prognozētā piederība	
Faktiskā piederība	Maksātspējīgs	Maksātpējīgs
Maksātspējīgs	H	M ₂
Maksātpējīgs	M ₁	H

Avots: Autora izveidots.

Apzīmējums “M₁” norāda uz pirmā tipa kļūdu, kur maksātspējīgs uzņēmums tiek klasificēts kā maksātpējīgs, savukārt “M₂” – uz otrā tipa kļūdu, kur maksātpējīgs uzņēmums tiek klasificēts kā maksātspējīgs.

Diagonālo elementu summa ar apzīmējumu “H” tiek izdalīta ar kopējo uzņēmumu skaitu un tādējādi tiek iegūts korekti klasificēto uzņēmumu īpatsvars jeb tā ir modeļa prognozētspējas precizitāte. Šis procents ir zināmā mērā līdzīgs regresijas analīzes determinācijas koeficientam, kurš mēra cik procentus no atkarīgā mainīgā izskaidro neatkarīgie mainīgie. Maksātspējas prognozēšanas modeļos īpaši svarīga ir I tipa kļūda, jo modeļa mērķis ir pareizi klasificēt maksātspējīgus uzņēmumus, tādēļ I tipa kļūdai ir jābūt pēc iespējas mazākai. Tāpat ir svarīgi kontrolēt arī II tipa kļūdu, lai tās lielums ievērojami nesamazina kopējo modeļa prognozētspējas precizitāti.

4.1. Z*-vērtību modeļa prognozētspējas analīze

Izmantojot finanšu koeficientus, kuri tika aprēķināti katram no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem, ir aprēķinātas Z*-vērtības un noteikta prognozētā piederība maksātnespējīgiem vai maksātspējīgiem uzņēmumiem. No 77 maksātnespējīgajiem uzņēmumiem Z*-vērtību modelis korekti klasificēja 49 uzņēmumus, savukārt no 20626 maksātspējīgiem uzņēmumiem – 16531 (skat. 4.2.tabulu).

4.2.tabula

Z*-vērtību modeļa klasifikācijas tabula testa grupai

Faktiskā piederība	Prognozētā piederība	
	Maksātnespējīgs	Maksātspējīgs
Maksātnespējīgs	49	4095
Maksātspējīgs	28	16531

Avots: Autora izveidots.

Rezultātā Z*-vērtību modelis korekti ir klasificējis 80,1% uzņēmumu no testa grupas. Pirmā tipa kļūda ir samērā augsta – 36,4% (skat. 4.3.tabulu), tātad šis modelis nespēj ar augstu precizitāti korekti klasificēt maksātnespējīgus uzņēmumus vairāk nekā trešdaļā no gadījumiem.

4.3.tabula

Z*-vērtību modeļa klasifikācijas rezultāti testa grupai

Kļūdas tips	Pareizi klasificēto skaits	Procentuāli pareizi klasificēti	Procentuāli kļūdaini klasificēti	Novērojumu kopējais skaits
I tipa kļūda	49	63,6%	36,4%	77
II tipa kļūda	16531	80,1%	19,9%	20626
Kopā	16580	80,1%	19,9%	20703

Avots: Autora izveidots.

Otrā tipa kļūda ir mazāka un sastāda 19,9%, kas nozīmē to, ka pastāv mazāka varbūtība, ka modelis kā maksātnespējīgu noteiks uzņēmumu, kurš ir maksātspējīgs nevis otrādi.

E.Altmana pētījumā pirmā tipa kļūda Z*-vērtību modelim ir 9,1%, kamēr otrā tipa kļūda ir 3,0%. Tātad var secināt, ka Z*-vērtību modelis Latvijas uzņēmumu maksātnespējas prognozēšanai uzrāda sliktāku rezultātu nekā E.Altmana pētījumā.

4.2. Z**-vērtību modeļa prognozētspējas analīze

Izmantojot finanšu koeficientus, kuri tika aprēķināti katram no testa grupā iekļautajiem uzņēmumiem, ir aprēķinātas Z**-vērtības un noteikta prognozētā piederība maksātnespējīgiem vai maksātspējīgiem uzņēmumiem. No 77 maksātnespējīgajiem uzņēmumiem Z**-vērtību modelis

korekti klasificēja 66 uzņēmumus, savukārt no 20626 maksātnespējīgiem uzņēmumiem – 12668 (skat. 4.4.tabulu). Tātad Z**-vērtību modelis ir korekti klasificējis vairāk maksātnespējīgo, nekā maksātnespējīgo uzņēmumu salīdzinājumā ar Z*-vērtību modeli.

4.4.tabula

Z-vērtību modeļa klasifikācijas tabula testa grupai**

Faktiskā piederība	Prognozētā piederība	
	Maksātnespējīgs	Maksātnespējīgs
Maksātnespējīgs	66	7958
Maksātnespējīgs	11	12668

Avots: Autora izveidots.

Rezultātā Z**-vērtību modelis korekti ir klasificējis 61,5% uzņēmumu no testa grupas, kas ir ievērojami zemāks rezultāts nekā Z*-vērtību modelim. Pirmā tipa kļūda ir zemāka nekā Z*-vērtību modelim – 14,3% (skat. 4.5.tabulu), tātad šis modelis spēj ar augstāku precizitāti korekti klasificēt maksātnespējīgus uzņēmumus 85,7% no gadījumiem.

4.5.tabula

Z-vērtību modeļa klasifikācijas rezultāti testa grupai**

Kļūdas tips	Pareizi klasificēto skaits	Procentuāli pareizi klasificēti	Procentuāli kļūdaini klasificēti	Novērojumu kopējais skaits
I tipa kļūda	66	85,7%	14,3%	77
II tipa kļūda	12668	61,4%	38,6%	20626
Kopā	12734	61,5%	26,4%	20703

Avots: Autora izveidots.

Otrā tipa kļūda ir lielāka un sastāda 38,6%, kas nozīmē to, ka pastāv lielāka varbūtība, ka modelis kā maksātnespējīgu noteiks uzņēmumu, kurš ir maksātnespējīgs nevis otrādi. Otrā tipa kļūdas lielums ietekmē arī modeļa kopējo prognozētspēju novērojumu skaita dēļ.

Ņemot vērā abu modeļu testēšanas rezultātus, autors secina, ka kopējā prognozētspēja ir augstāka tieši Z*-vērtību modelim, bet tam ir lielāka pirmā tipa kļūda, kura ir svarīgāka maksātnespējas novērtēšanā. Tādēļ, neviens no šiem modeļiem nespēj ar augstu precizitāti prognozēt Latvijas uzņēmumu maksātnespēju.

5. MODIFICĒTS E.ALTMANA MODELIS

Lai pārliecinātos, ka E.Altmana maksātspējas prognozēšanas modelis vislabāk spēj prognozēt Latvijas privāto uzņēmumu maksātspēju, salīdzināšanai ir izveidoti vairāki maksātspējas prognozēšanas modeļi. Tie veidoti ar diskriminantu analīzes metodi, izmantojot iepriekš aprēķinātos finanšu koeficientus mērķa un kontroles grupām.

Diskriminantu analīzes mērķis ir noteikt, vai pastāv statistiski nozīmīgas atšķirības starp divām vai vairāk iepriekš noteiktām grupām, kā arī noteikt relatīvo katra faktora nozīmību objektu klasifikācijas procesā un noteikt statistiski nozīmīgo diskriminantu funkciju skaitu un neatkarīgo mainīgo kopas, kas katru no tām veido. Turklāt, veikt objektu klasifikāciju un pārbaudīt prognozētspēju.

Mērķa un kontroles grupas tiek apvienotas vienā izlasē, no kuras pēc nejaušības principa tiek atlasīti 60% sākotnējā modeļa izveidei un 40% modeļa novērtēšanai (*hold-out* izlase).

5.1. Modelis ar E.Altmana Z*- vērtību modeļa finanšu rādītājiem

E.Altmana sākotnējā maksātspējas prognozēšanas modelī tika iekļauti četri mainīgie, kuri bija statistiski nozīmīgi, kā arī viens statistiski nenozīmīgs mainīgais, bet ar svarīgu devumu modeļa struktūras matricā. Tādēļ autors ir atkārtoti veicis šī modeļa izveidi ar diskriminantu analīzes metodi un E.Altmana izvēlētajiem finanšu rādītājiem (skatīt 5.1.tabulu).

5.1.tabula

E.Altmana Z*- vērtību modeļa finanšu rādītāji un to skaidrojums

Finanšu rādītāja apzīmējums	Finanšu rādītāja skaidrojums
X₁	Darba kapitāls/Kopējie aktīvi – šis rādītājs parāda neto likvīdos aktīvus salīdzinājumā ar kopējiem aktīviem. Darba kapitāls ir starpība starp apgrozāmajiem līdzekļiem un īstermiņa saistībām. Ja uzņēmumam ir finansiālas problēmas, tad apgrozāmo līdzekļu apmērs samazināsies, tāpat to īpatsvars kopējos aktīvos.
X₂	Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/ Kopējie aktīvi – kumulatīvās peļņas veidošanas rādītājs. Šis rādītājs arī parāda uzņēmuma darbības ilgumu.
X₃	Peļņa pirms nodokļiem/ Kopējie aktīvi – šis koeficients parāda patieso uzņēmuma aktīvu produktivitāti.
X₄	Pašu kapitāls/Saistības – ņemot vērā to, ka sabiedrība ar ierobežotu atbildību netiek kotēta biržā un tai pēc būtības nepastāv tirgus vērtība, tad, lai izvērtētu uzņēmuma spēju segt kopējās saistības, tiek izmantots pašu kapitāla un kopējo saistību attiecība.
X₅	Neto apgrozījums pret kopējiem aktīviem ir kapitāla apgrozījuma rādītājs, kurš parāda uzņēmuma spēju radīt apgrozījumu no uzņēmuma aktīviem.

Avots: Autora izveidots

Balstoties uz grupu vidējo vienlīdzības testa rezultātiem, visiem pieciem finanšu rādītājiem vidējo atšķirība starp grupām ar nozīmības līmeni 0,05 nav statistiski nozīmīga (skat. 5.2.tabulu).

Tātad šiem pieciem finanšu rādītājiem būtiski neatšķiras grupu vidējie un šie faktori slikti atdala grupas. Ar nozīmības līmeni 0,10 darba kapitāla un kopējo aktīvu attiecība un peļņas pirms nodokļiem un kopējo aktīvu attiecība ir statistiski nozīmīgas, tātad potenciāli šie faktori varētu palīdzēt maksātnespējīgo uzņēmumu pareizā klasifikācijā.

5.2.tabula

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests

Neatkarīgais mainīgais	Wilks' Lambda	F	Sig.
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	,963	3,451	,066
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	,984	1,445	,233
Peļņa pirms nodokļiem/Kopējie aktīvi	,969	2,868	,094
Pašu kapitāls/Saistības	,985	1,355	,248
Neto apgrozījums/Kopējie aktīvi	,975	2,345	,129

Avots: Autora izveidots

Ar SPSS programmā pieejamo *Box's M* testu var pārlicināties par to, vai izpildās diskriminantu analīzes pieņēmums par starp-grupu variāciju vienādību. Novērtējot testa rezultātus, jāņem vērā tas, ka šis tests ir jūtīgs pret ļoti lielām vai ļoti mazām izlasēm, kas var sniegt attiecīgi ļoti augstu vai ļoti zemu statistisko nozīmīgumu.⁵¹ Šajā gadījumā testa p-vērtība ir zem nozīmības līmeņa 0,01 (skat. 5.3.tabulu), tātad pieņēmums par variācijas-kovariācijas homogenitāti neizpildās un testa izvirzītā hipotēze par grupu dispersiju līdzību tiek noraidīta. Novērtējot otru diskriminantu analīzes pieņēmumu par normalitāti, autore secina, ka arī šis pieņēmums tiek pārkāpts, jo pēc finanšu koeficientu aprēķina ir novērotas izlecošās vērtības.

5.3.tabula

Mērķa un kontroles grupu *Box's M* testa rezultāti

Box's M		1340.878
F	Approx.	84.05
	df1	15
	df2	32475.742
	Sig.	0

Avots: Autora izveidots

Īpašvērtība ir mainīgo lineārās kombinācijas variācija, kura veidojas no korelācijas matricas dekompozīcijas. Diskriminantu analīzē īpašvērtības atspoguļo diskriminācijas spēka pakāpi, kur lielāka īpašvērtība norāda uz labāku diskriminācijas spēju.⁵² Šajā modelī īpašvērtība ir 0,245 (skat.5.4.tabulu), tātad atkarīgā mainīgā variāciju diskriminantu funkcija Z-1.1. skaidro nepietiekamā apmērā. Arī kanoniskās korelācijas vērtība ir neliela, tātad funkcijas Z-1.1. un atkarīgā mainīgā asociācija ir vāja. Ja šo kanoniskās korelācijas vērtību kāpina kvadrātā, iegūst, ka funkcija Z-1.1 izskaidro tikai 19,6% no atkarīgā mainīgā variācijas.

⁵¹ Hans-Vaughn, D.L. (2017) Applied multivariate statistical concepts, 1st edition, Routledge, p.230

⁵² Turpat, p.280

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkcijas Z-1.1. kanoniskās korelācijas vērtība

Funkcija	Īpašvērtība	Variācijas %	Kanoniskā korelācija
Z-1.1.	0,245	100,0	0,443

Avots: Autora izveidots

Ar Wilks' Lambda statistiku var novērtēt, cik labi izveidotā funkcija sadala atkarīgo mainīgo grupās. Šo statistiku izmanto, lai pārbaudītu hipotēzi, ka visu piecu neatkarīgo mainīgo vidējās vērtības starp mērķa un kontroles grupām neatšķiras. Tā kā p-vērtība ir 0,002, var secināt, ka ir sakarība starp mainīgā grupām un faktoriem un testa hipotēze tiek noraidīta. Tātad šajā gadījumā novērtētā diskriminantu funkcija ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīga (skat. 5.5.tabulu). Tomēr pats Wilks' Lambda rādītājs ir 0,803, kas ir tuvāk vērtībai 1 nekā 0, tātad diskriminācija starp grupām var būt nepietiekama.

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkcijas Z-1.1. nozīmīguma tests

Funkcija	Wilks' Lambda	Chi-square	Sig.
Z-1.1.	,803	19,145	,002

Avots: Autora izveidots

Klasifikācijas rezultāti norāda uz to, ka pat, ja finanšu rādītāji nav statistiski nozīmīgi, tiek korekti klasificēti 67 no 92 uzņēmumiem (skat. 5.6.tabulu). Novērtēšanas grupā klasifikācijas rezultāts ir nulle, kas nozīmē to, ka modeļa kopējā kvalitāte ir slikta. Savukārt, izmantojot SPSS programmas piedāvāto paņēmienu modeļa novērtēšanai (sadaļa *Šķērsvalidācija* 5.6.tabulā), rezultātā iegūst, ka 65 uzņēmumi ir pareizi klasificēti.

Mērķa un kontroles grupu klasifikācijas matrica

	Faktiskā piederība	Prognozētā piederība		Kopā
		Maksātnešpējīgs	Maksātspējīgs	
Analīzē iekļautā novērojumu daļa	Maksātnešpējīgs	46	1	47
	Maksātspējīgs	24	21	45
Šķērsvalidācija	Maksātnešpējīgs	46	1	47
	Maksātspējīgs	26	19	45

Avots: Autora izveidots

Diskriminantu funkcijas Z-1.1. I tipa kļūda ir tikai 2,1%, tomēr II tipa kļūda ir augsta – 53,3%, kas samazina kopējo funkcijas Z-1.1. prognozētspējas precizitāti līdz 72,8% (skat. 5.7.tabulu). Tātad uzņēmumu maksātspējas klasifikācija nebūs precīza 21,7% gadījumu.

Mērķa un kontroles grupu klasifikācijas rezultāti

	Kļūdas tips	Pareizi klasificēto skaits	Procentuāli pareizi klasificēti	Procentuāli kļūdaini klasificēti	Novērojumu kopējais skaits
Analīzē iekļautā novērojumu daļa	1.tipa kļūda	46	97,9%	2,1%	47
	2.tipa kļūda	21	46,7%	53,3%	45
	Kopā	67	72,8%	27,2%	92
Šķērsvalidācija	1.tipa kļūda	46	97,9%	2,1%	47
	2.tipa kļūda	26	57,8%	42,2%	45
	Kopā	72	78,3%	21,7%	92

Avots: Autora izveidots

Struktūras matricā tiek atspoguļoti struktūras koeficienti, kuri norāda uz neatkarīgā mainīgā korelāciju ar diskriminantu funkciju atkarīgā mainīgā grupās⁵³. Jo tuvāk struktūras koeficienta vērtība ir 1, jo ciešākas ir šī neatkarīgā mainīgā un diskriminantu funkcijas attiecības. Ņemot vērā novērtētās diskriminantu funkcijas Z-1.1. struktūras matricas rezultātus, var secināt, ka funkcijā būtisku svaru dod darba kapitāla un kopējo aktīvu, kā arī peļņas pirms nodokļiem un kopējo aktīvu attiecība (skat. 5.8.tabulu).

5.8. tabula

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkcijas Z-1.1. struktūras matrica

Neatkarīgais mainīgais	Funkcija
	Z.-1.1.
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	.396
Peļņa pirms nodokļiem/Kopējie aktīvi	.361
Neto apgrozījums/Kopējie aktīvi	-.326
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	.256
Pašu kapitāls/Saistības	.248

Avots: Autora izveidots

Ņemot vērā iepriekš minētos modeļa rezultātus, autors secina, ka modelis ar diskriminantu funkciju Z-1.1. nav piemērots Latvijas privāto uzņēmumu maksātspējas prognozēšanai.

5.2. Modelis ar papildus aprēķinātajiem mainīgajiem

Veidojot jaunu maksātspējas prognozēšanas modeli, tiek iekļauti E.Altmana modeli pielietotie finanšu koeficienti, kā arī autora aprēķinātie papildus koeficienti ar 5.9.tabulā minētajiem apzīmējumiem.

⁵³ Hans-Vaughn, D.L. (2017) Applied multivariate statistical concepts, 1st edition, Routledge, p.282

Finanšu koeficientu apzīmējumi

Finanšu koeficienta grupa	Finanšu koeficienta apzīmējums	Finanšu koeficients
Likviditātes koeficienti	X ₆	Nauda/īstermiņa saistības
	X ₇	Apgrozāmie līdzekļi/Saistības
	X ₈	Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības
Maksāspējas koeficienti	X ₉	Īstermiņa saistības/Aktīvi
	X ₁₀	Ilgtermiņa saistības/Aktīvi
	X ₁₁	Saistības/Aktīvi
	X ₁₂	Pamatlīdzekļi/Aktīvi
Rentabilitātes koeficienti	X ₁₃	Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums
	X ₁₄	Peļņa/Neto apgrozījums
	X ₁₅	Peļņa/Aktīvi
	X ₁₆	Peļņa pirms nodokļiem/Īstermiņa saistības
Aktivitātes koeficienti	X ₁₇	Neto apgrozījums/Nauda
	X ₁₈	Darba kapitāls/Neto apgrozījums
	X ₁₉	Neto apgrozījums/Pamatlīdzekļi
	X ₂₀	Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības

Avots: Autora izveidots

Kā papildus mainīgie tika testēti mainīgie reģionu un nozaru griezumā (skat. 5.10.tabulu). Kā papildus neatkarīgie mainīgie tika izmantots uzņēmuma vecums, PVN maksātāja statuss (Ir vai Nav). Turklāt, tika pārbaudīta tādu neatkarīgo mainīgo statistikā nozīmība kā darba ņēmēju skaits, vidējais darba ņēmēju atalgojums.

Papildus mainīgo sadalījums

Nozaru mainīgie	Reģionu mainīgie	Darba ņēmēju mainīgie	Citi mainīgie
<ul style="list-style-type: none"> • Lauksaimniecība • Apstrādes rūpniecība • Būvniecība • Tirdzniecība • Transports • Izmitināšana, ēdināšana • Informācijas tehnoloģijas • Nekustamais īpašums • Pakalpojumi • Administratīvie dienesti • Izglītība • Veselība • Māksla • Citi pakalpojumi 	<ul style="list-style-type: none"> • Rīga • Rīga un Pierīga • Lielpilsēta • Kurzeme • Vidzeme • Zemgale • Latgale 	<ul style="list-style-type: none"> • Vidējais darba ņēmēju skaits • Vidējais darba ņēmēju atalgojums • Vidējā alga zem minimālās mēnešalgas 	<ul style="list-style-type: none"> • Vecums • PVN maksātāja statuss

Avots: Autora izveidots

Balstoties uz grupu vidējo vienlīdzības testa rezultātiem, visiem reģionu mainīgajiem vidējo atšķirība starp grupām ar nozīmības līmeni 0,05 nav statistiski nozīmīga (skat. 5.11.tabulu). Visiem reģionu mainīgajiem būtiski neatšķiras grupu vidējie, tātad šie faktori slikti atdala grupas.

Ar nozīmības līmeni 0,10 reģions Vidzeme ir statistiski nozīmīgs, tātad potenciāli tas varētu palīdzēt maksātnespējīgo uzņēmumu pareizā klasifikācijā.

5.11.tabula

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests reģionu mainīgajiem

Neatkarīgais mainīgais	Wilks' Lambda	F	Sig.
Rīga	,992	,712	,401
Rīga un Pierīga	,994	,546	,462
Lielpilsēta	,997	,238	,627
Kurzeme	,978	2,005	,160
Vidzeme	,967	3,079	,083
Zemgale	,983	1,599	,209
Latgale	1,000	,003	,957

Avots: Autora izveidots

Arī darba ņēmēju statistiku raksturojošo neatkarīgo mainīgo vidējo atšķirība starp grupām ar nozīmības līmeni 0,05 nav statistiski nozīmīga (skat. 5.12.tabulu), tātad šie faktori slikti atdala grupas.

5.12.tabula

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests darba ņēmēju mainīgajiem

Neatkarīgais mainīgais	Wilks' Lambda	F	Sig.
Vidējais darba ņēmēju skaits	,999	,089	,766
Vidējais darba ņēmēju atalgojums	,999	,046	,831
Vidējā alga zem minimālās mēnešalgas	,993	,657	,420

Avots: Autora izveidots

No visiem neatkarīgajiem mainīgajiem, kuri raksturo uzņēmumu pamatdarbības nozares, tikai izglītības nozares mainīgais ar nozīmības līmeni 0,05 uzrāda būtiskas vidējo atšķirības starp grupām (skat. 5.13.tabulu). Ar nozīmības līmeni 0,10 būtiskas vidējo atšķirības starp grupām novērojamas arī izmitināšanas nozarē. Tomēr, neskatoties uz to, autors šo nozares mainīgo neiekļaus tālākā modeļa izvēlē, jo tālākajā analīzes posmā to ieguldījums kopējā struktūra izrādīsies nepietiekami nozīmīgs.

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests nozaru mainīgajiem

Neatkarīgā mainīgā nosaukums	Wilks' Lambda	F	Sig.
Lauksaimniecība	,996	,384	,537
Apstrādes rūpniecība	1,000	,009	,925
Būvniecība	,998	,144	,705
Tirdzniecība	,997	,285	,595
Transports	,999	,109	,742
Izmitināšana	,959	3,833	,053
Informāciju tehnoloģijas	1,000	,001	,976
Nekustamais īpašums	,977	2,139	,147
Administratīvie dienesti	,998	,155	,694
Izglītība	,909	9,030	,003
Veselība	1,000	,001	,976
Māksla	,979	1,957	,165
Citi pakalpojumi	1,000	,001	,976

Avots: Autora izveidots

Citu mainīgo starpā vecums un pievienotās vērtības nodokļa maksātāja statuss ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīgi (skat. 5.14.tabulu), tātad šos mainīgos ir vērts apskatīt arī turpmākajā analizē.

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests citiem mainīgajiem

Neatkarīgais mainīgais	Wilks' Lambda	F	Sig.
Vecums (gados)	,926	7,186	,009
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	,890	11,148	,001

Avots: Autora izveidots

No 20 finanšu koeficientiem tikai trīs (peļņas pirms nodokļiem un neto apgrozījuma attiecība, peļņas un neto apgrozījuma attiecība, kā arī darba kapitāla un neto apgrozījuma attiecība) ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīgi (skat. 5.15.tabulu), tātad šos mainīgos ir vērts apskatīt arī turpmākajā analizē. Neviens no E.Altmana modeļa koeficientiem neuzrāda statistisko nozīmību šī modeļa ietvaros. Neviens no papildus aprēķinātajiem likviditātes ($X_6 - X_8$) un rentabilitātes ($X_{13} - X_{16}$) koeficientiem arī neuzrāda statistisko nozīmību.

Ar nozīmības līmeni 0,10 darba kapitāla un aktīvu, peļņas pirms nodokļiem un aktīvu, peļņas un aktīvu, īstermiņa saistību un aktīvu, neto apgrozījuma un naudas attiecības ir statistiski nozīmīgas. Šī iemesla dēļ šos koeficientus autors iekļaus turpmākajos analīzes soļos.

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests finanšu koeficientu mainīgajiem

Neatkarīgais mainīgais	Wilks' Lambda	F	Sig.
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	,963	3,451	,066
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	,984	1,445	,233
Peļņa pirms nodokļiem/Kopējie aktīvi	,969	2,868	,094
Pašu kapitāls/Saistības	,985	1,355	,248
Neto apgrozījums/Kopējie aktīvi	,975	2,345	,129
Nauda/Īstermiņa saistības	,987	1,184	,280
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības	,986	1,249	,267
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	,986	1,288	,259
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	,872	13,195	,000
Peļņa/Neto apgrozījums	,874	12,950	,001
Peļņa/Aktīvi	,969	2,856	,095
Peļņa pirms nodokļiem/Īstermiņa saistības	,976	2,192	,142
Īstermiņa saistības/Aktīvi	,964	3,372	,070
Īltermiņa saistības/Aktīvi	,987	1,183	,280
Saistības/Aktīvi	,972	2,630	,108
Pamatlīdzekļi/Aktīvi	,976	2,249	,137
Neto apgrozījums/Nauda	,965	3,297	,073
Darba kapitāls/Neto apgrozījums	,891	10,976	,001
Neto apgrozījums/Pamatlīdzekļi	,999	,100	,752
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības	,983	1,558	,215

Avots: Autora izveidots

Izslēdzot no modeļa nenozīmīgos koeficientus, tiek veikta atkārtota diskriminantu analīze ar mērķi noteikt šo faktoru strukturālo devumu funkcijā.

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkcijas Z-1.2. struktūras matrica

Neatkarīgais mainīgais	Funkcija
	Z-1.2.
Peļņa/Neto apgrozījums	,549
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	,548
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	,509
Darba kapitāls/Neto apgrozījums	,505
Vecums (gados)	,409
Īstermiņa saistības/Aktīvi	-,284
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	,283
Neto apgrozījums/Nauda	-,277
Peļņa/Aktīvi	,258
Peļņa pirms nodokļiem/Kopējie aktīvi	,258

Avots: Autora izveidots

Rezultātā, struktūras matrica parāda, ka ir vairāki koeficienti, kuri modelī sniedz devumu, kas ir zem vērtības 0,3 (skat. 5.16.tabulu). Turklāt, divi koeficienti (peļņas un neto apgrozījuma attiecība, peļņas pirms nodokļiem un neto apgrozījuma attiecība) sniedz līdzīgu devumu funkcijā un pēc savas būtības tie abi ir maksātspējas koeficienti, tādēļ būtu jāveic vairāku modeļu pārbaude,

lai noteiktu, kurš no šiem diviem būtu piemērotākais maksātspējas prognozēšanas modeļa vajadzībām.

Ņemot vērā grupu vidējo vienlīdzības testa un struktūras matricas rezultātus ir atlasīti četri neatkarīgie mainīgie, kuri ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīgi (skat. 5.17.tabulu). Visiem šiem faktoriem grupu vidējo atšķirības ir būtiski nozīmīgas, tātad šie faktori labi atdala grupas.

5.17.tabula

Mērķa un kontroles grupu vidējo vienlīdzības tests

Neatkarīgais mainīgais	Wilks' Lambda	F	Sig.
Darba kapitāls/Neto apgrozījums	,891	10,976	,001
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	,872	13,195	,000
Vecums (gados)	,926	7,186	,009
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	,890	11,148	,001

Avots: Autora izveidots

Box's M testa p-vērtība ir zem nozīmības līmeņa 0,01 (skat. 5.18.tabulu), tātad pieņēmums par variācijas-kovariācijas homogenitāti neizpildās un testa izvirzītā hipotēze par grupu dispersiju līdzību tiek noraidīta un pieņēmums par homogenitāti neizpildās līdzīgi kā modelī ar E.Altmana koeficientiem.

5.18.tabula

Mērķa un kontroles grupu Box's M testa rezultāti

Box's M	265,611	
F	Approx.	25,284
	df1	10
	df2	38,552,828
	Sig.	,000

Avots: Autora izveidots

Īpašvērtība funkcijai Z-1.3. ir 0,396, kas ir augstāka nekā testējot E.Altmana modeli Z-1.1. – 0,245 (skat.5.19.tabulu), tātad atkarīgā mainīgā variāciju šī funkcija skaidro lielākā apmērā. Arī kanoniskās korelācijas vērtība ir augstāka, tātad diskriminācijas funkcijas Z-1.3. un atkarīgā mainīgā asociācija ir stiprāka. Ja šo kanoniskās korelācijas vērtību kāpina kvadrātā, iegūst, ka šī funkcija izskaidro jau 28,3% no atkarīgā mainīgā variācijas.

5.19.tabula

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkciju kanoniskās korelācijas vērtība

Funkcija	Īpašvērtība	Variācijas %	Kanoniskā korelācija
Z-1.3.	,396	100,0	,532
Z-1.1.	,245	100,0	,443

Avots: Autora izveidots

Novērtētās diskriminantu funkcijas Z-1.3. p-vērtība ir 0,002, var secināt, ka ir sakarība starp mainīgā grupām un faktoriem un testa hipotēze tiek noraidīta. Tātad šajā gadījumā novērtētā diskriminantu funkcija ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīga (skat. 5.20.tabulu). Līdzvērtīgs rezultāts bija arī iepriekš novērtētajā E.Altmana koeficientu modelī Z-1.1.

5.20.tabula

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkcijas nozīmīguma tests

Funkcija	Wilks' Lambda	Chi-square	Sig.
Z-1.3.	,717	29,331	,000
Z-1.1.	,803	19,145	,002

Avots: Autora izveidots

Arī Wilks' Lambda rādītājs funkcijai Z-1.3. ir zemāks – 0,717, kas nozīmē to, ka šai funkcijai ir labāka diskriminētspēja nekā funkcijai Z-1.1.

Klasifikācijas rezultāti norāda uz to, ka tiek korekti klasificēti 70 no 92 uzņēmumiem (skat. 5.21.tabulu). Novērtēšanas grupā klasifikācijas rezultāts nulle, tātad modeļa kopējā kvalitāte ir sliktā. Savukārt, izmantojot SPSS programmas piedāvāto paņēmieni modeļa novērtēšanai (sadaļa *Šķērsvalidācija* 5.21.tabulā), rezultātā iegūst, ka 68 uzņēmumi ir pareizi klasificēti.

5.21.tabula

Mērķa un kontroles grupu klasifikācijas matrica

	Faktiskā piederība	Prognozētā piederība		Kopā
		Maksātneapējīgs	Maksātspejīgs	
Analīzē iekļautā novērojumu daļa	Maksātneapējīgs	41	6	47
	Maksātspejīgs	16	29	45
Šķērsvalidācija	Maksātneapējīgs	40	7	47
	Maksātspejīgs	17	28	45

Avots: Autora izveidots

Diskriminantu funkcijas I tipa kļūda ir 12,8%, kā arī II tipa kļūda ir samērā augsta – 35,6%, kas samazina kopējo funkcijas prognozētspējas precizitāti līdz 76,1% (skat. 5.22.tabulu). Tātad uzņēmumu klasifikācija pēc to maksātspējas nebūs precīza 23,9% gadījumu.

Mērķa un kontroles grupu klasifikācijas rezultāti

	Kļūdas tips	Pareizi klasificēto skaits	Procentuāli pareizi klasificēti	Procentuāli kļūdaini klasificēti	Novērojumu kopējais skaits
Analīzē iekļautā novērojumu daļa	1.tipa kļūda	41	87,2%	12,8%	47
	2.tipa kļūda	29	64,4%	35,6%	45
	Kopā	70	76,1%	23,9%	92
Šķērsvalidācija	1.tipa kļūda	40	85,1%	14,9%	47
	2.tipa kļūda	28	62,2%	37,8%	45
	Kopā	68	73,9%	26,1%	92

Avots: Autora izveidots

Autore secina, ka modelis bez E.Altmana modeļa koeficientiem ar lielāku precizitāti nekā funkcija Z-1.3. klasificē maksāspējīgos uzņēmumus pareizajā grupā, jo Z-1.3 funkcijas. II tipa kļūda ir 35,6%, bet Z-1.1. funkcijā tā ir 53,3%. Savukārt, I tipa kļūda funkcijai Z.-1.3. ir nedaudz lielāka nekā modelējot ar funkciju Z-1.1.

Struktūras matrica parāda finanšu rādītāju nozīmīgumu funkcijas veidošanā, tādēļ varam secināt, ka funkcijā Z-1.3. būtisku svaru dod visi funkcijā iekļautie neatkarīgie mainīgie (skat. 5.23.tabulu). Salīdzinot šo funkciju ar iepriekš veidoto Z-1.1. funkciju, autors secina, ka ir iegūti faktori, kuri sniedz lielāku nozīmi funkcijas veidošanā nekā E.Altmana modeļa koeficienti.

5.23. tabula

Mērķa un kontroles grupu diskriminantu funkcijas struktūras matrica

Neatkarīgais mainīgais	Funkcija	
	Z-1.3.	Z-1.1.
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	,609	
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	,560	
Darba kapitāls/Neto apgrozījums	,555	
Vecums (gados)	,449	
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi		,396
Peļņa pirms nodokļiem/Kopējie aktīvi		,361
Neto apgrozījums/Kopējie aktīvi		-,326
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi		,256
Pašu kapitāls/Saistības		,248

Avots: Autora izveidots

Diskriminantu analīzes rezultātā netika identificēta diskriminantu funkcija, kura labi atdalītu maksātspējīgus uzņēmumus no maksātspējīgiem. Modeļos ievietotie neatkarīgie mainīgie spēj uzrādīt statistisku nozīmīgumu, tomēr tiek pārkāpti diskriminantu analīzes pieņēmumi par normalitāti un homogenitāti. Kopumā abas izveidotās funkcijas uzrādīja samērā labu maksātspējas prognozēšanas precizitāti klasifikācijā (72,8% un 76,09%), kā arī zemu I tipa kļūdu

6. LOGIT PROGNOZĒŠANAS MODEĻA PIELIETOJUMS LATVIJAS UZŅĒMUMIEM

Maksātspējas prognozēšanas nolūkos loģistiskās regresijas modelis aprēķina varbūtību, ar kuru iestāsies maksātspēja kādam no uzņēmumiem viena gada laikā.

Tā kā mērķa un kontroles grupu ietvaros maksātspēja ir veidota kā binārais mainīgais, kur "1" apzīmē maksātspēju un "0" maksātspēju, autors pielieto loģistiskās regresijas prognozēšanas modeli abu grupu datiem, lai noteiktu šāda modeļa prognozētspējas precizitāti un salīdzinātu šī modeļa rezultātus ar E.Altmana modeļa rezultātiem.

Loģistiskās regresijas modeļa analīzes vajadzībām ir izmantoti tie paši finanšu koeficienti kā modificētā E.Altmana modelī, kā arī binārais mainīgais par PVN maksātāja statusu. Šī modeļa veidošanā autors izvirza nosacījumu, ka tajā jābūt iekļautiem vairākiem likviditātes, rentabilitātes, maksātspējas un aktivitātes finanšu koeficientam, kā arī ir nepieciešamība pārbaudīt, vai PVN maksātāja statusa mainīgajam ir statistiska nozīmība dažādās modeļa variācijās.

Sākotnēji ar loģistiskās regresijas analīzes metodi tiek pārbaudīti E.Altmana koeficienti (1-5) ar E-views programmas bināro logit regresijas palīdzību.

6.1.tabula

E.Altmana koeficientu modeļa rezultāti ar logit analīzes metodi

Mainīgais	Koeficients
Konstante	2,294***
(1) Darba kapitāls/ kopējie aktīvi	-4,730*
(2) Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/ kopējie aktīvi	-8,007***
(3) Peļņa pirms nodokļiem/ kopējie aktīvi	-3,812
(4) Pašu kapitāls/ saistības	-0,427
(5) Neto apgrozījums/ kopējie aktīvi	-0,084
McFadden R-kvadrātā	0,751
Akaike informācijas kritērijs	0,423
S.E. regresijai	0,227

Avots: Autora izveidots

Rezultātā tiek secināts, ka divi no pieciem finanšu koeficientiem loģistiskās regresijas analīzes rezultātā ar nozīmības līmeni 0,10 nav statistiski nozīmīgi (skat. 6.1.tabulu), kā rezultātā šāds logit modeļa variants nav piemērots turpmākai analīzei. Tā kā mērķis ir iegūt tādu logit analīzes modeli, kurā visi iekļautie neatkarīgie mainīgie ir statistiski nozīmīgi, šis modelis turpmākajā analīzē netiek izmantots salīdzinājumos.

6.1. Trīs faktoru modeļi

Lai noteiktu tādu faktoru kombināciju, kura ar visaugstāko precizitāti spēs atdalīt maksātnespējīgos uzņēmumus no maksātspejīgajiem, ir izveidoti četri trīs-faktoru modeļi.

Visās modeļu variācijās iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un kopējo aktīvu attiecībai ir negatīva zīme, tātad tas samazina maksātspējas iestāšanās varbūtību. Savukārt, īstermiņa saistību un kopējo aktīvu attiecībai ir pretēja ietekme uz maksātspējas iestāšanās varbūtību, jo šī finanšu koeficienta zīme ir pozitīva.

Lai novērtētu izveidotos modeļus, tiek salīdzināta to Akaike informācijas kritērija vērtība. Jo zemāka ir šī informācijas kritērija vērtība, jo labāks ir modelis.⁵⁴ Rezultātā, modelim M-3.2. ir zemākā Akaike informācijas kritērija vērtība un tas uzrāda augstāko prognozētspēju pie izslēgšanas vērtības 0,5 (skat. 6.2.tabulu). Ja izslēgšanas vērtība tiek noteikta pie robežas 0,9, tad modeļa M-3.4. prognozētspēja ir viszemākā. No šiem četriem modeļiem visaugstāko prognozētspēju uzrāda modelis M-3.2., kurā ir iekļautas iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un aktīvu, apgrozāmo līdzekļu un saistību, īstermiņa saistību un aktīvu attiecības.

6.2.tabula

Trīs faktoru modeļu salīdzinājums

Neatkarīgais mainīgais	M-3.1.	M-3.2.	M-3.3.	M-3.4.
Konstante	0,149	-0,821	3,044***	1,596***
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	-3,672	-3,266	-2,883*	-0,906
Nauda/Īstermiņa saistības				-2,340*
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības		-1,964*		
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	-1,565		-1,990***	
Īstermiņa saistības/Aktīvi	4,137*	5,793***		
Darba kapitāls/Neto apgrozījums			-2,332	
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības				-0,195
Modeļa kritēriji				
Akaike informācijas kritērijs	0,480	0,453	0,573	0,751
McFadden R-kvadrātā	0,691	0,711	0,624	0,496
S.E. regresijai	0,261	0,243	0,293	0,321
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,5)	89,61%	92,86%	87,66%	85,71%
I tipa kļūda	9,09%	6,49%	7,79%	22,08%
II tipa kļūda	11,69%	7,79%	16,88%	6,49%
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,9)	85,71%	87,66%	82,47%	67,53%
I tipa kļūda	0%	0%	0%	0%
II tipa kļūda	28,57%	24,68%	35,06%	64,94%
Hosmer-Lemesov test (p-vērtība)	0,996	0,004	0,268	0,003
Novērojumu skaits	154	154	154	154

Avots: Autora izveidots

⁵⁴ Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., (2019) Multivariate data analysis, 8th edition, Cengage, p. 322

Modelim M-3.2. ir arī viszemākā I tipa kļūda pie izslēgšanas vērtības 0,5, tātad tas ar augstu precizitāti pareizi klasificē maksātnespējīgus uzņēmumus.

Lai pārlicinātos par modeļu prognozētspēju, tiek veikts Hosmera-Lemesova tests. Testa nulles hipotēze paredz, ka modelis adekvāti paredz grupu piederību un nulles hipotēze tiek noraidīta, ja modeļa testa p-vērtība ir zem vērtības 0,05. Novērtējot šos četrus trīs-faktoru modeļus, autors secina, ka modeļi M-3.2. un M-3.4. ar nozīmības līmeni 0,05 nav statistiski nozīmīgi, tātad testa nulles hipotēze tiek noraidīta un modeļu prognozētspēja nav tik laba kā statistiski nozīmīgajiem modeļiem.

Tādēļ no šiem četriem modeļiem tieši modelis M-3.1. ir visvērtīgākais. Tā sastāvā ir viens likviditātes koeficients (apgrozāmo līdzekļu un īstermiņa saistību attiecība) un divi rentabilitātes koeficienti (iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un kopējo aktīvu, kā arī darba kapitāla un neto apgrozījuma attiecība).

6.3.tabula

Trīs faktoru modeļu koeficientu vidējās robežvērtības

Neatkarīgais mainīgais	M-3.1.	M-3.2.	M-3.3.	M-3.4.
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	-0,15***	-0,14***	-0,15***	-0,09***
Nauda/Īstermiņa saistības				-0,26***
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības		-0,12***		
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	-0,10**		-0,17***	
Īstermiņa saistības/Aktīvi	0,11***	0,12***		
Darba kapitāls/Neto apgrozījums			-0,20***	
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības				-0,02*

Avots: Autora izveidots

Novērtējot modeļa robežvērtības (skat.6.3.tabulu), kuras jebkurā no izveidotajiem trīs faktoru modeļiem ir ar nozīmības līmeni 0,05 statistiski nozīmīgas, autors secina, ka, pieaugot iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un kopējo aktīvu attiecībai, maksātnespējas iestāšanās varbūtība samazinās. Savukārt, ja pieaug īstermiņa saistību īpatsvars kopējos aktīvos, maksātnespējas iestāšanās varbūtība pieaug.

6.2. Četru faktoru modeļi

Lai atrastu vispiemērotāko logit analīzes metodes modeli maksātnespējas prognozēšanai, sākotnēji tika izveidoti astoņi četru faktoru logit modeļi. Modeļu izveides procesā tika konstatēts, ka ir trīs modeļi, kuriem ir ļoti zema maksātnespējas prognozēšanas precizitāte, tādēļ turpmākajā analīzē šie trīs modeļi netika izmantoti.

Izvērtējot atlikušos piecus modeļus, autore secina, ka zemākā Akaike informācijas kritērija vērtība ir modelim M-4.5., bet tā prognozētspēja pie izslēgšanas vērtības 0,5 nav visaugstākā (skat. 6.4.tabulu). Visaugstākā prognozētspēja pie izslēgšanas vērtības 0,5 ir modelim. M-4.3.

6.4.tabula

Četru faktoru modeļu salīdzinājums

Neatkarīgais mainīgais	M-4.1.	M-4.2.	M-4.3.	M-4.4.	M-4.5.
Konstante	3,442***	-0,71	0,276	-0,417	4,095**
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi				-3,027	-4,500**
Pašu kapitāls/Saistības	-1,575**				
Nauda/īstermiņa saistības		-1,797			
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības					
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības					-1,792*
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	-4,635	-3,705	-4,028		-5,53
Īstermiņa saistības/Aktīvi		4,687***	4,883**	4,893**	
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības	-0,232		-0,309*	-0,235	
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	-1,960**	-2,119**	-2,406**	-1,565	-1,925**
Modeļa kritēriji					
Akaike informācijas kritērijs	0,53	0,517	0,476	0,467	0,445
McFadden R-kvadrātā	0,665	0,674	0,704	0,71	0,726
S.E. regresijai	0,257	0,25	0,239	0,253	0,244
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,5)	91,56%	92,86%	94,81%	91,56%	91,56%
I tipa kļūda	7,79%	6,49%	6,49%	7,79%	6,49%
II tipa kļūda	9,09%	7,79%	3,9%	9,09%	10,39%
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,9)	84,42%	83,77%	85,71%	87,66%	88,31%
I tipa kļūda	1,3%	1,3%	0%	0%	0%
II tipa kļūda	29,87%	31,17%	28,57%	24,68%	23,38%
Hosmer-Lemesov test (p-vērtība)	0	0	0,004	0,901	0,025
Novērojumu skaits	154	154	154	154	154

Avots: Autora izveidots

Lai pārlicinātos par modeļu prognozētspēju, tiek veikts Hosmera-Lemesova tests. Novērtējot četru-faktoru modeļus, autors secina, ka visi modeļi, izņemot modeli M-4.4., ar nozīmības līmeni 0,05 nav statistiski nozīmīgi, tātad testa nulles hipotēze tiek noraidīta un modeļu prognozētspēja nav tik laba kā statistiski nozīmīgajiem modeļiem.

Tādēļ no šiem modeļiem tieši modelis M-4.4. ir visvērtīgākais. Tā sastāvā ir viens aktivitātes koeficients (neto apgrozījuma un īstermiņa saistību attiecība) un divi rentabilitātes koeficienti (iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un kopējo aktīvu, kā arī īstermiņa saistību un kopējo aktīvu attiecība).

Četru faktoru modeļu koeficientu vidējās robežvērtības

Neatkarīgais mainīgais	M-4.1.	M-4.2.	M-4.3.	M-4.4.	M-4.5.
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi				-0,14***	-0,16***
Pašu kapitāls/Saistības	-0,11***				
Nauda/īstermiņa saistības		-0,13*			
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības					
Apgrozāmie līdzekļi/īstermiņa saistības					-0,10**
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	-0,33***	-0,26*	-0,26**		-0,32*
īstermiņa saistības/Aktīvi		0,12***	0,13***	0,12***	
Neto apgrozījums/īstermiņa saistības	-0,02*		-0,02***	-0,01*	
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	-0,14**	-0,15***	-0,15***	-0,10*	-0,11***

Avots: Autora izveidots

Novērtējot modeļa robežvērtības (skat.6.5.tabulu), kuras jebkurā no izveidotajiem četru faktoru modeļiem ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīgas, autors secina, ka, pieaugot peļņas pirms nodokļiem un neto apgrozījuma attiecībai, maksātnespējas iestāšanās varbūtība samazinās. Savukārt, ja pieaug īstermiņa saistību īpatsvars kopējos aktīvos, maksātnespējas iestāšanās varbūtība pieaug.

6.3. Piecu faktoru modeļi

Lai atrastu vispiemērotāko logit analīzes metodes modeli maksātnespējas prognozēšanai, ir izveidoti divi piecu faktoru logit modeļi, ar mērķi iekļaut vismaz vienu likviditāti, rentabilitāti, maksātspēju un aktivitāti raksturojošu finanšu koeficientu.

Piecu faktoru modeļu salīdzinājums

Neatkarīgais mainīgais	M-5.1.	M-5.2.
Konstante	3,304**	5,053***
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	-3,621*	
Pašu kapitāls/Saistības	-0,94	
Apgrozāmie līdzekļi/īstermiņa saistības		-1,982*
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	-4,033	-5,011
Pamatlīdzekļi/Aktīvi		0,043
Neto apgrozījums/īstermiņa saistības	-0,193	-0,222
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	-2,045*	-2,331*
Modeļa kritēriji		
Akaike informācijas kritērijs	0,466	0,542
McFadden R-kvadrātā	0,72	0,665
S.E. of regresijai	0,229	0,25
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,5)	93,51%	92,21%
I tipa kļūda	3,9%	6,49%
II tipa kļūda	9,09%	9,09%
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,9)	88,31%	85,71%
I tipa kļūda	0%	0%
II tipa kļūda	23,88%	28,57%
Hosmer-Lemesov test (p-vērtība)	0	0
Novērojumu skaits	154	154

Avots: Autora izveidots

Zemākā Akaike informācijas kritērija vērtība ir modelim M-5.1., tā prognozētspēja pie izslēgšanas vērtības 0,5 ir augstāka nekā modelim M-5.2. (skat. 6.6.tabulu). Visaugstākā prognozētspēja pie izslēgšanas vērtības 0,9 ir modelim M-5.2.

Lai pārliecinātos par modeļu prognozētspēju, tiek veikts Hosmera-Lemesova tests. Novērtējot šos modeļus, autors secina, ka abi modeļi ar nozīmības līmeni 0,05 nav statistiski nozīmīgi, tātad testa nulles hipotēze tiek noraidīta un modeļu prognozētspēja nav tik laba kā statistiski nozīmīgajiem modeļiem.

6.7.tabula

Piecu faktoru modeļu koeficientu vidējās robežvērtības

Neatkarīgais mainīgais	M-5.1.	M-5.2.
Darba kapitāls/Kopējie aktīvi	-0,12****	
Pašu kapitāls/Saistības	-0,06*	
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības		-0,14****
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums	-0,05	-0,37**
Pamatlīdzekļi/Aktīvi		0
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības	-0,02*	-0,02**
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)	-0,12**	-0,17****

Avots: Autora izveidots

Novērtējot modeļa robežvērtības (skat.6.7.tabulu), kuras abos piecu faktoru modeļos ar nozīmības līmeni 0,05 ir statistiski nozīmīgas, autors secina, ka, pieaugot peļņas pirms nodokļiem un neto apgrozījuma attiecībai, maksātspējas iestāšanās varbūtība samazinās. Turklāt, maksātspējas iestāšanās varbūtība samazinās, ja uzņēmums ir pievienotās vērtības nodokļa maksātājs.

6.4. Logit modeļu rezultāti pārbaudes grupā

Rezultātā vislabākos rezultātus uzrādīja četru faktoru logistiskās regresijas modelis M-4.4. un trīs faktoru modelis M-3.1. Salīdzinot minētos modeļus (skat. 6.8.tabulu), autore secina, ka modelim M-4.4. ir augstāka maksātspējas prognozēšanas precizitāte pie izslēgšanas vērtības 0,5, kā arī zemāka I tipa kļūda, tātad tas labāk spēj pareizi klasificēt maksātspējīgus uzņēmumus nekā modelis M-3.1.

Modeļu M-3.1. un M-4.4. salīdzinājums

Neatkarīgais mainīgais	M-3.1.	M-4.4.
Konstante	0,149	-0,417
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	-3,672	-3,027
Pašu kapitāls/Saistības		
Nauda/Īstermiņa saistības		
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības		
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	-1,565	
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums		
Īstermiņa saistības/Aktīvi	4,137***	4,893***
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības		-0,235
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)		-1,565
Modeļa kritēriji		
Akaike informācijas kritērijs	0,480	0,467
McFadden R-kvadrātā	0,691	0,71
S.E. regresijai	0,261	0,253
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,5)	89,61%	91,56%
I tipa kļūda	9,09%	7,79%
II tipa kļūda	11,69%	9,09%
Kopējā modeļa prognozētspēja (izslēgšanas vērtība 0,9)	85,71%	87,66%
I tipa kļūda	0%	0%
II tipa kļūda	28,57%	24,68%
Hosmer-Lemesov test (p-vērtība)	0,996	0,901
Novērojumu skaits	154	154

Avots: Autora izveidots

Novērtējot modeļu robežvērtības (skat. 6.9.tabulu), autors secina, ka, jo lielāka iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas attiecība pret kopējiem aktīviem, jo mazāka maksātspējas iestāšanās varbūtība.

Modeļu M-3.1. un M-4.4. koeficientu vidējās robežvērtības

Neatkarīgais mainīgais	M-3.1.	M-4.4.
Iepriekšējo gadu nesadalītā peļņa/Kopējie aktīvi	-0,15***	-0,14***
Pašu kapitāls/Saistības		
Nauda/Īstermiņa saistības		
Apgrozāmie līdzekļi/Saistības		
Apgrozāmie līdzekļi/Īstermiņa saistības	-0,10**	
Peļņa pirms nodokļiem/Neto apgrozījums		
Īstermiņa saistības/Aktīvi	0,11***	0,12***
Neto apgrozījums/Īstermiņa saistības		-0,01*
PVN maksātājs (1=Jā, 0=Nē)		-0,10*

Avots: Autora izveidots

Pieaugot īstermiņa saistību īpatsvaram aktīvos, pieaug maksātnespējas iestāšanās varbūtība. Jo lielāka neto apgrozījuma attiecība pret īstermiņa saistībām, jo mazāka maksātnespējas iestāšanās varbūtība. Ja uzņēmums ir PVN maksātājs, tad maksātnespējas varbūtība samazinās par 10%.

Tā kā šo modeļa rezultāti ir ievērojami augstāki par diskriminantu analīzes modeļu rezultātiem, autors secina, ka loģistiskās regresijas metode ir piemērotāka Latvijas privāto uzņēmumu maksātnespējas prognozēšanai.

Lai pārlicinātos par izveidoto maksātnespējas modeļu prognozētspēju, autore izveidoja pārbaudes grupu, kurā tika iekļauti visi testa grupas uzņēmumi, izņemot mērķa un kontroles grupas uzņēmumus (154 uzņēmumi), kā arī tos uzņēmumus, kuru maksātnespēja iestājās ar divu, trīs vai četru gadu novēlojumu (107 uzņēmumi).

Izveidotajā pārbaudes grupā tika iekļauti 20442 uzņēmumi, kuru vidū nebija neviena uzņēmuma, kurš nākamajā gadā pēc uzņēmuma gada pārskata taksācijas gada iesāka maksātnespējas vai tiesiskās aizsardzības procesu.

6.10.tabula

Modeļu M-3.1. un M-4.4. rezultāti pārbaudes grupā

Modelis	M-3.1.		M-4.4.	
Izslēgšanas robeža	0,05	0,01	0,05	0,01
Pareizi klasificēto uzņēmumu skaits	16572	17584	17759	18546
Pareizi klasificēti, %	82,5%	87,5%	86,9%	90,8%
II tipa kļūda	17,5%	12,5%	13,1%	9,2%

Avots: Autora izveidots

Ņemot vērā to, ka testa grupā maksātnespējīgo uzņēmumu īpatsvars ir tikai 0,37%, modeļu pārbaudē tika izmantotas zemas izslēgšanas vērtības. Rezultātā pārbaudes grupas uzņēmumus vislabāk spēj pareizi klasificēt modelis M-4.4, kurš ar 90,8% precizitāti korekti klasificēja maksātnespējīgos uzņēmumus ar izslēgšanas robežu 0,01 (skat. 6.10.tabulu).

Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem autore secina, ka izveidotais logit modelis M-4.4. var tikt izmantots Latvijas sabiedrību ar ierobežotu atbildību maksātnespējas prognozēšanai nākamajā gadā pēc deklarētā uzņēmumu gada pārskata taksācijas gada.

SECINĀJUMI

1. Zinātniskajā literatūrā jēdziens par uzņēmuma maksātspēju tiek skaidrots dažādi, kas liecina par to, ka nav vienota definīcija, kura skaidri raksturotu uzņēmumu, kurš ir nonācis finansiālās grūtībās. Likvidācijas procedūra arī var liecināt par uzņēmuma finansiālām grūtībām, bet ne vienmēr uzņēmums tiek likvidēts finansiālu grūtību dēļ. Tādēļ šī darba ietvaros netika apskatīti uzņēmumu likvidācijas gadījumi.
2. No zinātniskās literatūras analīzes izriet, ka visbiežāk maksātspējas prognozēšanas modeļu izveidē izmanto trīs metodes: diskriminantu analīzes, logit analīzes un neironu tīklu. Lai gan neironu tīklu metode ir precīzāka un bieži uzrāda augstāku maksātspējas prognozēšanas precizitāti nekā citas metodes, tā sniedz ierobežotu informāciju par koeficientu ietekmi un interpretēt šīs metodes rezultātus ir apgrūtināši tās uzbūves dēļ, tādēļ šī darba ietvaros metode netika izmantota.
3. Izpētot E.Altmana Z-vērtību maksātspējas prognozēšanas modeļus, maģistra darba mērķa izpildei tika izvēlēti divi modeļi. Viens no tiem (turpmāk - Z*-vērtību modelis) ir paredzēts privāto uzņēmumu maksātspējas novērtēšanai, kas atbilst maģistra darba vajadzībām. Otrs modelis (turpmāk – Z**-vērtību modelis) palīdz novērtēt uzņēmumus, kuri darbojas attīstības valstīs vai to darbības nozare nav saistīta ar ražošanu. Z**- vērtību modelis tika izvēlēts, jo Latvijā lielākā uzņēmumu daļa darbojas pakalpojumu nozarē un mērķa grupā ražošanas uzņēmumi netika pārliecinoši pārstāvēti.
4. Saskaņā ar Z-vērtību modeļu testēšanas rezultātiem, kopējā prognozētspēja ir augstāka Z*-vērtību modelim, bet tam ir lielāka pirmā tipa kļūda, kura ir svarīgāka maksātspējas novērtēšanā. Tādēļ, neviens no šiem modeļiem nespēj ar augstu precizitāti prognozēt Latvijas uzņēmumu maksātspēju.
5. Ar diskriminantu analīzes metodi atkārtojot E.Altmana pētījumu uz mērķa un kontroles grupas datiem, neizdevās iegūt tādu diskriminantu analīzes funkciju, kura atbilstu šīs analīzes metodes pieņēmumiem. Rezultātā derīgu diskriminantu analīzes modeli ar E.Altmana pētījuma finanšu koeficientiem izveidot neizdevās.
6. Modificējot E.Altmana diskriminantu analīzes modeli un pēc papildus koeficientu pievienošanas neizdevās uzlabot diskriminantu analīzes modeli, lai iegūtu funkciju, kura spētu ar augstu precizitāti pareizi klasificēt maksātspējīgus uzņēmumus.
7. Visi izveidotie logit modeļi ir pieņemami un vairāki no tiem uzrāda augstu prognozētspēju. Tomēr vislabāko rezultātu uzrādīja četru faktoru modelis, kurā ir iekļauta neto apgrozījuma un īstermiņa saistību attiecība, iepriekšējo gadu nesadalītās peļņas un kopējo aktīvu attiecība, īstermiņa saistību un kopējo aktīvu attiecība, PVN maksātāja statuss. Tātad, Latvijas privāto uzņēmumu maksātspējas prognozēšanā svarīga ietekme ir tam, vai šis uzņēmums ir

reģistrēts PVN maksātāju reģistrā. Kā arī tas, kāds ir aizņemto līdzekļu īpatsvars aktīvos un tas, kādus līdzekļus uzņēmums atstāj kā nesadalīto peļņu.

8. Tā kā maksātspējas prognozēšanas modeļa izveidē parasti tiek izmantoti kādas konkrētas valsts un nozares uzņēmumu dati, modeli ar fiksētiem koeficientiem būtu lietderīgāk turpināt izmantot tās nozares vai valsts ietvaros. Lai arī valstu starpā uzņēmējdarbības principi un galvenais mērķis, pelnīt, ir līdzīgi, tomēr modeļa sniegtie rezultāti nebūs tik precīzi valstīm ar dažādu ekonomisko attīstību. Iespējams, nākotnes modeļu veidošanā būtu jāiekļauj kādi makroekonomiskie rādītāji, kuri spēj izlīdzināt starpvalstu ekonomikas atšķirības.

PRIEKŠLIKUMI

Valsts ieņēmumu dienestam

1. Izmantojot iestādes rīcībā esošo uzņēmumu finanšu pārskatu informāciju, izstrādāt savu maksātspējas prognozēšanas modeli dažādu nodokļu maksāšanas režīmu uzņēmumiem (vispārīgā režīma, mikrouzņēmuma nodokļa u.tml.) un, pamatojoties uz tā rezultātiem, savlaicīgi konsultēt nodokļu maksātājus par iespējamajiem risinājumiem maksātspējas uzlabošanai. Padarīt izstrādāto modeli par publiski pieejamu, lai nodokļu maksātāji, ievadot darījuma partnera informāciju, spētu izdarīt atbilstošus secinājumus.
2. Novērtēt nodokļu maksātājus ar izstrādāto maksātspējas prognozēšanas modeli pirms dažādu nodokļu atvieglojumu vai nodokļu samaksas termiņa pagarinājuma izvērtēšanas, lai mazinātu iespējamību, ka maksātspējīgam uzņēmumam tiek piešķirti atvieglojumi.

LR Uzņēmumu reģistram

3. Izmantojot iestādes rīcībā esošo informāciju par uzņēmumiem un informāciju no maksātspējas reģistra, izstrādāt savu maksātspējas prognozēšanas modeli dažāda vecuma vai nozaru uzņēmumiem un padarīt to publiski pieejamu LR Uzņēmumu reģistra mājaslapā.

Uzņēmumu vadītājiem

4. Izmantot publiski pieejamo maksātspējas prognozēšanas modeli un visu publiski pieejamo finanšu informāciju par esošajiem vai topošajiem sadarbības partneriem un vismaz vienu reizi taksācijas gada ietvaros izvērtēt, kāds ir to finansiālais stāvoklis. Uzņēmējdarbībā ir svarīgi stabili partneri, kuri palīdz augt uzņēmumam, šim ir jābūt abpusējam procesam.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

1. Aljandi, A., Tatahi M., (2018) Economic and Financial modelling with EViews: A guide for students and professionals, Ebook, Springer, p.201
2. Altman E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609.
3. Altman, E.I. (1993). Corporate financial distress and bankruptcy: A complete guide to predicting and avoiding distress and profiting from bankruptcy.
4. Altman, E.I. (2000). Predicting financial distress of companies: Revisiting the Z-score and Zeta models, 1-54.
5. Altman, Edward I. Corporate financial distress and bankruptcy: analyze leveraged finance, distressed debt and bankruptcy, New York, USA, 2019
6. Beaver, W.H. (1966). Financial ratios as predictors of failure, *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111
7. Bellovary J.L., Giacomino, D.E., Akers, M.D. (2007). A review of bankruptcy prediction studies: 1930 to present, *Journal of financial education*, 33, 1-42.
8. Bordeianu G., Radu F., Paraschivescu, M.D., & Păvăloaia, W. (2011). Analysis models of the bankruptcy risk, *Economy Transdisciplinary Cognition*, 14(1), 248-259.
9. Corporate insolvencies in Europe. Creditreform AG mājas lapa. News& knowledge - economic research. [tiešsaiste]- [atsauce 10.04.2021.] Pieejams: <https://www.creditreform.de/muenchen/aktuelles-wissen/wirtschaftsforschung>
10. Elloumi, F., Gueyie, J.-P. (2001), Financial distress and corporate governance: an empirical analysis, *Corporate governance*, 1(1), 15-23.
11. Grigaravičius, S. (2003). Corporate failure diagnosis: Reliability and practice, *Organizaciju vadyba*, 28, 29-42.
12. Hair, J.F., Black, W.C. Babin, B.J., Anderson R.E., (2019) Multivariate data analysis, 8th edition, Cengage, p. 493
13. Hamdi, M., Mestiri, S., (2014). Bankruptcy prediction for Tunisian firms: An application of semi-parametric logistic regression and neural network approach, *Economics Bulletin*, 34(1), 133-143.
14. Hans-Vaughn, D.L. (2017) Applied multivariate statistical concepts, 1st edition, Routledge, p.230
15. Hosmer Jr., D.W., Lemeshov, S., Sturdivant, R.X., (2013) Applied Logistic Regression, 3rd edition, Wiley, p.167

16. Ierosināto MNP lietu skaits pēc MNP rakstura. Uzņēmumu reģistra mājas lapa. Maksātnešpējas reģistrs - statistika. [tiešsaiste] - [atsauce 10.04.2021.] Pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNR_LSTAT&stat_id=546
17. Izbeigto MNP lietu skaits pēc maksātnešpējas stāvokļa risinājuma veida. Uzņēmumu reģistra mājas lapa. Maksātnešpējas reģistrs - statistika. [tiešsaiste] - [atsauce 09.04.2021.] Pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNR_LSTAT&stat_id=550
18. Kabundi, A.N., (2002). Macroeconomic forecasting: A comparison between artificial neural networks and econometric models, Dissertation/ Faculty of economic and management science at Rand Afrikaans University, p.12
19. Kida, T. (1980). An investigation into auditor's continuity and related qualification judgments, *Journal of Accounting Research*, 18(2), 506-523.
20. Kopējais ierosināto TAP lietu skaits sadalījumā pēc darbības formas. Uzņēmumu reģistra mājas lapa. Maksātnešpējas reģistrs - statistika. [tiešsaiste] - [atsauce 10.04.2021.] Pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNR_LSTAT&stat_id=535
21. Latvijas Republikas Maksātnešpējas likums, pieņemts 26.07.2010.
22. Maksātnešpējas un tiesiskās aizsardzības procesu juridiskām personām sadalījums pēc uzņēmējdarbības formas. Uzņēmumu reģistra mājas lapa. Maksātnešpējas reģistrs - meklēšana. [tiešsaiste]- [atsauce 09.04.2021.] Pieejams: https://www.lursoft.lv/exec?act=MNP_LSEARCH&lang=LV
23. Mutchler, J.F. (1985). A multivariate analysis of the auditor's going-concern opinion decision, *Journal of Accounting Research*, 23(2), 668-682.
24. Ohlson, J.A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy, *Journal of accounting research*, 18, 109-131.
25. Pervan, I., Pervan M. & Vukoja, B. (2011). Prediction of company bankruptcy using statistical techniques – case of Croatia, *Croatian operational research review*, 2, 158-167.
26. Prasetyo, B., Alamsyah, A., Muslim, M.A., Subhan, & Baroroh, N. (2020). Artificial neural network model for bankruptcy prediction, *Journal of Physics: Conference series*, 1567, 1-4.
27. Rashid, A., Abbas Q. (2011). Predicting bankruptcy in Pakistan, *Theoretical and applied economics*, 103-128.
28. Šlefendorfas, G. (2016). Bankruptcy prediction model for private limited companies of Lithuania, *Ekonomika (Economics)*, 95, 134-152.
29. Stoškus, S., Beržinskienė, D., Virbickaitė, R. (2007). Theoretical and practical decisions of bankruptcy as one of dynamic alternatives in company's performance, *The engineering economics*, 52, 26-33.

30. Venkataramana, N. (2012). Financial performance and predicting the risk of bankruptcy: a case of selected cement companies in India, *International Journal of public administration and management research*, 1(1), 40-56.
31. Wilson, R.L., Sharda, R. (1994). Bankruptcy prediction using neural networks, *Decision support systems*, 11, 545-557.
32. Wooldridge, J.M., (2002) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd edition, MIT press, p.465
33. Xu, M., Zhang C. (2009). Bankruptcy prediction: the case of Japanese listed companies, *Review of accounting studies*, 14, 534-558.
34. Zhou, Y., Elhag, T. (2007), Apply logit analysis in bankruptcy prediction, *Proceedings of the 7th WSEAS International conference on simulation, modelling and optimization*.

Latvijas Republikas Valsts ieņēmumu dienesta npublicētie dati

Maģistra darbs „Maksātnešpējas prognozēšanas modeļa pielietojums Latvijas sabiedrībām ar ierobežotu atbildību” izstrādāts LU Biznesa, vadības un ekonomikas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: _____ Anna Frolova 31.05.2021.
(paraksts) (paraksta atšifrējums) (datums)

Rekomendēju / nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Darba vadītājs: Dr.mat., prof. Mihails Hazans _____
(paraksts) (datums)

Recenzents: *Dr.oec.* docents Oļegs Krasnopjorovs

Darbs iesniegts LU Biznesa, vadības un ekonomikas fakultātes Studiju centrā

Dekāna pilnvarotā persona:

metodiķe _____
(paraksts) (paraksta atšifrējums) (datums)

Darbs aizstāvēts _____ gala pārbaudījuma komisijas sēdē _____
bakalaura / maģistra / valsts

Komisijas sekretārs(e): _____
(paraksts) (paraksta atšifrējums) (datums)