



LUT School of Business and Management

Kauppätieteiden kandidaatintutkielma

Talousjohtaminen

Suomalaisten yritysten konkurssin ennustaminen konkurssiennustemalleilla

Predicting the bankruptcy of Finnish companies with bankruptcy models

14.4.2019

Tekijä: Sampsa Koivulahti

Ohjaaja: Juha Soininen

TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Sampsa Koivulahti
Tutkielman nimi:	Suomalaisten yritysten konkurssin ennustaminen konkurssiennustemalleilla
Akateeminen yksikkö:	School of Business and Management
Koulutusohjelma:	Kauppatiede / Talousjohtaminen
Ohjaaja:	Juha Soininen
Hakusanat:	Konkurssi, konkurssin ennustaminen, konkurssiennustemalli, konkurssimalli, yhdistelmäluke, Altman Z, Prihti Z, Laitinen Z, Z-luku

Konkurssin ennustamisen tärkeys on korostunut nykyaikana. Tämän riskin havainnoimiseksi on kehitetty konkurssiennustemalleja, joiden kehitystyö jatkuu vieläkin aktiivisena. Vanhimpien mallien tuloksista on jonkin verran ristiriitaista tutkimustulosta, mutta ovat pääasiassa edelleen hyvä pohja uusien mallien kehitykselle.

Tähän tutkimukseen on valittu kolme yleistä konkurssiennustemallia, jotka olivat Altmanin Z, Prihtin Z ja Laitisen kolmen muuttujan Z-luku. Mallien ennustamisen soveltuvuutta tarkastellaan nykyaikaisilla suomalaisilla yrityksillä ja niiden tilinpäätöstiedoilla. Tarkasteluvuodet sijoituivat vuosille 2015-2017, joista 2017 oli viimeinen kokonainen tilikausi ennen konkurssia.

Tutkimuksen empiria suoritettiin kvantitatiivisin menetelmin. Tutkimusaineiston 143:lle toimivalle ja 134:lle konkurssiyritykselle suoritettiin logistinen regressio, jonka avulla saatiin mallien luokittelutarkkuudet, selitysasteet, sopivuudet ja parametrien estimaatit. Luokittelutarkkuutta verrattiin myös alkuperäisten mallien antamiin Z-lukuihin, jonka perusteella saatiin käsitys mallien päivittämisen tarpeesta ja syvemmästä ymmärryksestä niiden käyttökelpoisuudesta.

Tutkimustulokset osoittavat mallien olevan melko epätarkkoja konkurssin ennustamiseen. Selitysasteet ja mallien sopivuudet olivat alhaisia. Lisäksi jotkin muuttujat olivat malleissa merkityksettömiä. Muita malleja selkeästi vahvemmin suoriutui kuitenkin Prihtin Z-luku, jolla oli mahdollista ennustaa konkurssia suhteellisen tarkasti kahta vuotta aiemmin. Vertaamalla regression tuloksia Z-luvun antamaan luokitteluun, todettiin mallien tarvitsevan päivitystä kokonaistarkkuuden nostamiseksi.

ABSTRACT

Author: Sampsa Koivulahti
Title: Predicting the bankruptcy of Finnish companies with bankruptcy models
School: School of Business and Management
Degree programme: Business Administration / Financial Management
Supervisor: Juha Soininen
Keywords: Bankruptcy, bankruptcy model, predicting bankruptcy, bankruptcy prediction, Altman Z, Prihti Z, Laitinen Z, Z score

The importance of predicting bankruptcy is prevalent today. In order to observe this risk, bankruptcy models have been, and still are, developed. There are some contradictory results about the accuracy of the oldest models, but they are still regarded as a good basis for the development of newer models.

This thesis includes three different bankruptcy models that are Altman's Z, Prihti's Z and Laitinen's three variable Z scores. The applicability of predicting bankruptcy with these models is examined with current financial statements of Finnish companies. Financial statements are from years 2015 to 2017, of which 2017 is the last whole accounting period before bankruptcy.

The empirical section of this thesis was conducted with quantitative methods. A logistic regression was done for the data of the thesis, which consisted of 143 operational and 134 bankrupt firms, in order to find out the models' classification accuracy, goodness-of-fit and its parameters' estimates. The classification accuracy was compared with the Z-values, which were calculated with the original models, to form a better understanding of the applicability and whether the models needed updating.

Results show the models to be quite inaccurate. All the Goodness-of-fit tests had low values. In addition, some variables were statistically insignificant. However, Prihti's Z-score outperformed others, after it was able to predict a company's bankruptcy with relatively accurate results two years prior. By comparing the results of the regression with the classification of Z-scores, it was concluded that the models needed updating for better overall accuracy.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	2
1.2 Tutkimuksen rajaukset	2
1.3 Tutkimuksen rakenne	3
2. Teoreettinen viitekehys	4
2.1 Yrityksen maksukyky	4
2.2 Yrityksen konkurssi ja epäonnistuminen	4
2.2.1 Konkurssin syyt	5
2.2.2 Konkurssin oireet	7
2.2.3 Konkurssin varoittajat	8
2.3 Konkurssiennustemallit	10
2.3.1 Altmanin Z-luku	10
2.3.2 Prihtin Z-luku	12
2.3.3 Laitisen kolmen muuttujan Z-luku	13
3. Aiemmat tutkimukset ja kritiikki	15
3.1 Aiemmat tutkimukset	15
3.1.1 Altmanin Z-luvun tulokset	15
3.1.2 Prihtin Z-luvun tulokset	17
3.1.3 Laitisen kolmen muuttujan Z-luvun tulokset	17
3.2 Mallien kritiikki	18
4. Tutkimusaineisto ja -menetelmät	20
4.1 Tutkimusaineiston rajaus	20
4.2 Aineiston vajaavaisuudet	21
4.3 Muuttujien kuvailu	21
4.4 Tutkimusmenetelmät	22
5. Tutkimustulokset	24
5.1 Altmanin Z-luvun tulokset	24
5.2 Prihtin Z-luvun tulokset	26
5.3 Laitisen Z-luvun tulokset	28
5.4 Keskinäinen vertailu	30
6. Johtopäätökset ja yhteenvedo	32
Lähdeluettelo	35

Liitteet:

Liite 1. Altmanin Z-luvun luokittelutulokset ja -virheet.

Liite 2. Prihtin Z-luvun luokittelutulokset ja -virheet.

Liite 3. Altmanin Z-luvun luokittelutarkkuudet alkuperäisillä Z:n raja-arvoilla.

Liite 4. Prihtin Z-luvun luokittelutarkkuudet alkuperäisillä Z:n raja-arvoilla.

Liite 5. Laitisen Z-luvun luokittelutarkkuudet alkuperäisillä Z:n raja-arvoilla.

1. Johdanto

Konkurssit ovat koskettaneet kaikenkokoisia ja -ikäisiä yrityksiä aikaisemmasta menestyksestä tai toimialasta huolimatta. Niiden kustannukset ovat huomattavia ja vaikuttavat itse yrityksen lisäksi sen sidosryhmiin sekä lopulta jopa yhteiskuntaan (Dimitras, Zanakis & Zopounidis 1996). Suomessa näkyvänä esimerkkinä on toiminut Talvivaara, jonka konkurssikustannusten on arvioitu maksavan valtiolle mittavat 320 miljoonaa euroa (Karkkola 2017). Myös pitkään Suomessa toimineen Stockmannin velkaantuneisuus on kasvanut huolestuttaviin numeroihin, jotka enteilevät synkkää tulevaisuutta (Hertsi 2017).

Erityisesti maineikkaiden suuryritysten konkurssit ovat Adnanin ja Darin (2006) mukaan lisänneet konkurssihin liittyvien riskien tunnistamista. Finanssikriisin jälkeinen aika on osoittanut luottoriskin arvioinnin ja siten myös onnistuneiden luottopäätösten merkityksellisyyden (Brown & Moles 2014). Yritysten maksukyvyttömyyteen ja konkurssihin onkin Altmanin ja Hotchkissin (2010, 7-10) mukaan kiinnitetty viime vuosikymmeninä huomiota yhä enenevässä määrin.

Yrityksen konkurssin todennäköisyyden ennustamisen tarve on siis ilmeinen. Tällä voidaan ehkäistä epäsuotuisiin maksutilanteisiin joutumista sekä saada apua sijoituspäätöksissä ja yhteistyökumppaneiden valinnoissa (Dimitras et al. 1996). Ennusteita ovat hyödyntäneet niin pankkiirit kuin sijoittajat, varastonhoitajat, luottoluokittajat ja tietenkin itse ahdingossa olevat yritykset. Konkurssiennustemalleja on kehitetty jo 1960-luvulta, jolloin nämä levisivät maailmanlaajuisesti käyttöön. Vaikka osa malleista on jo yli puoli vuosisataa vanhoja, hyödynnetään niitä vielä nykypäivänäkkin. Kehitystyö jatkuu edelleen aktiivisena sekä vanhojen että uusien mallien kohdalla. (Altman, Iwanicz-Drozdowska, Laitinen & Suvas 2017)

Aihe on ajankohtainen ja erityisen mielenkiintoisen siitä tekee analyytikoiden sekä yritysten oma kykenemättömyys tai haluttomuus myöntää maksukyvyn rappeutuminen. Oivana esimerkkinä tästä on Yhdysvalloissa rahamäärällisesti suurimpaan konkurssiin ajautunut pörssi-yhtiö Enron. Yhtiö piti taloudellisen tilansa salaisuutena viimeiseen hetkeen asti, kunnes se ajautui konkurssiin. (Ailon 2011)

1.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, miten tietyt valitut konkurssiennustemallit soveltuvat ennustamaan suomalaisten yritysten konkurssija tilinpäätöstietojen avulla. Päätavoitteen selkeyttämiseksi tavoitteena on tarkastella, miten tarkkoja tuloksia kyseiset mallit antavat sekä soveltuuko jokin malli ennustamaan nimenomaisesti suomalaisten yritysten konkurssia toisia paremmin. Tarkoituksena on myös vertailla keskenään mallien antamia tuloksia sekä yksittäisten parametrien soveltuvuutta ennustaa konkurssia.

Näiden tavoitteiden perusteella tutkielman pääkysymykseksi muodostui:

- 1. Soveltuvatko valitut konkurssimallit suomalaisten yritysten konkurssien ennustamiseen?*

Pääkysymys on itsessään melko yleisluontoinen ja tulkinnanvarainen. Mallien soveltuvuutta voidaan tulkita monella eri tapaa. Ongelman selkeyttämiseksi ja näkökulman rajaamiseksi alakysymyksiksi muodostuivat:

- 2. Miten tarkasti valitut konkurssimallit ennustavat konkurssin todennäköisyyttä?*
- 3. Soveltuuko jokin malli ennustamaan suomalaisten yritysten konkurssin todennäköisyyttä selvästi muita paremmin?*

Alakysymysten selvittämiseksi mallien tuloksien tarkkuutta voidaan tarkastella kokonaisuutena niiden oikeiden ja väärin ennusteiden perusteella, sopivuuksilla sekä selityksasteilla. Tämä tehdään logistisen regression avulla. Luokittelutarkkuutta tutkitaan lisäksi sekaannusmatriisiin asetetuilla Z-luvuilla, jotta saadaan kuva, onko logistisella regressiolla päivitettyt mallit alkuperäisiä parempia. Lisäksi jokaisen mallin sisäisiä parametreja vertaillaan keskenään ja tutkitaan, ennustaako jokin yksittäisistä parametreista konkurssia paremmin. Malleihin ja niiden parametreihin tutustutaan tarkemmin teoriaosuudessa.

1.2 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksessa käytettävät konkurssimallit rajataan kolmeen eri vakiintuneeseen ja yleisesti käytössä olevaan konkurssiennustemalliin:

1. Altmanin Z-luku (1968)
2. Prihtin Z-luku (Laitinen & Laitinen 2004, 94-101)
3. Laitisen kolmen muuttujan Z-luku (Laitinen 1990, 222)

Vaikka nykyaikaisissa konkurssiennustemalleissa käytetään usein makrotaloudellisia ja toimialakohtaisia muuttujia (Jones 2017), ei niitä tässä tutkielmassa huomioida mallien hyödyntäessä ainoastaan tilinpäätöstiedoista saatavia lukuja.

1.3 Tutkimuksen rakenne

Toinen luku käsittelee teoreettista viitekehystä, jossa tarkastellaan ja avataan olennaisia tutkimuksen käsitteitä ja määritelmiä. Ensimmäisenä perehdytään yrityksen maksukyvyyn käsitteeseen. Maksukyvyyn jälkeen siirrytään konkurssin käsittelyyn ja eritellään sen vaikutuksia yrityksille sekä perustellaan konkurssiennustemallien käyttämistä yleisesti. Lisäksi tutkimukseen valitut mallit käydään tarkemmin läpi. Kolmannessa luvussa käsitellään konkurssimalleista tehtyjä aikaisempia tutkimuksia ja niiden tuloksia. Tämän jälkeen neljännessä luvussa tarkastellaan tutkimusaineistoa ja sen tutkimisessa käytettyjä menetelmiä. Viidennessä luvussa raportoidaan tutkimuksen tulokset ja viimeisenä johtopäätökset.

2. Teoreettinen viitekehys

Tämän kappaleen tarkoituksena on antaa selkeä kuva tutkimuksessa käytetyistä termeistä ja käsitteistä sekä tutustuttaa lukija yrityksen maksukykyyn ja konkurssiin. Kappaleessa selitetään konkurssin syitä, oireita sekä varoittajia. Tämän jälkeen kuvailaan ennustemalleja yleisesti ja miten niitä käytetään eri liiketoiminnan osa-alueilla. Tutkimuksessa käytettäviä malleja tarkastellaan yksityiskohtaisemmin niiden sisäisten parametrien osalta. Teoreettinen viitekehys perustuu aiempiin tutkimuksiin ja lähdekirjallisuuteen.

2.1 Yrityksen maksukyky

Maksukykyinen yritys pystyy suoriutumaan ajallaan sen tämänhetkisistä maksuvelvoitteistaan saatavilla olevan rahoituksensa avulla. Maksukyvyttömyys tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, ettei yritys tähän kykene. Yritysten maksukyvyttömyys ilmenee usein maksuviiveinä ja -häiriöinä, joilla tarkoitetaan maksuvelvoitteiden hoitamista myöhässä. (Laitinen & Laitinen 2014, 10-12)

Maksukyvyttömyyden vakavuus riippuu sen aikajänteestä. Huolimattomuudesta tai haluttomuudesta aiheutuvat tilapäiset maksuviiveet ja -häiriöt eivät vielä tarkoita, että yritys olisi maksukyvytön. Pitkittyneenä tilanne useimmiten kielii yrityksen kykenemättömyydestä hoitaa maksuvelvoitteensa. (Laitinen & Laitinen 2004, 53-55) Pahimmillaan synkkänä jatkunut taloudellinen suoriutumisen ja maksukyvyttömyys voivat johtaa konkurssiin ja yritystoiminnan päättymiseen.

2.2 Yrityksen konkurssi ja epäonnistuminen

Yrityksen epäonnistuminen voidaan määritellä monesta eri näkökulmasta, eikä siitä ole yhtä yksittäistä määritelmää. Morris (1997, 2) luonnehtii epäonnistumisen erilaisiksi taloudellisiksi ahdingoiksi, jotka voivat tarkoittaa ääripäässä konkurssia tai toisaalta kannattavuuden heikkenemistä. Fredland ja Morris (1976) mainitsevat yhdeksi epäonnistumisen määritelmäksi yrityksen sijoitetun pääoman tuottoasteen olevan vaihtoehtoiskustannusta pienempi. Toisaalta he kertovat epäonnistumisen tarkoittavan myös yritystoiminnan keskeyttämistä. Yritystoiminnan keskeyttäminen sisällyttää kuitenkin yritystoiminnan myymisen eläköitymisen tai voiton vuoksi. Tämä ei suinkaan tarkoita yrityksen epäonnistumista ja määritelmä onkin tältä osin liian laava. (Watson & Everett 1996)

Epäonnistuminen voidaan määritellä myös siten, ettei yritys pysty suoriutumaan maksuvelvoitteistaan. Toisin sanoen, maksukyvyttömyys on yleisesti hyvä indikaattori yrityksen epäonnistumisesta. (Levratto 2013) Useasti epäonnistuminen rinnastetaan konkurssiin (Sharma & Mahajan 1980, Beaver 1966, Altman & Narayanan 1997, McGurr & DeVaney 1998) ja Dimitras et al. (1996) toteavatkin yrityksen konkurssin ennustamisen tarkoittavan yrityksen epäonnistumisen ennustamista. Maksukyvyttömyyden aiheuttaessa siis yritysten epäonnistumisia, voidaan sen sanoa aiheuttavan konkurssija. Konkurssi onkin yritystoiminnan lopettamisen raskain muoto (Laitinen & Laitinen 2014, 11). On siis helppoa nähdä, miksi konkurssia voidaan pitää yrityksen selvänä epäonnistumisena. Tässä tutkimuksessa epäonnistumisesta puhuttaessa tarkoitetaan myös yrityksen konkurssia.

Altman ja Hotchkiss (2010, 7) mainitsevat erääksi konkurssin määritelmäksi yrityksen negatiivisen nettoarvon. Westgaard ja Van der Wijst (2001) lisäsivät tähän määritelmään vielä tulevaisuuden kassavirtojen olevan negatiivinen. Toisaalta aikaisemmassa tutkimuksessaan Altman (1968) käytti konkurssin määritelmänä lainsäädännön mukaista konkurssimenettelyä. Myös Suomen lainsäädännössä (Konkurssilaki 1, 124/2004) kyseinen termi tunnetaan ja se määritellään seuraavasti:

”Konkurssi on velallisen kaikkia velkoja koskeva maksukyvyttömyysmenettely, jossa velallisen omaisuus käytetään konkurssisaatavien maksuun. Konkurssin tarkoituksen toteuttamiseksi velallisen omaisuus siirtyy konkurssin alkaessa velkojien määräsvaltaan. Velallisen omaisuuden hoitamista ja myymistä sekä muuta konkurssipesän hallintoa varten on tuomioistuimen määräämä pesänhoitaja.”

Konkurssilla tarkoitetaan käytännössä vakavaa velkojen perintäkeinoa (Laitinen & Laitinen 2004, 53-55). Tässä tutkimuksessa konkurssi tarkoittaa yritystoiminnan loppuneen tällaisen perinnän tai maksukyvyttömyysmenettelyn seurauksena.

2.2.1 Konkurssin syyt

Yrityksen ajautuminen konkurssiin on yleensä monen tekijän summa. Konkurssin aiheuttajien listaamisessa on kuitenkin lukuisia haasteita. Ensinnäkin listatut syyt ovat erilaisia eri tutkimuksissa. Toiseksi, vahvimmin vaikuttavista syistä ei ole varmuutta. Kolmanneksi, ei ole tietoa, kuinka monta syytä täytyy ilmentyä ennen yrityksen ajautumista konkurssiin.

Viimeisenä ei ole pystytty myöskään osoittamaan, miten listattuja konkurssin aiheuttajia voidaan hyödyntää konkurssin välttämiseksi. (Sharma & Mahajan 1980) Myös Laitinen (1990, 144) toteaa, että syiden listaaminen on haastavaa, sillä yleispätevää teoriaa konkurssin aiheuttajista ei ole. Hän kuitenkin kertoo näiden syntyvän yrityksen fyysisen toiminnan kautta, eli sen reaali-prosessissa.

Yleisesti konkurssin syyt jaetaan ulkoisiin ja sisäisiin (Laitinen & Lukason 2014; Mellahi & Wilkinson 2004; Gaskill, Van Auken & Manning 1993). Sisäisillä syillä tarkoitetaan syitä, joihin yritysjohto voi omalla toiminnallaan vaikuttaa, kun taas ulkoiset syyt ovat yritysjohtoon vaikuttamattomissa. (Boyle & Desai 1991; Bruno, Leidecker & Harder 1987)

Ulkoisten ja sisäisten syiden vaikutusta yritystoiminnan jatkuvuuteen on tutkittu eriävin tuloksin (Westgaard & Van der Wijst 2001). Jotkin tutkimukset väittävät ulkoisten aiheuttajien vaikutusten olevan selvästi merkittävämpiä (Rumelt 1991; McGahan & Porter 1997). Tällaisessa näkemyksessä yritykset nähdään sulautuneena niiden ympäristöönsä, jolloin ulkoisten syiden vaikutukset korostuvat. Nämä syyt eivät kuitenkaan varsinaisesti selitä, miksi saman toimialan yrityksistä jotkin menestyvät toisten epäonnistuessa samanaikaisesti (Flamholtz & Aksehirli 2000). Toisaalta jotkin tutkimukset puoltavat sisäisten aiheuttajien merkittävyyttä (Hambrick, Cho & Chen 1996; Szilagyi & Schweiger 1984). Yritysjohtoa ei nähdä tällöin voimattomana toimijana ympäristössään, vaan ensisijaisena päätöksentekijänä. Yritystoiminnan jatkumiseen vaikuttaa vahvasti yritysjohton näkemys toimintaympäristöstä ja miten tämä johtaa yritystä näkemyksen suhteen (Mone, McKinley & Barker 1998). Sisäisten aiheuttajien heikkoutena on puolestaan niiden antama yksipuolinen informaatio sekä yleisien epäonnistumisiin johtavien syiden puute (Mellahi & Wilkinson 2004).

Konkurssin ulkoisina syinä voidaan pitää Laitisen (1990, 144) mukaan systemaattisia ja ei-systemaattisia aiheuttajia, kuten inflaatio ja suhdannetilanne tai uuden kilpailijan tulo markkinoille. Systemaattisilla syillä tarkoitetaan niiden vaikuttavan koko toimialaan, kun taas ei-systemaattiset vaikuttavat vain yhteen tai muutamaankin yritykseen. Lisäksi hän erottelee nämä vielä äkillisiin ja ei-äkillisiin syihin.

Sisäisten syiden vaikutuksia tutkittaessa on huomattu pienemmän yrityskoon vaikuttavan negatiivisesti yrityksen selviytymiseen (Bates & Nucci 1989; Brüderl, Preisendörfer & Ziegler 1992). Miller ja Toulouse (1986) tuovat tutkimuksessaan esiin, ettei suuri koko ole kuitenkaan tae yritystoiminnan jatkuvuudelle. Toisena merkittävänä tekijänä on yrityksen ikä. Juuri aloittaneen yrityksen riski epäonnistua on merkittävästi suurempi, sillä yrityksen täytyy usein

kattaa mahdolliset aloittamiseen liittyvät maksuvelvoitteensa. (Laitinen & Laitinen 2014, 10-12; Hudson 1987) Toisaalta joidenkin tutkimusten mukaan iäkkäämmät vientipainotteiset yritykset ovat alttiimpia lopettamaan toimintansa (Harris & Li 2010). Lisäksi Laitinen ja Laitinen (2004, 219-225) listaavat sisäisillekin äkillisiä ja ei-äkillisiä syitä, kuten avainhenkilön kuolema tai laitteiston vanhentuminen.

Usein tutkimukset ehdottavat epäonnistumisen lähtökohdaksi ja kattavimmaksi syyksi yritysjohdon kykenemättömyyttä (Kaye & Garter 1979; Altman & Hotchkiss 2010, 13; Hambrick & D'aveni 1992; Miller & Toulouse 1986, Laitinen 1990, 144-147). Tehottoman tai kehnon yritysjohdon takia strategian muodostaminen sekä toteuttaminen voivat olla puutteellisia. Huonon strategian toteuttaminen tulee joka tapauksessa olemaan tehotonta ja toisaalta hyvinkin strategia voidaan pilata vääränlaisessa johtamisella. Epäonnistumisten oireet heijastuvat lopulta yrityksen suorituskykyä mittaavista tunnusluvuista. (Sharma & Mahajan 1980) Kuvio 1 havainnollistaa sisäisten ja ulkoisten syiden roolia. Yritysjohdon kykenemättömyys nähdään merkittävänä tekijänä jo prosessin alkuvaiheessa, joka heijastuu myös tunnuslukujen oireiluna.



Kuvio 1. Epäonnistumisen prosessi. (Sharma & Mahajan 1980)

2.2.2 Konkurssin oireet

Ropegan (2011) mukaan konkurssin syitä ja oireita on usein haastavaa erotella. Tästä kielii esimerkiksi se, että joissakin tutkimuksissa nämä rinnastetaan toisiinsa (Jennings & Beaver 1995; Laitinen, E. K. 1990, 145). Laitinen ja Laitinen (2004, 219) sekä Ropega (2011) puhuvat

kuitenkin oireiden johtuvan epäonnistumisten syistä. Syiden syntyessä yrityksen reaali-prosessissa, ilmenee oire rahaprocessissa, eli yrityksen taloudessa. Näitä oireita mitataan tunnuslukujen avulla. Yksinkertaistettuna, syiden vaikutukset heijastuvat oireissa.

Konkurssia ennustetaan useasti tunnusluvuista muodostuvilla suoritusmittareilla, jotka ilmentävät yrityksen taloudellista tilaa (Sun, Li, Huang & He 2014; Balcaen & Ooghe 2006). Ropega (2011) toteaa konkurssin oireilla olevan mahdollista ennustaa tulevaa epäonnistumista. Hän jatkaa, että epäonnistumiseen johtaneiden syiden etsiminen tunnuslukujen avulla saattaa kuitenkin olla haasteellista, sillä suoritusmittareiden oireilut eivät itsessään varsinaisesti kerro, mikä epäonnistumisen aiheutti. Jennings ja Beaver (1995) toteavatkin yritysten saattavan sekoittaa konkurssin oireita virheellisesti alkuperäisiksi syiksi.

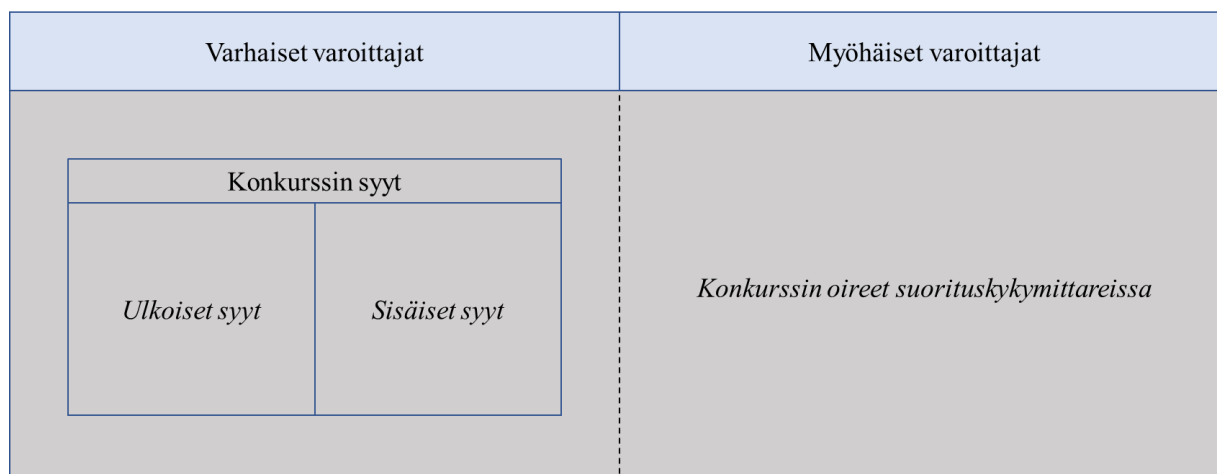
Oireita saattaa ilmetä myös ei-taloudellisina tunnuslukuina, mutta tällaisten merkkien havaitseminen on huomattavasti vaikeampaa. Luonnollisesti myös niitä havaitsevien hälytysjärjestelmien muodostaminen ja tulkinta on haasteellisempaa kuin taloudellisten. Taloudellisten tunnuslukujen kanssa yhdistettynä nämä voivat kuitenkin aikaansaada yrityksen tekemään korjaavia toimenpiteitä. (Ropega 2011)

2.2.3 Konkurssin varoittajat

Konkurssin jälkeen yritykset kysyvät usein itseltään, mitä olisi ollut tehtävissä tilanteen välttämiseksi. Edellisen alakappaleen tapaisia oireita on voinut olla jo etukäteen nähtävissä, mutta yritykset ovat olleet näistä tietämättömiä tai joissakin tapauksissa jopa sivuuttaneet kokonaan (Pal, Medway & Byrom 2011). Nämä oireet ovat niin kutsuttuja konkurssin myöhäisiä varoittajia. Varhaisilla varoittajilla tarkoitetaan oireita aiheuttavia syitä (Laitinen & Laitinen 2004, 219).

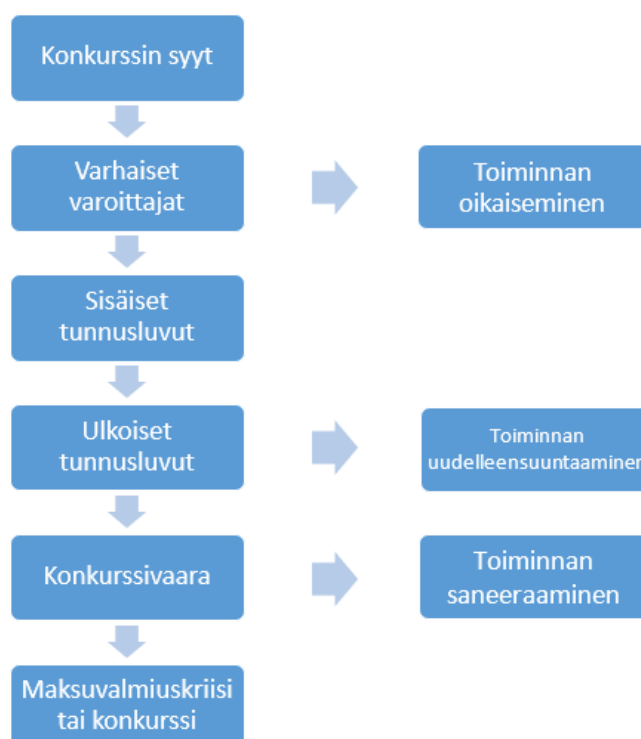
Varoittajilla muodostetaan siten yrityksen *hälytysjärjestelmät* (Laitinen 1990, 155-156). Tehokkaiden hälytysjärjestelmien avulla yritykset voivat huomata maksukykynsä ehtymisen ja tehdä ennaltaehkäiseviä sekä korjaavia toimenpiteitä (Dimitras et al. 1996, Sharma & Mahajan 1980). Laitinen sekä Laitinen (2014, 19-20) toteavatkin epäsuotuisiin maksutilanteisiin ja lopulta maksukyvyttömyyteen ajautumisen johtuvan usein tämänkaltaisten hälytysjärjestelmien puutteesta. Kuviossa 2 on nähtävillä kuvitteellisen kattavan hälytysjärjestelmän rakenne, jossa on onnistuttu sisällyttämään sekä varhaiset että myöhäiset varoittajat.

Hälytysjärjestelmä



Kuvio 2. Kuvitteellisen hälytysjärjestelmän rakenne.

Hälytysjärjestelmät perustuvat kuitenkin laajalti myöhäisiin tunnuslukupohjaisiin konkurssiennustemalleihin, sillä varhaisten varoittajien muodostaminen ja mallintaminen on erittäin hankalaa (Laitinen & Laitinen 2004, 20). Kuvio 3 ilmentää konkurssin syiden, oireiden ja hälytysjärjestelmien suhdetta konkurssivaaran tunnistamisessa ja ehkäisemisessä.



Kuvio 3. Konkurssin ennustaminen. (Laitinen, E. K., Laitinen 2004, 21)

2.3 Konkurssiennustemallit

Konkurssia ja sen riskiä on mielekästä ennustaa taloudellisilla tunnusluvuilla, sillä niiden on todettu antavan tarkkoja ennustetulosteita (Maricica & Georgeta 2012). Niiden hyödyntäminen sekä ekonometrinen mallintaminen ovat edelleen keskeinen osa konkurssitutkimusta (Sun et al. 2014; Balcaen & Ooghe 2006). Chen (2011) tuo esiin nopean globalisaation tahdin vaativan entistä tarkempia ennustemalleja ja esittää täten tarpeen jatkuvalla mallien kehitystyölle. Back (2005) ehdottaa, että hyvä ennustemalli voi auttaa meneillään olevan ongelman päätöksenteossa, sillä toimiva ennuste antaa tietoa yrityksen haavoittuvuudesta.

Uusien mallien kehitystyön ohella on siten myös luontevaa tarkastella aikaisempia tuotoksia ja niiden sovellettavuutta. Tutkimukseeni valitsin Altmanin (1968), Prihtin (Laitinen & Laitinen 2004, 101) sekä Laitisen (1990, 216) Z-luvut, joista jokainen kehitettiin konkurssin ja taloudellisen ahdingon ennustamista varten. Mallien iän vuoksi on mielenkiintoista tarkastella niiden soveltuvuutta nykyaikaisella aineistolla.

2.3.1 Altmanin Z-luku

Edward I. Altman johti erotteluanalyysin avulla ensimmäisen konkurssia ennustavan monimuuttujamallin vuonna 1968. Tällaisen *yhdistelmäluvun* vahvuutena oli yksittäisiä tunnuslukuja parempi konkurssien ennustustarkkuus. Altmanin uraauurtavan tutkimustyön jälkeen erotteluanalyysistä muodostuikin yleinen tapa kehittää konkurssiennustemalleja. (Laitinen 1990, 48-49) Altman et al. (2017) toteavat, että Z-luku on edelleenkin maailmanlaajuisessa käytössä konkurssin ennustamisessa. He kertovat yhdistelmäluvun toimivan lisäksi monen vaihtoehdoisen ennustemallin pohjana.

Altman (1968) valitsi alkuperäisessä tutkimuksessaan 33 konkurssiin joutunutta yritystä vuosilta 1946-1965 sekä näille yrityksille tarkat vastinparit toimialan ja koon mukaisesti. Aineiston yritykset koostuivat julkisesti noteeratuista teollisista yhtiöistä. Altman jakoi yritysten tilinpäätöstiedot likviditeetin, kannattavuuden, velkaantuneisuuden, maksukyvyn ja toimintaa kuvaavien tunnuslukujen mukaan. Lopulliset malliin sisällytetyt tunnusluvut valittiin aiemman kirjallisuuden sekä tutkimusta potentiaalisesti hyödyttävien tunnuslukujen avulla. Tarkoituksena oli rakentaa malli, jonka tunnusluvut yhdessä ennustivat konkurssia parhaiten.

Kyseinen malli on muotoa:

$$Z = 0.012 \cdot X_1 + 0.014 \cdot X_2 + 0.033 \cdot X_3 + 0.006 \cdot X_4 + 0.999 \cdot X_5 \quad (1)$$

, missä

$$X_1 = \frac{\text{Nettokäyttöpääoma}}{\text{Koko pääoma}}$$

$$X_2 = \frac{\text{Kertyneet voittovarot}}{\text{Koko pääoma}}$$

$$X_3 = \frac{\text{Liikevoitto}}{\text{Koko pääoma}}$$

$$X_4 = \frac{\text{Oman pääoman markkina - arvo}}{\text{Vieraan pääoman kirjanpitoarvo}}$$

$$X_5 = \frac{\text{Myynti}}{\text{Koko pääoma}}$$

$Z =$ *Konkurssia mittaava luku*

Ensimmäisessä muuttujassa on jaettu nettokäyttöpääoma yrityksen koko taseen pääomalla, jolla mitataan yrityksen likviditeettiä. Alkuperäisessä tutkimuksessa tämä oli likviditeettiä mittaavista tunnusluvuista merkittävin. Toisessa tunnusluvussa yrityksen kertyneet voittovarot jaetaan taseen koko pääomalla, jolla mitataan kannattavuutta pitkällä aikajänteellä. Tunnusluku olettaa yrityksen siis olleen jo jonkin aikaa toiminnassa, jotta sen on mahdollista ollut kerätä voittovaroja. (Altman 1968)

Kolmannen muuttujan tarkoituksena on mitata yrityksen todellista tuottavuutta sen pääomalle. Kyseinen tunnusluku sopii erityisesti maksukyvyn ennustamiseen, sillä yrityksen olemassaolo perustuu lopulta sen pääoman tuottokyvylle. Neljäs tunnusluku kuvaa vakavaraisuutta. Tämä kertoo, kuinka paljon sen varat voivat huveta, ennen kuin veloista tulee niitä suurempia ja yrityksestä maksukyvytön. Viidennellä muuttujalla esitetään yrityksen pääoman tulontuottokykyä. Yksinään luku ei ollut merkittävä, mutta yhdessä muiden muuttujien kanssa se paransi mallin selitysastetta. (Altman & Hotchkiss 2010, 242-245)

2.3.2 Prihtin Z-luku

Suomessa ensimmäisen alan tutkimuksen teki Aatto Prihti, jonka tarkoituksena oli mallintaa taloudellisessa ahdingossa olevan yrityksen käyttäytymistä. Prihti käytti Altmanin tapaan erotteluanalyysiä yhdistelmäluvun rakentamiseksi, mutta perusteli muuttujien valinnat empirian sijaan teoreettisen konkurssimallinsa avulla. Konkurssiennustemalli osoittautui hyödylliseksi ja sitä on (Laitinen 1990, 58) mukaan käytetty yleisesti muun muassa erilaisissa yritysanalyysiohjelmistoissa.

Tämä teoreettinen malli perustui sille, että yritys on sarja perättäisiä investointeja. Nämä investoinnit rahoitettaisiin tulorahoituksen sekä oman ja vieraan pääoman avulla. Rahoituksen kustannuksista saataisiin siten tuottovaatimus, joka kattaisi vähintään oman ja vieraan pääoman velvoitteet. Tuottovaatimuksen täytyessä yritys pystyy jatkamaan toimintaansa sidosryhmiensä kanssa ilman ylimääräisiä rahoitusneuvotteluja. Päätös yritystoiminnan lopettamisesta tulisi ajankohtaiseksi, jos sidosryhmien luotto yrityksen kyvystä tuottaa riittävästi tuloja häviäisi. (Laitinen 1990, 194)

Prihti johti konkurssiyritysten käyttäytymisestä kolme hypoteesia, joilla etsittiin mallille sopivat tunnusluvut. Prihtin ensimmäinen hypoteesi on, että terveen yrityksen tulorahoitus kattaa sen rahoitusvaatimukset, kun konkurssiyrityksillä tämä on pysyvästi muuttunut. Tilapäiset poikkeamiset näistä ovat kuitenkin mahdollisia. Toiseksi hypoteesiksi Prihti esitti konkurssiajankohdan olevan se ensimmäinen ajankohta, jossa lisäluoton tarve on suurempi kuin saatavissa olevan enimmäislisäluoton määrä. Kolmas hypoteesi liittyi myönnetyn lisäluoton käyttöjärjestykseen. Tässä yksipuolinen lisäluoton ottaminen on sitä helpompaa, mitä alempana sidosryhmä on konkurssissa perimisjärjestyksessä. (Laitinen 1990, 58-59)

Aineistona Prihti hyödynsi vuosina 1964-1973 konkurssiin ajautuneita yrityksiä eri toimialoilta, joita oli kokonaisuudessaan yhteensä 49. Vertailuksi tämä valitsi yhteensä 87 tervettä yritystä samantalaisella toimialajaolla kuten konkurssiyrityksillä. Tämän jälkeen aineisto jaettiin vielä estimointiryhmään, jossa oli 31 konkurssiyritystä ja 59 tervettä sekä testiryhmään, jossa oli vastaavasti 18 ja 28 yritystä. Hypoteesejaan Prihti testasi kolmella eri muuttujalla, jotka mittasivat tulorahoituksen saatavuutta, maksuvalmiutta sekä vakavaraisuutta. (Laitinen & Laitinen 2004, 98-103) Kyseisellä aineistolla sekä valituilla tunnusluvuilla Prihti laski erottelufunktion vuodelle ennen konkurssia, joka on muotoa:

$$Z = 0.049 \cdot X_1 + 0.021 \cdot X_2 - 0.048 \cdot X_3 \quad (2)$$

, missä

$$X_1 = 100\% \cdot (\text{Tulojäämä I} - \text{Verot}) / \text{Taseen loppusumma}$$

$$X_2 = 100\% \cdot (\text{Rahoitusomaisuus} - \text{lyhytaikaiset velat}) / \text{Taseen loppusumma}$$

$$X_3 = 100\% \cdot \text{Vieras pääoma} / \text{Taseen loppusumma}$$

Z = Konkurssia mittaava luku

Ensimmäisen hypoteesinsa perusteella Prihti tarkasteli yrityksen kykyä suoriutua rahoituksen maksuvaatimuksista tulorahoituksensa avulla. Tätä kuvaa ensimmäinen muuttuja, jossa tulojäämä verojen jälkeen (rahoitustulos) jaetaan taseen loppusummalla. Mallin toinen muuttuja vastaa Prihtin toiseen hypoteesiin vähentämällä yrityksen rahoitusomaisuudesta lyhytaikaisen vieraan pääoman ja jakamalla erotuksen taseen loppusummalla. Hypoteesin lisäluoton enimmäismäärää ei kuitenkaan pysty pelkällä taseinformaatiolla laskemaan. X_2 -muuttuja sisältää myös mahdollisia virheitä pitkä- ja lyhytaikaisen velan erottelussa. Tämän tueksi Prihti valitsi kolmannen muuttujan mittaamaan yrityksen kokonaisvelkaantuneisuutta. Kolmannessa muuttujassa velat jaetaan taseen loppusummalla. Kolmatta hypoteesia yrityksen tilinpäätöstiedoista ei voinut testata, eikä Prihti tätä sisällyttänyt malliinsa. (Laitinen 1990, 60-65)

2.3.3 Laitisen kolmen muuttujan Z-luku

Professori Erkki K. Laitinen (1990, 194) kehitti Aatto Prihtin tutkimusten pohjalta oman yhdistelmälukunsa. Laitisen päämääränä oli kehittää konkurssiennustemalli, joka tuottaa sovelluskelpoisia lukuja. Niiden avulla oli tarkoitus muodostaa tehokas hälytysjärjestelmä, joka kieli tulevasta talousahdingosta.

Laitinen (1990, 194-215) aloitti tutkimuksensa aineistonsa luotettavuuden arvioinnilla. Aineisto koostui pääasiassa teollisuusalojen neljästäkymmenestä vuosien 1986-1989 konkurssiyrityksistä ja niille valituista terveistä vastinpareista. Yritysten tilinpäätöstiedot kerättiin 7-8 vuodelta ennen konkurssia. Esikarsinnassa Laitinen testasi aluksi tilinpäätöstiedoista saatavien tunnuslukujen keskinäistä korrelaatiota ja normaalijakaumaa, jonka jälkeen tämä valitsi jokaisesta perustekijästä (kannattavuus, maksuvalmius,

vakavaraisuus ja muut tekijät) mahdollisimman hyvin normaalijakautuneet muuttujat. Tästä päädyttiin seitsemään tunnuslukuun ja viiteen muuhun muuttujaan.

Tunnuslukujen avulla johdettiin tämän jälkeen erottelufunktio. Tilastollisesti parhaimmassa mallissa oli aluksi kuusi muuttujaa, joista yksi jätettiin pois, sillä mallin toimivuus pysyi lähes muuttumattomana. Viiden muuttujan mallilla saatiin tarkkoja tuloksia kahden viimeisen tilikauden tiedoista, mutta yhdistelmäluvun tuottamat arvot heilahtelivat paljon. (Laitinen 1990, 215-223) Tämän korjaamiseksi malliin sisällytettiin lopulta kolme muuttujaa.

Kyseinen malli on muotoa:

$$Z = 1.77 \cdot X_1 + 14.14 \cdot X_2 + 0.54 \cdot X_3 \quad (3)$$

, missä

$X_1 = \text{Rahoitustulos} - \%$

$X_2 = \text{Quick ratio}$

$X_3 = \text{Omavaraisuusaste}$

$Z = \text{Konkurssia mittaava luku}$

Prihtin mallin tapaisesti Laitisen kolmen muuttujan Z-luku mittaa yrityksen kannattavuutta (X_1), likviditeettiä (X_2) sekä vakavaraisuutta (X_3). Ensimmäisessä muuttujassa lasketaan rahoitustulosprosentti, joka saadaan jakamalla rahoitustulos liikevaihdolla. Rahoitustulos saadaan, kun nettotulokseen lisätään poistot ja arvonalenemiset. Tämän jälkeen yhdistelmäluvussa lasketaan quick ratio. Tässä yrityksen rahoitusomaisuus jaetaan lyhytaikaisen vieraan pääoman ja ennakkomaksujen erotuksella. Rahoitusomaisuus koostuu rahoista ja pankkisaamisista, rahoitusarvopapereista ja lyhytaikaisista saamisista. Kolmantena muuttujana on omavaraisuusaste, jolla mitataan oman pääoman osuutta jakamalla se koko (oikaistun) taseen loppusummalla. (Laitinen 1990, 208-209, 222)

3. Aiemmat tutkimukset ja kritiikki

Tässä luvussa käsitellään valittujen mallien aiempia tutkimuksia, niiden tuloksia ja niistä esitettyä kritiikkiä. Aiempien tutkimusten tulokset toimivat lopulta oman empirian vertailupohjana. Kritiikin tarkoituksena on huomioida epätarkkuuksien syitä, mallien vajaavaisuuksia ja pohtia, millä tekijöillä malleja voisi parantaa.

3.1 Aiemmat tutkimukset

Altmanin Z-luvun sovellettavuutta uusilla aineistoilla on tutkittu valituista malleista eniten (Batchelor 2018, Sherbo & Smith 2013, Salimi 2014, Grice & Ingram 2001, Altman et al. 2017). Prihtin ja Laitisen Z-luvuista esitettiin tuloksia heidän omissa tutkimuksissaan. Aiemmistä tuloksista tarkastelen mallien luokittelutarkkuuksia ja -virheitä, eli miten jako toimiviin ja konkurssiyrityksiin onnistuu. Lisäksi käsittelen yhdistelmälukujen parametrien merkityksiä.

3.1.1 Altmanin Z-luvun tulokset

Tutkimuksessaan Altman (1968) tarkasteli yhdistelmälukunsa luokittelutarkkuutta viideltä vuodelta ennen konkurssia. Yhdistelmäluvun ennustustarkkuudeksi saatiin estimointiaineiston viimeiselle vuodelle 95%, joka tarkoitti mallin luokittelevan vain 5% yrityksistä väärin. Tutkimuksen testiaineiston perusteella tulos ei kuitenkaan ole yleistettävissä. Luokittelutarkkuus heikentyi kuitenkin merkittävästi kolmea vuotta ennen konkurssia tarkkuuden ollessa vain 48%. Liitteessä 1. on taulukoitu tutkimuksen ennustustarkkuudet ja -virheet estimointi ja -testiaineistosta. Mallin voidaan todeta olevan siis käyttökelpoinen ennustaja ainoastaan kahdelta vuodelta ennen konkurssia.

Mallia tarkastellessaan Altman totesi kaikkien yhdistelmäluvun muuttujien arvojen olevan yksittäistasolla korkeampia terveillä kuin konkurssiyrityksillä. Mallin parametrien korkeimman selitysasteen antoi kannattavuuden X_3 -muuttuja. Altman perustelee tämän olevan järkeenkäypää, sillä voittoa tuottavilla yrityksillä konkurssien määrä oli lähes nolla. Yllättävästi X_5 -muuttujan (myynti jaettuna taseen loppusummalla) selitysaste oli mallissa toiseksi korkein, vaikka yksittäisenä sen merkitys oli lähes olematon. Kolmanneksi korkein oli vakavaraisuuden X_4 -muuttuja, neljänneksi pitkän aikavälin kannattavuuden X_2 ja viimeiseksi likviditeettiä mittaavan X_1 . (Altman 1968)

Yhdistelmäluke laskee yritykselle niin kutsutun *Z-luvun*, joka kuvaa yrityksen maksukykyä ja riskiä ajautua konkurssiin. Altman (1968) halusi tehdä mallista sen hyödyntäjille käytännönläheisemmän, jonka vuoksi tämä muodosti *Z-luvulle* selvät riskiä ilmentävät raja-arvot. Raja-arvot ja niiden kategoriat ovat nähtävissä taulukossa 1.

Taulukko 1. Altmanin *Z-luvun* raja-arvot (1968)

Altmanin <i>Z-luvun</i> raja-arvoasteikko		
Turvassa konkurssilta	Harmaa alue	Konkurssivaara
> 2.99	1.81 - 2.99	< 1.81

Mitä korkeampi *Z-luku* on, sitä epätodennäköisempi yrityksen maksukyvyttömyys ja konkurssiin ajautuminen ovat. Yli 2.99 *Z:n* arvo tarkoitti yrityksen olevan toimiva ja konkurssilta turvassa. *Z*, jonka arvo oli alle 1.81, oli konkurssiyritys. Tälle välille putoavat yritykset kuuluivat niin sanotulle ”harmaalle alueelle”, jossa ei ollut varmuutta onko yritys konkurssiin ajautuva vai terve. Alueella tapahtui yritysten luokitteluvirheitä, jossa konkurssiyrityksiä luokiteltiin toimiviksi (virhetyyppi I) ja terveitä konkurssiyrityksiksi (virhetyyppi II). Koska mallin tarkoituksena oli olla helposti hyödynnettävä, Altman selvensi harmaalle alueelle putoavien yritysten tulkintaa. Tutkimuksessaan hän päätyi lukuun ***Z* = 2.675**, joka toimi parhaana yksittäisenä *Z:n* raja-arvona terveille ja konkurssiyrityksille. Yrityksiin, joilla *Z* on yli 3.0, ei Altmanin mukaan tulisi kiinnittää niin paljoa huomiota. Sen sijaan hän korostaa läpikotaista tarkastelua yrityksille, joiden *Z* on alhainen. (Altman 1968)

Uudempien tutkimustulosten valossa Altmanin *Z* on edelleen hyvä pohja konkurssiennustemalleille, mutta sen muuttujien painokertoimet vaativat uudistamista nykyaikaan (Batchelor 2018, Grice & Ingram 2001). Sherbo ja Smith (2013) kertovat sillä olevan käyttöä konkurssin ennustajana teollisuusyritysten lisäksi muun tyyppisissä yrityksissä. He myös vahvistavat mallin kahden vuoden ennustetarkkuuden. Salimi (2014) ehdottaa sen pystyvän ennustamaan konkurssia vakaasti jopa kolmelta vuodelta. Altman et al. (2017) toteavat mallin toimivan kansainvälisessä vertailussa edelleen hyvinkin tyydyttävästi, mutta

kertovat maakohtaisesti räätälöityjen yhdistelmälukujen olevan mahdollisesti tehokkaampia. Heidän mukaansa mallin muuttajat ovat lisäksi edelleen relevantteja. Toisaalta Grice ja Ingram (2001) ehdottavat tuloksien vaativan harkinnanvaraisuutta ei-teollisten yritysten kanssa.

3.1.2 Prihtin Z-luvun tulokset

Prihti tarkasteli mallillaan neljää vuotta ennen konkurssia ja huomasi epäonnistuneiden yritysten tulorahoituksen, mahdollisuuden lisätuottoon sekä velkojen kokonaismäärän olevan terveitä yrityksiä heikommalla jo vuosia ennen. Mitä lähemmäs konkurssia päästiin, sitä heikommalla olivat myös niiden tunnusluvut. Tarkin ennustetulos tuli vuotta ennen konkurssia, jossa kokonaisluokitteluvirheenä oli 20%. Viimeisenä vuonna tyypin I virhe oli 19,4% ja vuotta aiemmin 32,3%. Tyypin II virhe oli jokaisena vuonna 20,3%. Tyypin I virheen lisääntyminen kolmantena ja neljäntenä vuonna ennen konkurssia vähensi yhdistelmäluvun käyttökelpoisuutta merkittävästi, joka tarkoitti sen soveltuvan ennustamaan konkurssia kahta vuotta ennen. (Laitinen 1990, 62-65) Prihtin mallin tulokset löytyvät liitteestä 2.

Terveiden ja konkurssiyrietysten jaottelua varten Prihti tarvitsi jonkinlaisen raja-arvon mallillensa. Parhaimmat tulokset saatiin estimointiaineistossa arvolla $Z = -4.30$ ja testiryhmässä $Z = -5.40$. Erottelufunktion kriittiseksi arvoksi saatiin teoreettisin perustein $Z = -4.55$, jota Prihti suositteli käytettäväksi. Kyseistä arvoa alemmat saaneet tarkoittivat konkurssiyrietyksiä, kun taas korkeammat terveitä. Vaikka Prihtin mallin luokittelutarkkuus ei yltänyt Altmanin Z-lukuun, oli tämän pysyvyys (Z-luvun pienempi volatilititeetti) parempi. Prihtin mallin etuutena on siis se, että Z-arvoa kriittiseen raja-arvoon vertaamalla voidaan konkurssiuhka tunnistaa jo hyvissä ajoin. (Laitinen & Laitinen 2004, 101-102; Laitinen 1990, 216-218)

3.1.3 Laitisen kolmen muuttujan Z-luvun tulokset

Laitinen (1990, 218-223) tarkasteli yhdistelmälukunsa luokittelutarkkuutta eri Z:n arvoilla. Paras ennuste oli vuotta ennen konkurssia, jossa luokitteluvirhe oli tyypille I (konkurssiyrietyks luokitellaan toimivaksi) 5% ja tyypille II (toimiva luokitellaan konkurssiyrietykseksi) 27,5%. Parhaimmalla luokittelutarkkuudella kriittinen arvo oli $Z = 18$. Yhtä vuotta aiempien ennusteiden tarkkuudet olivat huomattavasti huonompia tällä luvulla, mutta kriittistä arvoa kasvattamalla niidenkin luokitteluvirheet vähenivät. Laitinen kuitenkin korostaa, että kriittiset arvot riippuvat aineistosta ja niihin on suhtauduttava varauksella. Kolmen muuttujan Z-luvulle on myös määritetty käytännönläheisemmät raja-arvot, jotka ovat nähtävissä taulukossa 2.

Yksittäisistä muuttujista Laitinen (1990, 214-215) totesi tarkimmaksi vieraan pääoman takaisinmaksukyvyyn. Myös kolmen muuttujan Z-luku on parhaimmillaan viime hetken hälyttäjänä, mutta sen avulla on lisäksi mahdollista havaita konkurssin lähestymistä.

Taulukko 2. Laitisen kolmen muuttujan Z-luvun raja-asteikko. (Pehkonen 2015)

Laitisen Z-luvun raja-arvoasteikko				
Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Heikko	Erittäin heikko
> 40	28-40	18-28	5-18	< 5

3.2 Mallien kritiikki

Tutkimukseen valittujen mallien yhteisenä heikkoutena on se, että ne huomioivat ainoastaan yritysten tilinpäätöstiedot. Tilinpäätöstiedoista johdettujen tunnuslukujen avulla saadaan selville konkurssin oireet, mutta itse syitä ne eivät kerro (Ropega 2011). Kuten aiemmissa kappaleissakin todettiin, myös ulkoisten syiden vaikutukset voivat heijastua suorituskyvyn mittareissa. Joidenkin tutkimusten mukaan toimiala- ja makrotaloudellisilla muuttujilla on selvästi mahdollista ennustaa yrityksen epäonnistumista (Hernandez Tinoco & Wilson 2013), kun valitut yhdistelmäluvut eivät huomioi näitä mitenkään. Tilinpäätöstiedot eivät Laitisen ja Laitisen (1998) mukaan kerro koko taloudellisen kehityksen kuvaa ja lisäksi ennustemallit ovat alttiita kirjanpitovirheille. Kaikkien ennustemallien ongelmana on lisäksi se, että maksukykyisyys ei tarkoita maksuhalukkuutta. Konkurssiennustemallilla hyvän arvon saanut ei välttämättä tarkoita yrityksen hoitavan maksujaan tunnollisesti. (Laitinen & Laitinen 2014, 10, 18)

Grice ja Ingram (2001) toteavat Altmanin mallin muuttujien vaikutuskertoimien vanhentuneen ja ennustustarkkuuden heikentyneen. Heidän mukaansa yhdistelmäluvun parametrit pitäisi päivittää uudella, ajankohtaisella aineistolla. Joillakin toimialoilla nopea varaston kiertoaika voi tehdä nettokäyttöpääomasta ja siten myös X1- muuttujasta negatiivisen, heikentäen Z-luvun arvoa (Batchelor 2018). Altman (2000) on todennut X3- muuttujan olevan altis

kirjanpidolliselle manipuloinnille ja uudelleenjärjestelyille, jolla tunnusluvun arvoa voidaan keinotekoisesti kasvattaa.

Grice sekä Ingram (2001) näyttävät sen sopivan paremmin ainoastaan teollisten yritysten konkurssin ennustamiseen ja kehottavat tulkitsemaan saatuja tuloksia harkinnanvaraisesti. Naresh Kumarin ja Sree Hari Raon (2015) mukaan yhdistelmäluvulla ei pystyisi vertailemaan yrityksiä eri toimialojen välillä, sillä jokaisen toimialan painokerroin vaihtelisi.

Altmanin aineiston ongelmana oli myös pitkä kahdenkymmenen vuoden ajanjakso, jolta yrityksiä kerättiin. Näin suurella aikavälillä suhdanteiden vaikutuksella on voinut olla merkitystä mallin antamiin tuloksiin. (Laitinen & Laitinen 2004, 85) Hallin (Hall 2002) mukaan malli on tarkka ainoastaan, jos yrityksen tilinpäätöksen tiedot vastaavat todellisuudessa yrityksen taloudellista tilaa. Lisäksi Naresh Kumar ja Sree Hari Rao (2015) toteavat Altmanin mallin olevan erityisen herkkä kirjanpidollisille menetelmätavoille lisäten erityisesti tyyppin I virheitä.

Prihtin mallin ongelmaksi muodostui luokittelutarkkuuden putoaminen heti ensimmäinen vuoden jälkeen, vaikka Z-luvun raja-arvon pysyvyys on hyvä. Kritiikkiä on saanut myös Prihtin tapa muodostaa yhdistelmälukunsa. Altmanin hyödyntäessä vastinparimenettelyä yhdistelmäluvun muodostamiseksi, tämä poisti toimialan, koon ja suhdanteiden vaikutusta. Prihti perusti omansa teoreettiselle mallilleen, joka ei poistanut edellä mainittujen muuttujien mahdollisia vaikutuksia. Prihti ei myöskään testannut mallinsa kolmatta hypoteesia, mikä liittyi lisäluoton käyttöjärjestykseen. Lisäksi silloinen kirjanpitolaki asetti rajoitteita tilinpäätöstietojen käyttökelpoisuudelle, mikä on saattanut rajoittaa hyödyllisten muuttujien tai tiedon saatavuutta mallia muodostaessa. (Laitinen 1990, 215-221)

Laitisen kolmen muuttujan Z-luku muodostettiin aineistosta, jossa toimialajakautuminen oli enimmäkseen Altmanin mallin tapaan teollisuusyrityksiä. Puutteita ja rajoituksia oli lisäksi yritysten koossa, iässä, yhtiömuodoissa, tilinpäätöskäytännöissä sekä konkurssiperusteissa. Kritiikkiä esitettiin myös vastinparien valinnasta. Toimiviksi luokiteltujen vertailuyritysten taloudellinen tilanne saattoi vaihdella hyvästä tilanteesta huonoon. Jotkin näistä päätyivät tarkasteluvuosien jälkeen konkurssiin. Erottelufunktion ongelmana on myös se, että tiettyä puutteellista osa-aluetta voidaan korvata toisen osa-alueen hyvällä menestymisellä. Yrityksellä saattaa esimerkiksi olla surkea kannattavuus, mutta likviditeettiä mittaava tunnusluku kompensoi tätä ja parantaa keinotekoisesti koko mallin antamaa Z-lukua. (Laitinen 1990, 61-65)

4. Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Tässä luvussa käydään läpi tutkimuksen aineisto, mistä se koostuu sekä sen rajoitukset ja puutteet. Lisäksi kuvaillaan menetelmät, joilla käsitellään aineistoa tuloksien muodostamiseksi ja tulkitsemiseksi. Aineiston tuloksia tulkittiin SAS Enterprise Guide 6.1- ohjelmalla.

4.1 Tutkimusaineiston rajaus

Tutkimuksessa käytettiin Amadeus-tietokannasta haettuja yrityksiä, joita kokonaisuudessaan rajausten ja karsintojen jälkeen oli yhteensä 277 kappaletta 67 toimialalta.

Tutkimus rajataan vuosille 2015-2017, joista 2017 on viimeinen kokonainen tilikausi ennen yrityksen konkurssia. Aineiston konkurssiyritykset ovat päätyneet konkurssiin vuonna 2018. Aineistossa yhtiömuotoa ei ole rajoitettu, sillä tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, miten mallit ennustavat suomalaisia yrityksiä yleisesti. Sisällyttämällä kaikki yhtiömuodot aineistoon saadaan mahdollisimman kattava kuva mallien yleisestä sovellettavuudesta.

Ensimmäiseksi tietokannasta haettiin konkurssiyritykset, joita rajattiin iän mukaan. Iän perusteella valittiin ainoastaan yritykset, jotka olivat olleet yli viisi vuotta toiminnassa. Liiketoimintansa vasta aloittaneilla yrityksillä ei ole kertynyt tarpeeksi tilinpäätöstietoja, joiden perusteella muodostaa kattavaa kuvaa toimialan kannattavuudesta tai johdon kykenevyydestä jatkaa yritystoimintaa pitkällä aikatahtimella. Tämän kaltaisilla yrityksillä ei ole myöskään ollut aikaa velkaantua. (Hudson 1987)

Jotta tutkimuskysymyksiin voitiin vastata oleellisesti, sijainniksi määritettiin Suomi. Toimialarajauksella jätettiin pois pankki- ja vakuustoimintaan kuuluvat yritykset. Tällaisten yhtiöiden tilinpäätösten tulkinta poikkeaa tavanomaisempien yritysten tilinpäätöksistä. Pankki- ja vakuutusyhtiöiden taseiden rakenteet ovat erilaisia ja niiden tilinpäätöseriin sisältyy erityisiä luottoriskien ominaisuuksia (Tobin 1982, Nissim 2010).

Viimeiseksi aineistosta poistettiin yritykset, joiden tiedot olivat vajavaisia konkurssimalleissa tarvittavien tietojen osalta. Näillä toimilla konkurssiyritysten lopulliseksi määräksi muodostui 134. Konkurssiyrityksiä on yhteensä 67:ltä eri toimialalta, joista eniten oli ravintola- ja ravitsemistoiminnasta (10,5%, 14 kpl), toiseksi asuin- ja muiden rakennusten rakentamisesta (9,7%, 13 kpl) ja kolmanneksi tieliikenteen tavarakuljetuksesta (5,2%, 7 kpl).

Terveiden vertailuyritysten löytämiseksi tehtiin samat rajaukset kuin konkurssiyrityksille, sillä erotuksella, että yritys on vielä toiminnassa. Aineistoa karsittiin lisäksi konkurssiyritysten toimialajakauman mukaisemmaksi. Viimeisenä rajauksena tarkasteltiin konkurssiyritysten liikevaihtoja yleisimmiltä toimialoilta ja poistettiin vertailuyrityksistä ne, jotka poikkesivat näistä huomattavasti. Lopullinen aineisto saatiin siis satunnaisotantana, eikä tarkkaa vastinparimenetelmää käytetty yhteneväisistä liikevaihtoista huolimatta. Näin lopulliseksi terveiden vertailuyritysten kooksi muodostui 143.

4.2 Aineiston vajaavaisuudet

On syytä huomata, että Amadeus-tietokannasta haettujen yritysten tilinpäätöseriä on muokattu ja yhdistelty heidän omassa palvelussaan. Tämä tarkoittaa sitä, että jotkin tutkimuksen aineiston tilinpäätöstiedot eivät vastaa täysin tarkalleen valittujen konkurssimallien tunnuslukujen kaavoja. Altmanin Z-luvussa tämä vaikuttaa X2-muuttujaan. X2-muuttujassa kertyneet voittovarajat jaetaan taseen loppusummalla. Amadeuksen tarjoamassa tiedossa voittovaroihin on yhdistettynä ylikurssi- sekä arvonorotusrahastot, jotka mahdollisesti kasvattavat muuttujan osoittajaa antaen todellista kuvaa korkeamman arvon. Koska yritysten yhtiömuotoa ei rajoitettu, tarkoittaa aineiston sisältävän myös yksityisiä yrityksiä. Altmanin mallissa X4-muuttuja on tarkoitettu nimenomaisesti markkina-arvon ja tasearvon vertailuun. Yksityisillä yrityksillä on ainoastaan osakepääoman tasearvo, joka pysyy pääosin muuttumattomana. Tämä saattaa vaikuttaa tutkimuksen lopullisiin tuloksiin.

Prihtin Z-luvussa tilinpäätösyhdistelyt vaikuttavat X3-muuttujaan, sillä rahoitusomaisuudessa huomioidaan lyhytaikaiset saamiset. Amadeus tarjoaa lähimmäksi yksittäiseksi vaihtoehdoksi ainoastaan myyntisaamiset, jonka vuoksi rahoitusomaisuus saattaa jäädä pienemmäksi kuin mitä se todellisuudessa on. Tämä tarkoittaa sen vaikuttavan myös Laitisen Z-luvun X2-muuttujaan, jossa lasketaan quick ratio (=rahoitusomaisuus/lyhytaikainen vieras pääoma).

4.3 Muuttujien kuvailu

Tutkimuksen parametrimuuttujat muodostettiin kuvaamaan mahdollisimman tarkasti alkuperäisten mallien muuttujia. Aineiston muodon vuoksi joissakin parametreissa on kuitenkin eroavaisuuksia. Altmanin X1- muuttujassa lyhytaikaisista varoista vähennetään lyhytaikaiset velat ja erotus jaetaan taseen loppusummalla. X2:ssa osoittajassa summataan kertyneet

voittovarat sekä taseen rahastot ja tämä jaetaan taseen loppusummalla. X3- muuttujassa liikevoitto jaetaan taseen koko arvolla. X4:ssä kirjanpidollinen osakepääoma jaetaan koko vieraalla pääomalla. Viimeisessä X5- muuttujassa yrityksen myynti jaetaan taseen kokonaissummalla.

Prihtin mallin X1 muodostettiin jakamalla yrityksen rahoitustulos (nettotulos + poistot ja arvonalenemiset) taseen kokonaissummalla. X2:ssa huomioitiin rahoitusomaisuus, joka muodostui rahoista ja pankkisaamisista sekä myyntisaamisista. Näin muodostetusta rahoitusomaisuudesta vähennettiin lyhytaikaiset velat ja erotus jaettiin taseen loppusummalla. X3- muuttujassa koko vieras pääoma jaettiin taseen arvolla.

Laitisen mallissa X1- muuttujassa laskettiin rahoitustulosprosentti, joka saatiin jakamalla rahoitustulos liikevaihdolla. X2:ssa yritettiin mallintaa quick ratiota. Osoittajassa summattiin myyntisaamiset sekä rahat ja pankkisaamiset ja tulos jaettiin lyhytaikaisilla veloilla. X3:ssa laskettiin omavaraisuusastetta jakamalla oma pääoma taseen koko arvolla.

4.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus suoritettiin kvantitatiivisena ja sitä varten käytettiin myös konkurssitutkimuksessa hyödynnettyjä menetelmiä. Erotteluanalyysin lisäksi toinen malli, jolla konkurssia ja maksukykyä ennustetaan, on logistinen regressio (Vojtek & Kočenda 2009, Heitfield & Sabarwal 2004). Alaminos (2016) luettelee tutkimuksessaan useita logistisen regressioon malleja, joissa ennuste- ja luokittelutarkkuudet ovat olleet hyviä nimenomaan konkurssiin liittyvissä tutkimuksissa.

Binäärisellä logistisella regressiolla tarkoitetaan regressiota, jonka selitettävänä toimii kaksijakoinen muuttuja, eli se voi saada vain kaksi eri arvoa, 0 tai 1. Konkurssiennustamisen tapauksessa se tarkoittaa luokittelua toimiviin ja konkurssiyrityksiin. Regression tarkoituksena on selittää yhden tai useamman selittävän muuttujan suhdetta selitettävään, eli kuinka hyvin ne korreloivat keskenään. Menetelmä on siitä hyvä, että sen avulla voidaan laskea selitettävän kaksijakoisen muuttujan luokittelun todennäköisyydet. Menetelmän etuna on, ettei sen selittävien muuttujien ja residuaalien jakautuneisuudesta tarvitse välittää. Monet lineaarisen regressioon oletuksista eivät ole tarpeellisia, sillä selittävän ja selitettävän muuttujan suhde ei logistisessa regressiossa tarvitse olla lineaarinen. Huomiona on kuitenkin se, että selittävien muuttujien keskinäinen korrelaatio ei tulisi olla kovin korkea. Logistinen regressio tarvitsee

myös tarpeeksi kattavan otoksen molemmille selitettävän muuttujan arvoille. (Bewick, Cheek & Ball 2005)

Toinen konkurssin ennustamistarkkuutta havainnollistava menetelmä on sekaannusmatriisi. Sekaannusmatriisilla (*confusion matrix*) tarkastellaan mallin ennustavuuden tarkkuutta jakamalla onnistuneiden sekä väärin ennusteluokitusten määrät keskenään. Konkurssin ennustamisessa tämä tarkoittaa yrityksen todellisen taloudellisen aseman vertaamista ennusteen luokitteluun. Matriisissa rivit kertovat luokittelun oikean arvon ja sarakkeet ennustetun. Alla kuvio X, josta on nähtävissä sekaannusmatriisin rakenne

		Ennusteluokittelu	
		B	NB
Todellinen luokittelu	B	TP	FN
	NB	FP	TN

B = konkurssiyritys
 NB = terve yritys
 TP = true positive
 FN = false negative
 FP = false positive
 TN = true negative

Kuvio 4. Sekaannusmatriisi (Altman 1968)

Altman (1968) käytti tutkimuksessaan sekaannusmatriisia, mutta käytti vain eri nimitystä ("*accuracy matrix*"). Matriisin vasemmassa yläkulmassa kuvataan konkurssiyrityksiä, jotka ovat ennustettu ajautuvan konkurssiin ja oikeassa yläkulmassa konkurssiyrityksiä, joiden on ennustettu jatkavan. Alarivillä vasemmalla on terveet yritykset, jotka ovat ennustettu konkurssiyrityksiksi ja oikealla terveet yritykset, jotka ovat luokiteltu oikein. Laskemalla vasemman yläkulman ja oikean alakulman saadaan todellinen luokittelutarkkuus. Puolestaan vasen alakulma ja oikea yläkulma summaamalla saadaan kokonaisluokitteluvirhe. Tämän lisäksi matriisin avulla voidaan eritellä tyyppivirheet I ja II.

5. Tutkimustulokset

Tässä kappaleessa esitellään tutkimustulokset sekä tarkastellaan konkurssiennustemallien selityskertoimia, parametriestimaatteja ja mallien sopivuutta. Tämän lisäksi verrataan luokittelutarkkuuksia logistisella regressiolla sekä alkuperäisen mallin antaman Z-luvun avulla. Jokaisen ennustemallin tulokset tarkastellaan erikseen yksittäisten vuosien osalta. Ensimmäisenä tarkastellaan Altmanin, sitten Prihdin ja viimeisenä Laitisen mallin tulokset.

Logistisella regressiolla ennustettiin konkurssiin päätyminen todennäköisyyttä. Yritys määriteltiin konkurssiyritykseksi, mikäli sen todennäköisyys päätyä konkurssiin oli yli 50%. Regressiossa ei sisällytetty vakiotermejä, sillä Z-luku voi saada miltei mitä arvoja tahansa, eikä sillä ole selvää aloituspistemäärää.

5.1 Altmanin Z-luvun tulokset

Mallin selitystasetta testattiin ensimmäisenä. R²- selitystasteen selvittämiseksi käytettiin Cox ja Snell sekä Nagelkerke- testejä, joiden arvot vuonna 2017 olivat ensimmäisen osalta 0,2362 sekä jälkimmäisen 0,3150. Mallin selitystasote oli siis suhteellisen matala, eikä pystynyt selittämään sisällytetyillä muuttujilla kovin kattavasti yrityksen konkurssia. Arvot huononivat konkurssista etääntyessä.

Taulukko 1. Altmanin logistisen regression testit

Altman Z	2017	2016	2015
<i>Mallin selitystasote</i>	<i>Selitystasote R²</i>		
Cox ja Snell	0,2362	0,1286	0,0614
Nagelkerke	0,315	0,1715	0,0819
<i>Mallin merkitsevyys</i>	<i>χ²</i>		
Global Null Hypothesis	<0,0001	<0,0001	0,0036
<i>Mallin sopivuus</i>	<i>χ²</i>		
Deviance	0,0592	0,0016	0,0001
Pearson	<0,0001	<0,0001	0,0394
Hosmer ja Lemeshow	0,1561	0,0709	0,2688

Koko mallin merkitsevyyttä testattiin Global Null Hypothesis- testillä. Se ei ollut minään vuonna merkityksetön ja alitti testeissä käytetyn 0.05 riskitason. Mallin sopivuutta testattiin Deviance, Pearson ja Hosmer ja Lemeshow- testillä. Deviance- testin arvo ylitti riskitason ainoastaan vuonna 2017 ja Pearson alitti sen jokaisena vuonna. Hesmer ja Lemeshow'n

nollahypoteesi hylättiin arvolla 0,1561, mikä tarkoitti, ettei aineiston ja mallin yhteensopivuus ollut tilastollisesti merkityksetön. Nollahypoteesi hylättiin myös muina vuosina. Sopivuutta mittaavat luvut olivat melko alhaisia ja kertoivat, etteivät aineisto ja malli olleet kovin yhteen sopivia. Kaikkien vuosien tulokset näiden testien osalta ovat näkyvillä taulukossa 1.

Merkitseviä muuttujia mallissa olivat X2 (pitkän tähtäimen kannattavuus), X3 (lyhyen aikavälin kannattavuus) sekä X5 (tehokkuus ja yrityksen pääoman tuloksentuottokyky). Muuttujilla X1 (maksuvalmius) ja X4 (vakavaraisuus) ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. Suurin vaikutus oli X3- muuttujalla arvolla -1,8528, toiseksi suurin X2:lla ja kolmanneksi X5:llä. Kaikkien mallien kertoimet olivat negatiivisia, mikä tarkoitti konkurssiriskin pienentyvän niiden arvojen kasvaessa. Muina vuosina yksittäiset parametrit eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kaikkien vuosien parametrien painokertoimet ja tilastolliset merkitsevyydet näkyvät taulukossa 2.

Taulukko 2. Altmanin logistisen regression parametrit

Parametrit	2017	2016	2015	2017	2016	2015
	Painokerroin			χ^2		
X1	-0,5745	-0,77	-0,6553	0,1416	0,0562	0,093
X2	-0,8435	-0,4379	-0,2038	0,0016	0,0986	0,4406
X3	-1,8528	-1,0066	-0,5019	<0,0001	0,0663	0,3653
X4	-0,0441	-1,034	-0,9087	0,9476	0,3353	0,4433
X5	-0,1035	-0,0215	-0,00941	0,0281	0,6248	0,8262

Altmanin muuttujan X1 merkitsemättömyyttä voi selittää tehokas varaston kiertoaika, joka pienentää kyseistä tunnuslukua, ajaen sen koko Z-lukua samalla alas. X4 puolestaan huomioi alkuperäisessä mallissa yrityksen markkina-arvoa, kun tässä tutkimuksessa oli huomioituna myös yksityisiä yrityksiä.

Taulukossa 3 on nähtävissä logistisen regression luokittelutarkkuudet prosentti- ja kappalemäärinä. Tässä paras kokonaisluokittelutarkkuus oli 72,2% vuonna 2017. Konkurssiyrityksistä regressio tällöin luokitteli 60,4% ja terveistä 83,2%. Tyypin I virhe oli 39,6% ja tyypin II 16,8%. Tulokset huononivat jokaisena vuonna konkurssista etäännyessä.

Taulukko 3. Altmanin logistisen regression luokittelutarkkuudet

Luokittelutarkkuudet				2017	2016	2015
Altman Z	2017 (%)	2016 (%)	2015 (%)	(kpl)	(kpl)	(kpl)
<i>Kokonaistarkkuus</i>	72,2 %	68,6 %	62,5 %	200	190	173
<i>Konkursseista oikein</i>	60,4 %	56,0 %	48,5 %	81	75	65
<i>Terveistä oikein</i>	83,2 %	80,4 %	75,5 %	119	115	108
<i>Tyyppi I virhe</i>	39,6 %	44,0 %	51,5 %	53	59	69
<i>Tyyppi II virhe</i>	16,8 %	19,6 %	24,5 %	24	28	35

Mallin luokittelutarkkuuden vertailuksi, asetettiin alkuperäisen ennustemallin painokertoimilla laskettu Z-luku sekaannusmatriisiin. Tätä verrattiin alkuperäisen tutkimuksen Z-luvun raja-arvoon, joka erotteli yritykset toimivista ja konkurssiyrityksistä. Altmanin tutkimuksessa tämä yksittäinen raja-arvo oli 2,675. Sekaannusmatriisin tarkkuus oli parhaimmillaan 62,8%. Tyyppin I virhe oli 24,6%, kun taas tyyppin II virhe 49%. Sekaannusmatriisien muiden vuosien tarkkuudet löytyvät liitteestä 3.

5.2 Prihtin Z-luvun tulokset

Taulukko 4. Prihtin logistisen regression testit

Prihti Z	2017	2016	2015
<i>Mallin selitysaste</i>	<i>Selitysaste R²</i>		
Cox ja Snell	0,2617	0,1871	0,1302
Nagelkerke	0,3489	0,2495	0,1736
<i>Mallin merkitsevyys</i>	χ^2		
Global Null Hypothesis	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<i>Mallin sopivuus</i>	χ^2		
Deviance	0,1347	0,0159	0,0022
Pearson	<0,0001	<0,0001	0,0595
Hosmer ja Lemeshow	0,0087	0,1073	0,6256

Seuraavaksi tilastolliset testit suoritettiin Prihtin Z-luvulle. Selitysasteista parhaimmat tulokset saatiin vuonna 2017, jolloin Cox ja Snell- testillä sen arvo oli 0,2617 ja Nagelkerkellä 0,3489. Arvot huononivat konkurssista etääntyessä. Malli oli tilastollisesti merkitsevä sen arvon ollessa alle 0,0001 jokaisena vuonna. Sopivuus Hosmer ja Lemeshow'n sekä Pearson- testin mukaan oli alle riskitason, mikä tarkoitti, etteivät aineisto ja malli olleet yhteensopivia keskenään.

Näiden arvot paranivat menneisyyteen siirtyessä. Deviance- testillä malli taas oli sopiva ainoastaan vuonna 2017. Sopivuusasteet olivat pääasiassa erittäin kehoja ja kielivät siitä, ettei aineisto ollut yhteensopiva mallin kanssa. Muiden vuosien tulokset näistä testeistä ovat nähtävillä taulukossa 4.

Vuonna 2017 mallin muuttujista kaikki olivat tilastollisesti merkitseviä, josta X3 oli vähiten merkittävä. Suurin vaikutuskerroin oli muuttujalla X1 (tulorahoituksen riittävyys maksuvaatimusten kattamiseen), tämän jälkeen X2:lla (enimmäislisäluoton ottamiskyky) ja lopuksi X3:lla (velkaantuneisuus). Tätä aiempina vuonna vaikuttavin painokerroin oli X3:lla ja tämän jälkeen X2:lla. Vuonna 2015 painokertoimien voimakkuusjärjestys oli sama kuin vuonna 2017.

X3:n, eli velkaantuneisuuden, painokerroin on negatiivinen, joka ensinäkymältä saattaa vaikuttaa epäloogiselta. Tämä voi kuitenkin selittyä sillä, että ajan saatossa yritykset ovat hyödyntäneet yhä useammin velkavivutusta, eikä korkeampi velkaantuneisuus enää välttämättä tarkoita huonoa taloustilannetta (Cao 2015). Taulukko 5 kertoo parametrien tilastolliset merkittävyydet ja vaikutuskertoimet.

Taulukko 5. Prihtin logistisen regression parametrit

Parametrit	2017	2016	2015	2017	2016	2015
	<i>Painokerroin</i>			χ^2		
X1	-0,028	-0,0165	-0,0171	<0,0001	0,0023	0,0036
X2	-0,0183	-0,0202	-0,0163	<0,0001	<0,0001	0,0001
X3	-0,00428	-0,00598	-0,00482	0,0119	0,0008	0,0081

Logistinen regression luokitteli vuonna 2017 aineistosta 78,7% oikein, joka oli mallin paras tulos. Konkurssiyrityksistä oikein jaoteltiin 78,4% ja toimivista 79%. Tyypin I virhe oli 21,6% ja tyypin II puolestaan 21%. Tulokset huononivat, mitä kauemmaksi konkurssiajankohdasta siirryttiin. Tästä poikkeuksena tyypin II virhe, joka pysyi samana jokaisena vuonna. Logistisen regression luokittelutarkkuudet ovat taulukossa 6.

Taulukko 6. Prihtin logistisen regression luokittelutarkkuudet

Luokittelutarkkuudet				2017	2016	2015
Prihti Z	2017 (%)	2016 (%)	2015 (%)	(kpl)	(kpl)	(kpl)
<i>Kokonaistarkkuus</i>	78,7 %	73,3 %	69,0 %	218	203	191
<i>Konkursseista oikein</i>	78,4 %	67,2 %	58,2 %	105	90	78
<i>Terveistä oikein</i>	79,0 %	79,0 %	79,0 %	113	113	113
<i>Tyyppi I virhe</i>	21,6 %	32,8 %	41,8 %	29	44	56
<i>Tyyppi II virhe</i>	21,0 %	21,0 %	21,0 %	30	30	30

Tämän jälkeen Prihtin mallin luokittelutarkkuutta verrattiin sekaannusmatriisilla alkuperäisen tutkimuksen yksittäiseen Z:n raja-arvoon, joka oli 18. Kokonaisluokittelun onnistumisprosentti sekä tyyppin I virheprosentti paranivat jokaisena vuonna, mitä lähemmäs konkurssia päästiin. Vuonna 2017 kokonaisluokittelun tarkkuus oli 76,5%. Tyyppin I virhe samana vuonna oli 17,9%. Tyyppin II virhe oli huonoin vuonna 2015 (30,1%), jonka jälkeen se parani vuonna 2016 (29,7%), mutta huononi taas vuonna 2017 (28,7%). Prihtin Z-lukujen luokittelutarkkuudet ovat liitteessä 4.

5.3 Laitisen Z-luvun tulokset

Viimeisenä tilastolliset testit suoritettiin Laitisen mallille. Parhaimmillaan mallin selityskertoimet olivat vuonna 2017. Cox ja Snellin osalta tämä oli 0,2138 ja Nagelkerken 0,2851. Testien tulokset huononivat mitä kauemmaksi ajassa siirryttiin. Malli oli tilastollisesti merkitsevä Global Null Hypothesis- testillä sen alittaessa riskitason jokaisena vuonna. Aineisto ja malli eivät olleet yhteensopivia minään vuonna, lukuun ottamatta Pearsonin- testillä saatua tulosta vuonna 2015. Nämä testit ovat jokaisen vuoden osalta taulukossa 7.

Taulukko 7. Laitisen logistisen regression testit

Laitinen Z	2017	2016	2015
<i>Mallin selitysaste</i>	<i>Selitysaste R2</i>		
Cox ja Snell	0,2138	0,1505	0,1166
Nagelkerke	0,2851	0,2007	0,1555
<i>Mallin merkitsevyys</i>	χ^2		
Global Null Hypothesis	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<i>Mallin sopivuus</i>	χ^2		
Deviance	0,0366	0,0046	0,0013
Pearson	<0,0001	<0,0001	0,5197
Hosmer ja Lemeshow	0,0012	<0,0001	0,0009

Mallin parametreista tilastollisesti merkitseviä olivat muuttujat X2 (likviditeetti) ja X3 (vakavaraisuus), joista X2:lla oli suurempi vaikutuskerroin arvolla -0,2224. Muuttuja X1 (kannattavuus) ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Tilastolliset merkitsevyydet sekä painokertoimien voimakkuusjärjestykset säilyivät samoina myös muina vuosina. Taulukossa 8 kerrotaan jokaisen vuoden parametrien painokertoimet sekä tilastolliset merkitsevyydet.

Taulukko 8. Laitisen logistisen regression parametrit

Parametrit	2017	2016	2015	2017	2016	2015
	Painokerroin			χ^2		
X1	-0,00066	-0,00027	-0,00474	0,6607	0,6865	0,2367
X2	-0,2224	-0,2721	-0,2992	0,002	0,0007	0,0004
X3	-0,0102	-0,00772	-0,00374	<0,0001	0,0003	0,0365

Logistisen regression luokittelutarkkuus vuonna 2017 oli 72,9%. Konkurssiyritysten luokittelutarkkuus oli 58,2% ja terveiden 86,7%. Tyypin I virheprosentti oli 41,8 ja II:n 13,3%. Kokonaistarkkuus ja tyypin I virhe huononivat ajassa taaksepäin mentäessä. Tyypin II virhe puolestaan parani. Logistisen regression luokittelutarkkuudet ovat taulukossa 9.

Taulukko 9. Laitisen logistisen regression luokittelutarkkuudet

Luokittelutarkkuudet				2017	2016	2015
Laitinen Z	2017 (%)	2016 (%)	2015 (%)	(kpl)	(kpl)	(kpl)
<i>Kokonaistarkkuus</i>	78,7 %	68,2 %	62,5 %	202	189	173
<i>Konkursseista oikein</i>	58,2 %	47,0 %	31,3 %	78	63	42
<i>Terveistä oikein</i>	86,7 %	88,1 %	91,6 %	124	126	131
<i>Tyyppi I virhe</i>	41,8 %	53,0 %	68,7 %	56	71	92
<i>Tyyppi II virhe</i>	13,3 %	11,9 %	8,4 %	19	17	12

Luokittelutarkkuutta verrattiin sekaannusmatriisissa Z-luvun raja-arvon avulla, joka Prihtin tutkimuksessa oli -4,55. Kokonaisluokittelutarkkuus oli parhaimmillaan vuonna 2017 (74%). Tyypin I virhe parani konkurssia lähestyttäessä ja viimeisenä kokonaisena tilikautena se oli 26,1%. Tyypin II virhe oli pienimmillään vuonna 2016 21,7% ja huononi hieman tämän jälkeen vuoteen 2017 25,9%:iin. Sekaannusmatriisin luokittelutarkkuudet Laitisen mallin osalta ovat näkyvillä liitteessä 5.

5.4 Keskinäinen vertailu

Luokittelutarkkuuksia vertailtaessa laskettiin vielä keskimääräiset painotetut virheet. Tässä tyyppien virheprosentit kerrottiin niiden ryhmien koolla koko aineistosta ja näiden arvot summattiin yhteen. Lisäksi laskettiin virhetyyppien erotukset. Logistisella regressiolla Prihtin mallin keskimääräinen painotettu virhe ja erotukset olivat aina pienimpiä samoja vuosia verrattessa. Taulukko 10. kertoo logistisen regression virheet ja erotukset.

Taulukko 10. Logististen regressioiden vertailutaulukko

Tyyppien virheprosentit logistisella regressiolla									
Malli	Altman			Prihti			Laitinen		
Vuosi	2017	2016	2015	2017	2016	2015	2017	2016	2015
Tyyppi I	39,6 %	44,0 %	51,5 %	21,6 %	32,8 %	41,8 %	41,8 %	53,0 %	68,7 %
Tyyppi II	16,8 %	19,6 %	24,5 %	21,0 %	21,0 %	21,0 %	13,3 %	11,9 %	8,4 %
<i>Erotukset</i>	22,8 %	24,4 %	27,0 %	0,6 %	11,8 %	20,8 %	28,5 %	41,1 %	60,3 %
Keskimääräinen painotettu virhe	27,8 %	31,4 %	37,6 %	21,3 %	26,7 %	31,1 %	27,1 %	31,8 %	37,6 %

Vaikka Laitisen ja Altmanin kokonaistarkkuudet logistisella regressiolla eivät olleet merkittävän huonoja kahden ensimmäisen vuoden osalta, ovat niiden tyyppin I virheet erittäin korkeat. Konkurssiyriytysten jaottelussa niillä ei ole siis juurikaan kolikonheittoa paremmat tulokset. Laitinen (Laitinen 1990, 220-223) ehdottikin tutkimuksessaan konkurssien ja terveiden yritysten erottelevan raja-arvon nostamista konkurssista etääntyessä jokaisena vuonna, jotta tyyppin I virhe saataisiin pysymään tasaisempana. Mallien korkea tyyppin I virhe ja matala tyyppin II virhe voivat johtua siitä, että toimivien ja konkurssiyriytysten aineistojen koot eivät ole samat. (Grice & Ingram 2001) Laitisen mallin tyyppin II virheyriytysten kasvu konkurssia lähestyessä voi myös johtua siitä, että nämä yritykset ovat tulevaisuudessa ajautumassa konkurssiin. Tätä ei valitettavasti ole tutkimuksen aikana mahdollista selvittää, vaan yritysten tilaa täytyisi tarkastella uudestaan myöhempänä ajankohtana.

Logistien regression ja sekaannusmatriisiin asetetun Z-luvun avulla pystyttiin selvittämään, onko malleja tarvetta päivittää. Altmanin ja Prihtin logistisen regression luokittelut olivat Z-lukuja tarkempia, kun puolestaan Laitisen mallin tulokset oli Z-luvulla parempia. Erityisen huomioitavaa on kuitenkin se, että Z-luvulla laskettu tyyppin I virhe on huomattavasti tasaisempi läpi vuosien logistiseen regressioon verrattuna. Puolestaan tyyppin II virhe on logistista regressiota huomattavasti korkeampi. Z-lukujen arvot ovat laskeneet yritysten hyödyntäessä

velkavivutusta, jolloin alkuperäiset Z:n raja-arvot ovat jääneet liian korkealle (Cao 2015).
Taulukko 11 kertoo sekaannusmatriisiin asetettujen Z-lukujen tarkkuudet.

Taulukko 11. Z-lukujen vertailutaulukko

Tyyppien virheprosentit alkuperäisillä Z-luvuilla ja raja-arvoilla									
Malli	Altman			Prihti			Laitinen		
Vuosi	2017	2016	2015	2017	2016	2015	2017	2016	2015
Tyyppi I	24,6 %	38,8 %	38,1 %	28,7 %	28,0 %	30,1 %	25,9 %	21,7 %	23,1 %
Tyyppi II	49,0 %	50,4 %	51,0 %	17,9 %	26,7 %	33,6 %	26,1 %	33,6 %	38,1 %
<i>Erotukset</i>	24,4 %	11,6 %	12,9 %	10,8 %	1,3 %	3,5 %	0,2 %	11,9 %	15,0 %
Keskimääräinen painotettu virhe	37,2 %	44,8 %	44,8 %	23,1 %	27,3 %	31,9 %	26,0 %	27,8 %	30,8 %

6. Johtopäätökset ja yhteenveto

Tutkimuksessa tarkasteltiin 143:n toiminnassa olevan ja 134:n konkurssiyrityksen vuosien 2015-2017 tilinpäätöstiedoista saatuja tunnuslukuja konkurssiennustemalleilla. Tavoitteena oli selvittää, miten tarkasta valitut yhdistelmäluvut soveltuivat ennustamaan, päätyivätkö aineiston yritykset konkurssiin vai ei. Tähän tutkimukseen valittiin tarkasteltavaksi kolme eri yleisessä käytössä olevaa ennustemallia, jotka olivat Altmanin, Prihtin sekä Laitisen kolmen muuttujan Z-luvut.

Käytetyistä konkurssiennustemalleista Altmanin malli on antanut ristiriitaisia tuloksia. Sen on kuitenkin todettu toimivan hyvänä pohjana nykyaikaisille ennustemalleille. Prihtin ja Laitisen mallit olivat tarkkoja kahden vuoden osalta heidän omissa tutkimuksissaan. Uudemman tutkimustiedon valossa on ehdotettu konkurssiennustemallien vanhentuneiden painokertoimien uudelleen painottamista tarkempien tuloksien saavuttamiseksi.

Tutkimuksessa käytettyjen mallien tulokset olivat yleisesti melko epätarkkoja. Mallien selitysasteiden ollessa yleisesti alhaisia, eivät ne kyenneet kovinkaan kattavasti näyttämään mitkä tekijät vaikuttavat mahdollisesti yrityksen konkurssiin.

Aineiston ja käytettyjen konkurssimallien sopivuus oli kehoa. Testien arvot ylittivät useimmiten annetut riskitasot, mutta jäivät pääasiassa silti mataliksi. Aineistossa oli mukana suuri määrä yrityksiä monelta eri toimialalta, toisin kuin Altmanin tutkimuksessa, jossa mallin tunnusluvut johdettiin teollisuusyritysten pohjalta. Mallin sovellettavuutta testatessaan, Naresh Kumar ja Sree Hari Rao (2015) totesivat Altmanin mallin antamien tuloksien olevan alttiita eri toimialojen tunnuslukujen rakenteelle. Myös Laitisen ja Prihtin Z-luvut pohjautuivat pitkälti teollisuusyrityksiin, jonka vuoksi on luontevaa olettaa tunnuslukurakenteiden pätevän myös kyseisiin yhdistelmälukuihin ja siten myös tämän tutkimuksen tuloksiin. Valittujen mallien alkuperäisissä tutkimuksissa ainoastaan Prihtillä oli ylliedustus terveissä yrityksissä, kuten tässäkin tutkimuksessa.

Lisäksi Narayanan (2010) sekä Laitinen ja Laitinen (1998) toteavat ennustemallien tulosten olevan alttiita kirjanpidollisille virheille. Amadeuksen tarjoamassa datassa tiettyjä tilinpäätöseriä yhdisteltiin aiheuttaen vääristymiä mallien käyttämissä tunnusluvuissa. Nämä vääristymät vaikuttivat tiettyihin ennustemallien muuttujiin. On siis syytä olettaa näiden vääristäneiden myös tutkimuksen tuloksia, vaikka tarkasta virheen suuruudesta ei ole varmuutta.

Näistä vajaavaisuuksista huolimatta, selvästi parhaimmaksi malliksi osoittautui logistisella regressiolla suoritettu Prihtin Z, jolla oli mahdollista ennustaa tulevaa konkurssia kahden viimeisen vuoden tilikauden ajalta suhteellisen tarkasti. Vaikka selitysasteet ja mallin sopivuudet olivat suhteellisen matalia, oli mallin kokonaistarkkuus viimeisenä vuotena 78,7% ja tätä edeltävänä 73,3%. Nämä tulokset ovat hyvin lähellä Prihtin alkuperäisiä tuloksia, niin kokonaisvirheen kuin tyyppin I ja II virheiden osalta.

Prihtin mallilla logistisen regression virhetyyppien erotukset olivat malleista matalimmalla tasolla jokaisena vuonna ja antoivat siten myös tasapuolisimman kuvan konkurssiin päätymisestä. Malli antoi myös selitysasteista korkeimman tuloksen, vaikka sen arvo olikin suhteellisen alhainen. Parametreista kaikki olivat lisäksi tilastollisesti merkitseviä.

Altmanin ja Laitisen mallin luokittelutarkkuudet olivat Prihtin mallia selvästi huonompia logistisen regression tuloksilla. Myös Z-lukujen arvoilla tarkkuudet olivat kehnompia. Tämän perusteella voidaan vastata selvästi kolmanteen tutkimuskysymykseen ja todeta Prihtin mallin olevan selkeästi muita parempi yksittäinen vaihtoehto valituista konkurssimalleista.

Z-luvuilla sekä logistisella regressiolla laskettuja luokittelutarkkuuksia ja virhetyyppejä vertaillaessa, voidaan todeta alkuperäisten mallien vaativan päivittämistä kokonaistarkkuuksien parantamiseksi. Tähän johtopäätökseen ovat päätyneet myös omissa tutkimuksissaan Grice ja Ingram (2001) sekä Begley, Ming ja Watts (1996). Päivittämisellä tyyppivirheiden erotukset saadaan pienemmiksi viimeisinä vuosina ennen konkurssia, mutta nurjana puolena on tyyppin I virheen kasvu. Onkin mallien hyödyntäjästä kiinni, arvostavatko he enemmän kokonaistarkkuuden nostamista vai tietyn tyyppivirheen tarkkaa ennustamista. Tutkimuksen yksittäisistä yhdistelmäluvuista Prihtin mallilla on mahdollista ennustaa suomalaisten yritysten konkurssia tarkimmin, mutta sen ennustustarkkuus riittää tyydyttävästi vain kahdelle viimeiselle vuodelle. Testien tulosten avulla saatiin myös hyvä kuva toiseen tutkimuskysymykseen.

Tämän tutkimuksen seurauksena voidaan todeta, että mallien antamiin luokittelutarkkuuksiin on suhtauduttava varauksella, eikä mahdollista päätöstä pidä perustaa ainoastaan yhteen lukuun. Päättökysymykseen saatiin vastaus, etteivät mallit sovellu tarkasti ennustamaan tulevaa konkurssia, vaan niiden hyödyntäjän tulisi tukeutua myös muihin informaation lähteisiin, erityisesti Altmanin ja Laitisen mallin osalta. Lisäksi ne toimivat parhaimmillaan viime hetkien varoittajina. Mallien tuloksien huonosta yleistettävyydestä ja niiden tulkinnan

varovaisuudesta ovat muistuttaneet muun muassa Grice ja Ingram (2001), Altman (1968) sekä Naresh Kumar ja Sree Hari Rao (2015).

Jatkotutkimuksia olisi hyvä suorittaa erityisesti malleissa käytettyjen tunnuslukujen osalta. Logistista regressiota hyödyntäessä olisi syytä testata muuttujien keskinäistä korrelaatiota. Tässä tutkimuksessa sitä ei huomioitu, sillä keskinäisten korrelaatioiden vaikutukset alkuperäisissä tutkimuksissa poistettiin tunnuslukuja johdettaessa. Lisäksi Altmanin mallin X1 ja X4- muuttujat sekä Laitisen mallin X1 muuttujat olivat tilastollisesti merkityksettömiä, eivätkä ne hyödyttäneet ennustetuloksien muodostamista. Tästä erityisen mielenkiintoisen tekee sen, että Laitisen tutkimuksessa X1 oli yksittäinen paras muuttuja konkurssin ennustamiseen. Olisi syytä tutkia ennustavatko nämä muuttujat konkurssia sopivammalla aineistolla sekä onko tilinpäätöstiedoista mahdollista muodostaa joitakin toisia tunnuslukuja korvaamaan näitä. Toinen kokonainen ulottuvuus olisi huomioida kvalitatiivisia, ei-taloudellisia tekijöitä malliin, kuten toimialakohtaiset tekijät. Tulevaisuuden tutkimusten kannalta olisi myös syytä tutkia keskimääräisten Z-lukujen kehitystä, niin yleisesti kuin toimialakohtaisesti, ja suhteuttaa konkurssien ennustamiskyky vallitseviin Z:n arvoihin.

Mielenkiintoinen tutkimuskysymys olisi myös seurata Z-luvun kehitystä julkisesti noteerattujen osakeyhtiöiden kanssa ja sen kykyä ennustaa osakekurssia. Tämä vaihtoehto olisi kiinnostava niin yksittäisten yritysten, kuin esimerkiksi toimialakohtaisten markkinaportfolioiden kannalta.

Lähdeluettelo

- Adnan A. M. & Dar, H. A. (2006) Predicting corporate bankruptcy: where we stand? *Corporate Governance* 6, 1, 18-33.
- Ailon, G., 2011. Mapping the cultural grammar of reflexivity: the case of the Enron scandal. *Economy and Society*, 40, 1, 141-166.
- Alaminos, D. (2016) A Global Model for Bankruptcy Prediction. *Plos One*, 11, 11.
- Altman, E.I., Iwanic-Drozowska, M., Laitinen, E.K. & Suvas, A. (2017) Financial Distress Prediction in an International Context: A Review and Empirical Analysis of Altman's Z-Score Model. *Journal of International Financial Management and Accounting* 28, 2, 131-171.
- Altman, E.I., 2000. Predicting financial distress of companies: revisiting the Z-score and ZETA models. *Stern School of Business, New York University*. pp. 9-12.
- Altman, E. I. (1968) Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance* 23, 4, 589-609.
- Altman, E. I. & Narayanan, P. (1997) An International Survey of Business Failure Classification Models. *Financial Markets, Institutions & Instruments* 6, 2, 1-57.
- Altman, E.I., & Hotchkiss, E. (2010) Corporate financial distress and bankruptcy: Predict and avoid bankruptcy, analyze and invest in distressed debt. 3. p. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Back, P. (2005) Explaining financial difficulties based on previous payment behavior, management background variables and financial ratios. *European Accounting Review* 14, 4, 839-868.
- Balcaen, S. & Ooghe, H. (2006) 35 years of studies on business failure: an overview of the classic statistical methodologies and their related problems. *The British Accounting Review* 38, 1, 63-93.
- Batchelor, T. (2018) Corporate Bankruptcy: Testing the Efficacy of the Altman Z-Score. *International Research Journal of Applied Finance* 9, 9, 404-414.

- Bates, T. & Nucci, A. (1989) An Analysis of Small Business Size and Rate of Discontinuance. *Journal of Small Business Management* 27, 4, 1.
- Beaver, W. H. (1966) Financial Ratios As Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research* 4, 71-111.
- Begley, J., Ming, J. & Watts, S. (1996). Bankruptcy Classification Errors in the 1980s: An Empirical Analysis of Altman and Ohlson's Models. *Review of Accounting Studies* 1, 4, 267-284.
- Bewick, V., Cheek, L. & Ball, J. (2005) Statistics review 14: Logistic regression. *Critical Care (London, England)* 9, 1, 112-118.
- Boyle, R. & Desai, H. (1991) Turnaround Strategies for Small Firms. *Journal of Small Business Management* 29, 3, 33.
- Brown, K. & Moles, P. (2014) Credit risk management. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.9.2018]. Saatavilla <https://www.ebsglobal.net/EBS/media/EBS/PDFs/Credit-Risk-Management-Course-Taster.pdf>
- Brüderl, J., Preisendörfer, P. & Ziegler, R. (1992) Survival Chances of Newly Founded Business Organizations. *American Sociological Review* 57, 2, 227-242.
- Bruno, A.V., Leidecker, J. K. & Harder, J. W. (1987). Why firms fail. *Business horizons* 30, 2, 50-58.
- Cao, L. (2015) The Altman Z-Score after 50 Years: Use and Misuse. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 9.4.2019] Saatavilla <https://blogs.cfainstitute.org/investor/2016/02/09/the-altman-z-score-after-50-years-use-and-misuse/>
- Chen, M. (2011) Bankruptcy prediction in firms with statistical and intelligent techniques and a comparison of evolutionary computation approaches. *Computers and Mathematics with Applications* 62, 12, 4514-4524.
- Dimitras, A.I., Zanakis, S.H. & Zopunidis, C. (1996) A survey of business failures with an emphasis on prediction methods and industrial applications. *European Journal of Operational Research* 90, 3, 487-513

Flamholtz, E. G. & Aksehirli, Z. (2000) Organizational success and failure: an empirical test of a holistic model. *European Management Journal* 18, 5, 488-498.

Fredland, J. E. & Morris, C. E. (1976) A Cross Section Analysis of Small Business Failure. *American Journal of Small Business* 1, 1, 7-18.

Gaskill, L., Van Auken, H. & Manning, R. (1993) A factor analytic study of the perceived causes of small business failure. *Journal of Small Business Management* 31, 4, 18.

Grice, J. S. & Ingram, R. W. (2001) Tests of the generalizability of Altman's bankruptcy prediction model. *Journal of Business Research* 54, 1, 53-61.

Hall, S. (2002). Predicting financial distress. *Journal of Financial Service Professionals*, 56, 3, 12-15.

Hambrick, D. & D'aveni, R. (1992) Top Team Deterioration as Part of the Downward Spiral of Large Corporate Bankruptcies. *Management Science* 38, 10, 1445-1466.

Hambrick, D. C., Cho, T. S. & Chen, M. (1996) The Influence of Top Management Team Heterogeneity on Firms' Competitive Moves. *Administrative Science Quarterly* 41, 4, 659-684.

Harris, R. & Li, Q.C. (2010) Export-market Dynamics and the Probability of Firm Closure: Evidence for the United Kingdom. *Scottish Journal Of Political Economy* 57, 2, 145-168.

Heitfield, E. & Sabarwal, T. (2004) What Drives Default and Prepayment on Subprime Auto Loans? *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 29, 4, 457-477.

Hernandez Tinoco, M. & Wilson, N. (2013) Financial distress and bankruptcy prediction among listed companies using accounting, market and macroeconomic variables. *International Review of Financial Analysis*, 30, 394-419.

Hertsu, A. (2017) Stockmann jatkaa uhkaavaa kutistumistaan. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.9.2018]. Saatavilla <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/stockmann-jatkaa-uhkaavaa-kutistumistaan/79e6f41b-3d85-3db4-85d0-c01d8460a91c>

- Hudson, J. (1987) The Age, Regional, and Industrial Structure of Company Liquidations. *Journal of Business Finance & Accounting* 14, 2, 199-213.
- Jennings, P. L. & Beaver, G. (1995) The managerial dimension of small business failure. *Strategic Change* 4, 4, 185-200.
- Jones, S. (2017) Corporate bankruptcy prediction: a high dimensional analysis. *Review of Accounting Studies* 22, 3, 1366-1422.
- Karkkola, M. (2017) Karu raportti julki: Valtio menetti Talvivaaraan 320 milj. € – Suomi kurjaan tilastokärkeen. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.9.2018]. Saatavilla <https://www.uusisuomi.fi/kotimaa/220366-karu-raportti-julki-valtio-hukkasi-talvivaaraan-320-milj-eu-suomi-kurjaan>
- Kaye, J. L. & Garter, L. N. (1979) The Early Warning Signs of Business Failure. *Credit and Financial Management* 81, 36-37.
- Konkurssilaki (2018) 124/2004 [Viitattu 8.12.2018] Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040120>
- Laitinen, E. K. & Lukason, O. (2014). Do firm failure processes differ across countries: evidence from Finland and Estonia. *Journal of Business Economics and Management* 15, 5, 810-832.
- Laitinen, E. K. & Laitinen, T. (1998) Cash Management Behavior and Failure Prediction. *Journal of Business Finance & Accounting* 25, 7-8, 893-919.
- Laitinen, E. K. (1990) *Konkurssin ennustaminen*. Sundom, Vaasan yritysinformaatio.
- Laitinen, E.K. & Laitinen, T. (2004). *Yrityksen rahoituskriisin ennustaminen*. Helsinki, Talentum.
- Laitinen, T. & Laitinen, E. K. (2014) *Yrityksen maksukyky: arviointi ja ennakointi*. Helsinki, KHT-Media.
- Levratto, N. (2013) From failure to corporate bankruptcy: a review. *Journal of Innovation and Entrepreneurship* 2, 1, 20.

- Maricica, M. & Georgeta, V. (2012) Business Failure Risk Analysis using Financial Ratios. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 62, 728-732.
- McGahan, A. M. & Porter, M. E. (1997) How much does industry matter, really? *Strategic Management Journal* 18, 15-30.
- McGurr, P. & Devaney, S. (1998) Predicting Business Failure of Retail Firms: An Analysis Using Mixed Industry Models. *Journal of Business Research* 43, 3, 169-176.
- Mellahi, K. & Wilkinson, A. (2004) Organizational failure: a critique of recent research and a proposed integrative framework. *International Journal of Management Reviews* 5-6, 1, 21-41.
- Miller, D. and Toulouse, J. (1986) Strategy, Structure, CEO Personality and Performance in Small Firms. *American Journal of Small Business* 10, 3, 47.
- Mone, M. A., McKinley, W. & Barker, V. L. (1998) Organizational Decline and Innovation: A Contingency Framework. *The Academy of Management Review* 23, 1, 115-132.
- Morris, R.C. (1997) *Early Warning Indicators of Corporate Failure: A critical review of previous research and further empirical evidence.* Ashgate, Farnham.
- Narayanan, L. (2010) How to Calculate Altman Z Score of Customers and Suppliers. *IOMA's Report on Managing Credit, Receivables & Collections* 10, 3, 12-14.
- Naresh Kumar, E. & Sree Hari Rao, V. (2015) A New Methodology for Estimating Internal Credit Risk and Bankruptcy Prediction under Basel II Regime. *Computational Economics* 46, 1, 83-102.
- Nissim, D. (2010) *Analysis and Valuation of Insurance Companies.* Columbia Business School, New York.
- Pal, J., Medway, D. & Byrom, J. (2011) Deconstructing the notion of blame in corporate failure. *Journal of Business and Research* 64, 10, 1043-1051.
- Pehkonen, H. (2015) Kolmen muuttujan Z-luku. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.12.2018] Saatavilla <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/kolmen-muuttujan-z-luku/0c954cd8-7f99-3001-8e4a-f48bfc8bdd67>

- Ropega, J. (2011) The Reasons and Symptoms of Failure in SME. *International Advances in Economic Research* 17, 4, 476-483.
- Rumelt, R. P. (1991) How much does industry matter? *Strategic Management Journal* 12, 3, 167-185.
- Salimi, A. (2014) Validity of Altman's Z-score Model for Predicting Bankruptcy in Recent Years. *Allied Academies International Conference. Academy of Accounting and Financial Studies. Proceedings* 19, 2, 2.
- Sharma, S. & Mahajan, V. (1980) Early Warning Indicators of Business Failure. *Journal of Marketing (pre-1986)* 44, 4, 80.
- Sherbo, A. & Smith, A. (2013) The Altman Z-Score Bankruptcy Model at Age 45: Standing the Test of Time? *American Bankruptcy Institute Journal* 32, 11, 40-41.
- Sun, J., Li, H., Huang, Q. & He, K. (2014) Predicting financial distress and corporate failure: A review from the state-of-the-art definitions, modeling, sampling, and featuring approaches. *Knowledge-Based Systems* 57, 41-56.
- Szilagyi, A. D. & Schweiger, D. M. (1984) Matching Managers to Strategies: A Review and Suggested Framework. *The Academy of Management Review* 9, 4, 626-637.
- Tobin, J. (1982) The Commercial Banking Firm: A Simple Model. *The Scandinavian Journal of Economics* 84, 4, 495-530.
- Vojtek, M. & Kočenda, E. (2009) Default Predictors and Credit Scoring Models for Retail Banking. Federal Reserve Bank of St Louis, St. Louis.
- Watson, J. & Everett, J. E. (1996) Do small businesses have high failure rates? Evidence from Australian retailers. *Journal of Small Business Management* 34, 4, 45-62.
- Westgaard, S. & Van der Wijst, N. (2001) Default probabilities in a corporate bank portfolio: A logistic model approach. *European Journal of Operational Research* 135, 2, 338-349.

Liitteet

Liite 1. Altmanin Z-luvun luokittelutulokset ja -virheet.

Vuosia ennen konkurssia	Ennustustarkkuus (%)	Mallin luokitteluvirhe (%)	Tyyppin I virhe (%)	Tyyppin II virhe (%)	Tyyppin I virhe(n)	Tyyppin II virhe (n)
1	95(83)	5(17)	6(4)	3(21)	2(1)	1(14)
2	83	17	28	6	9	2
3	48	52	-	-	-	-
4	29	71	-	-	-	-
5	36	64	-	-	-	-

Tyyppin I virhe = konkurssiyritys luokiteltu toimivaksi

Tyyppin II virhe = toimiva luokiteltu konkurssiyritykseksi

n = kappalemäärä

() = testiaineiston tulokset

Liite 2. Prihtin Z-luvun luokittelutulokset ja -virheet.

Vuosia ennen konkurssia	Ennustustarkkuus (%)	Mallin luokitteluvirhe (%)	Tyyppin I virhe (%)	Tyyppin II virhe (%)
1	80(78)	20(22)	19(0)	20(36)
2	76(76)	24(24)	32(6)	20(36)
3	78(61)	28(39)	42(45)	20(36)
4	70(58)	30(42)	48(60)	20(36)

Tyyppin I virhe = konkurssiyritys luokiteltu toimivaksi

Tyyppin II virhe = toimiva luokiteltu konkurssiyritykseksi

() = testiaineiston tulokset

Liite 3. Altmanin Z-luvun luokittelutarkkuudet alkuperäisillä Z:n raja-arvoilla.

Ennusteet	Vuosi		
	2017	2016	2015
Terveet oikein	73	71	70
Terveet väärin	70	72	73
Konkurssit oikein	101	82	83
Konkurssit väärin	33	52	51
Oikein ennustettu	63 %	55 %	55 %
Väärin ennustettu	37 %	45 %	45 %
Kokonaisprosentti	100 %	100 %	100 %
	24,627	38,806	38,060
Tyyppi I virhe	%	%	%
	48,951	50,350	51,049
Tyyppi II virhe	%	%	%

Liite 4. Pirihtin Z-luvun luokittelutarkkuudet alkuperäisillä Z:n raja-arvoilla.

Ennusteet	Vuosi		
	2017	2016	2015
Terveet oikein	102	103	100
Terveet väärin	41	40	43
Konkurssit oikein	110	98	89
Konkurssit väärin	24	36	45
Oikein ennustettu	76,534 %	72,563 %	68,231 %
Väärin ennustettu	23,466 %	27,437 %	31,769 %
Kokonaisprosentti	100,000	100,000	100,000
	%	%	%
Tyyppi I virhe	17,910 %	26,866 %	33,582 %
Tyyppi II virhe	28,671 %	27,972 %	30,070 %

Liite 5. Laitisen Z-luvun luokittelutarkkuudet alkuperäisillä Z:n raja-arvoilla.

Ennusteet	Vuosi		
	2017	2016	2015
Terveet oikein	106	112	110
Terveet väärin	37	31	33
Konkurssit oikein	99	89	83
Konkurssit väärin	35	45	51
Oikein ennustettu	74,0072 %	72,5632 %	69,6751 %
Väärin ennustettu	25,9928 %	27,4368 %	30,3249 %
Kokonaisprosentti	100,0000 %	100,0000 %	100,0000 %
Tyyppi I virhe	26,119 %	33,582 %	38,060 %
Tyyppi II virhe	25,874 %	21,678 %	23,077 %