



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Antti Puodinketo

Rakennusalan konkurssien ennustaminen makrotaloudellisten muuttujien avulla

Laskentatoimen ja rahoituksen akateeminen yksikkö
Laskentatoimen ja tilintarkastuksen pro gradu -tutkielma
Laskentatoimen ja tilintarkastuksen maisteriohjelma

Vaasa 2024

VAASAN YLIOPISTO**Laskentatoimen ja rahoituksen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Antti Puodinketo		
Tutkielman nimi:	Rakennusalan konkurssien ennustaminen makrotaloudellisten muuttujien avulla		
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri		
Oppiaine:	Laskentatoimi ja tilintarkastus		
Työn ohjaaja:	Tuukka Järvinen		
Valmistumisvuosi:	2024	Sivumäärä:	77

TIIVISTELMÄ:

Konkurssien ennustaminen on ollut jo pitkään suosittu tutkimusaihe, ja parempia ennustamismalleja pyritäänkin kehittämään jatkuvasti. Kuitenkaan yksiselitteisesti ylivertaista mallia ei ole pystytty kehittämään. Mikäli konkurssin uhka voitaisiin havaita ajoissa, voitaisiin konkurssiin ajautuminen mahdollisesti välttää. Suomessa tehdään tällä hetkellä eniten konkurssreja yli 20 vuoteen. Rakennusala on ollut jo pitkään yksi konkurssiherkimmistä toimialoista Suomessa. Vuonna 2024 syyskuun loppuun mennessä rakennusosalalla on tehty kaikista toimialoista eniten konkurssreja. Rakennusala on erityisen suhdanneherkkä ja siihen on viimeisten vuosien aikana vaikuttanut negatiivisesti muun muassa koronapandemia sekä Ukrainan sota.

Useimmat konkurssien ennustamismalleista ovat luotu kaikille toimialoille, jolloin tietyn toimialan erityispiirteet jäävät usein huomioimatta. Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää rakennusalan konkurssien ennustamista 2020-luvun Suomessa käyttämällä tilinpäätöslukuja sekä makrotaloudellisia muuttujia. Tutkielma toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Tutkielman aineistona käytettiin aikaisempien tutkimuksien perusteella valittuja makrotaloudellisia muuttujia sekä suomalaisten rakennusalan yhtiöiden tilinpäätöslukuja vuosilta 2020–2024. Konkurssien ennustamista tutkittiin kolmelta vuodelta ennen konkurssihetkeä. Tutkielmassa verrattiin rakennusosalalle suunnitellun mallin sekä kaikille toimialoille suunnitellun mallin ennustamiskykyä. Lisäksi verratuista malleista paremmaksi havaittuun yhdistettiin makrotaloudellisia muuttujia. Lopuksi yhdistetyn mallin ennustamiskykyä verrattiin alkuperäiseen malliin.

Tutkielman tuloksien perusteella pystyttiin toteamaan, että makrotaloudellisten muuttujien avulla voidaan ennustaa konkurssreja. Lisäksi makrotaloudellisten muuttujien huomioiminen perinteisessä konkurssien ennustamismallissa parantaa sen ennustamiskykyä. Ennustamiskyvyn parantuminen oli kuitenkin niin vähäistä, ettei sitä voitu pitää tilastollisesti merkittävänä. Verrattaessa rakennusosalalle suunniteltua ja suunnittelematonta ennustamismallia havaittiin, että rakennusosalalle suunniteltu ennustamismalli ei ole parempi ennustamaan konkurssreja, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset 2020-luvulla.

AVAINSANAT: Konkurssien ennustaminen, rakennusala, makrotaloudelliset muuttujat

Sisälllys

1	Johdanto	6
1.1	Tutkielman tavoite ja tutkimuskysymykset	8
1.2	Tutkielman rakenne	9
2	Konkurssien ennustaminen	11
2.1	Konkurssien ennustamisen tunnusluvut ja muuttujat	15
2.1.1	Taloudelliset tunnusluvut	15
2.1.2	Makrotalouden muuttujat	17
2.2	Konkurssien ennustamismenetelmät	21
3	Aikaisemmat tutkimukset	25
3.1	Varhaiset tutkimukset	25
3.2	Suomalaisella aineistolla tehdyt tutkimukset	29
3.3	Konkurssien ennustaminen rakennusalalla	32
3.4	Yhteenveto ja hypoteesien muodostaminen	36
4	Aineisto ja menetelmät	38
4.1	Tutkimusaineisto	39
4.2	Tutkielman muuttujat	41
4.2.1	Tilinpäätös­muuttujat	41
4.2.2	Makrotaloudelliset muuttujat	43
4.3	Tutkielman menetelmät	45
4.3.1	Lineaarinen regressioanalyysi	46
4.3.2	Erotteluanalyysi	48
5	Tulokset	50
5.1	Aineistojen kuvailu	50
5.2	Makrotaloudellisten muuttujien regressioanalyysi	56
5.3	Ennustamismallien tulokset	61
5.3.1	Perinteiset ennustamismallit	61
5.3.2	Yhdistetty ennustamismalli	64
5.4	Tulosten yhteenveto	67

6	Yhteenveto ja johtopäätökset	69
	Lähteet	73

Kuviot

Kuvio 1. Konkurssien lukumäärä aikavälillä 2014-2023 (Tilastokeskus, 2024).	12
Kuvio 2. Konkurssien määrä toimialoittain vuonna 2023 (Tilastokeskus, 2024).	14
Kuvio 3. Konkurssien lukumäärä Suomessa vuosina 1986–2020 (Tilastokeskus, 2024).	18
Kuvio 4. Tutkielman kulku (mukaillen Giriüniene ja muut, 2019).	39
Kuvio 5. Mallin ennustamat konkurssit verrattuna todellisiin konkurssihin.	59

Taulukot

Taulukko 1. Aineiston karsinta.	41
Taulukko 2. Tilinpäätöksestä johdetut muuttujat.	42
Taulukko 3. Makrotaloudelliset muuttujat.	44
Taulukko 4. Makrotaloudellisten muuttujien kuvailevat tiedot.	50
Taulukko 5. Kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä vuosi ennen konkurssia.	51
Taulukko 6. Kuvailevat tiedot toimivista yrityksistä vuosi ennen konkurssia.	52
Taulukko 7. Kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä kaksi vuotta ennen konkurssia.	53
Taulukko 8. Kuvailevat tiedot toimivista yrityksistä kaksi vuotta ennen konkurssia.	54
Taulukko 9. Kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä kolme vuotta ennen konkurssia.	55
Taulukko 10. Kuvailevat tiedot toimivista yrityksistä kolme vuotta ennen konkurssia.	55
Taulukko 11. Makrotaloudellisten muuttujien korrelointi konkurssien määrän kanssa. (n=10)	57
Taulukko 12. Makrotaloudellisten muuttujien ja konkurssien määrän regressioyhtälöt.	58
Taulukko 13. Ennustettujen konkurssien skaalaus välillä 0–1.	60
Taulukko 14. Perinteisten ennustamismallien tulokset.	62
Taulukko 15. Yhdistetyn konkurssin ennustamismallin aineisto.	65
Taulukko 16. Muodostetun ennustamismallin tulokset verrattuna Z'' -scoren tuloksiin.	66

1 Johdanto

Konkurssit ovat luonnollinen osa markkinatalouden toimintaa. On talouden kannalta tehontonta, että markkinoilla toimii pitkään kannattamattomia ja huonosti johdettuja yrityksiä. Tehottomien yritysten poistuminen markkinoilta avaa mahdollisuuksia paremmille yrityksille. Konkurssi on kuitenkin monesti erityisesti lyhyellä aikavälillä tragedia yksilötasolla. Konkurssin seurauksena yksilö saattaa menettää työpaikkansa ja samalla elantonsa. Yrityksen omistajat saattavat menettää koko omaisuutensa. Konkurssilla on negatiivisia vaikutuksia myös velkojiin sekä näin myös koko yhteiskuntaan. Pankit sekä rahoituslaitokset saattavat tehdä konkurseissa suuria luottotappioita. Koulun ja Lindforsin (2016, s. 47) mukaan ei-etuoikeutetut velkojat saavat vain 4–5 % saatavistaan pesänjaon yhteydessä. Erityisesti suurten yritysten tai usean yrityksen samanaikainen konkurssi aiheuttaa laajaa työttömyyttä. Kasvava työttömyys taas laskee valtion verokertymää sekä lisää erilaisiin sosiaalietuuksiin kuluvaan rahaa.

Konkurssien ennustaminen on ainakin seuraavista syistä merkittävää. Konkurssien ennustamisen avulla sijoittajat pystyvät allokoimaan sijoitettavissa olevia varoja kohteisiin, joilla on pienempi todennäköisyys mennä konkurssiin. Julkisen vallan käyttäjät hyötyvät myös konkurssien ennustamisesta, sillä he voivat sen avulla huomata, jos taloudessa on kasvanut jokin systemaattinen riski. Myös yritysten johdot ovat kiinnostuneita konkurssiriskin kasvamisesta, sillä tällöin siihen voidaan reagoida riittävän ajoissa (Narvekar ja Guha, 2021). Näiden lisäksi konkurssien ennustaminen on tärkeää myös esimerkiksi tilintarkastuksen yhteydessä. Tilintarkastuksen yksi tehtävistä on arvioida tilintarkastettavan yhtiön kykyä jatkaa sen toimintaa, joten on tärkeää, että tilintarkastajilla on käytössä työkaluja ja keinoja tilintarkastusasiakkaan toiminnan jatkamiskyvyn arvioimiseen. Konkurssien ennustamisesta on siis hyötyä usealle eri taholle.

Rakennusalan yritykset valittiin tähän tutkielmaan, sillä kyseinen toimiala on saanut viime vuosina paljon huomioita mediassa sen haasteiden takia. Konkurssien määrä kyseisellä toimialalla on noussut merkittävästi sekä sillä tapahtuu kaikista eniten

konkurssseja. Tilastokeskuksen (2024) mukaan vuoden 2024 tammikuun ja syyskuun välillä rakennusalan konkurssseja on tapahtunut toimialoista eniten, määrän ollessa 577. Määrä vastaa yli 22 % kaikista kyseisenä ajanjaksona konkurssiin haetuista yrityksistä.

Lisäksi rakennusalan konkurssien ennustamisesta on tehty vasta verrattain vähän tutkimusta, erityisesti Suomessa. Suomalaiset teokset rajoittuvat Pro gradu -tutkielmiin, kuten Lappalainen (2021) ja Sundholm (2024). Maailmalla tutkimusta ovat tehneet mm. Giriūniene ja muut (2019), Butkus ja muut (2014), Sousa ja muut (2022) sekä Karas ja Srbová (2019). Edellä mainituissa tutkimuksissa on ennustettu konkurssseja erilaisten muuttujien avulla sekä joko yhden maan tai koko Euroopan tasolla. Tässä tutkielmassa pyritään ennustamaan vain yhden maan, Suomen, rakennusalan yritysten konkurssseja. Muuttujina käytetään yhtiökohtaisia taloudellisia tunnuslukuja sekä makrotaloudellisia muuttujia.

Rakennusosalalla on omat erityispiirteensä, minkä vuoksi sen tarkasteleminen erikseen on perusteltua. Giriūnien ja muiden (2019) mukaan rakennusalan merkittäviä erityispiirteitä ovat esimerkiksi ennakkomaksut sekä pitkät sopimukset. Muun muassa näiden seikkojen takia rakennusalan yritysten tunnusluvut saattavat poiketa huomattavastikin muiden toimialojen tunnusluvuista.

Perinteisesti konkurssien ennustamista on tehty vain tilinpäätöksestä peräisin olevien taloudellisten lukujen avulla. Kuitenkin erityisesti viimeisten vuosien aikana on tehty tutkimuksia, joissa on ennustamismalleihin sisällytetty myös makrotaloudellisia muuttujia. Esimerkkejä tällaisista tutkimuksista ovat muun muassa Giriūnien ja muiden (2019) sekä Káčerin ja muiden (2019) tutkimukset. Kummassakin tutkimuksessa havaittiin, että makrotaloudellisten muuttujien huomioiminen ennustamismallissa parantaa mallin ennustamiskykyä. Rakennusalaan ovat 2020-luvulla vaikuttaneet negatiivisesti muun muassa koronakriisi sekä Ukrainan sota. Näiden tapahtumien vaikutukset eivät välttämättä näy heti yritysten tilinpäätösluvuissa, joten

makrotaloudellisten muuttujien huomioiminen ennustamismalleissa voi tässäkin mielessä olla perusteltua.

1.1 Tutkielman tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkielman tavoitteena on tutkia suomalaisten rakennusalan yhtiöiden konkurssien ennustamista. Tutkielmassa toistetaan soveltuvin osin Giriünien ja muiden (2019) tutkimus rakennusalan konkurssien ennustamisesta. Ennustamiseen käytetään kyseisen tutkimuksen tavoin kahdenlaisia muuttujia: tuloslaskelmalta ja taseelta johdettavia eriä ja tunnuslukuja sekä makrotaloudellisia muuttujia. Konkurssien ennustaminen on ollut jo pitkään paljon tutkittu aihe, mutta tietyn toimialan, kuten rakennusalan, konkurssien ennustamista on tutkittu huomattavasti vähemmän. Viimeisten vuosien aikana rakennusalan konkurssien ennustamisesta on kuitenkin tehty joitakin tutkimuksia (esim. Giriünien ja muut, 2019; Karas ja Srbová, 2019; Sousa ja muut, 2022).

Tutkielman tavoite voidaan tiivistää seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Voidaanko konkurseja ennustaa makrotaloudellisten muuttujien avulla?
2. Onko rakennusala varten luodun konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky parempi kuin mallin, jota ei ole luotu rakennusala varten, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset?
3. Paraneeko perinteisen konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky, kun siinä huomioidaan makrotaloudellisia muuttujia?

Perinteisellä konkurssin ennustamismallilla tarkoitetaan tilastollista mallia, jonka muuttujat ovat tilinpäätöksestä peräisin olevia taloudellisia lukuja. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyen pyritään selvittämään, että korreloivatko jotkin

makrotaloudelliset muuttujat konkurssien määrän kanssa. Tilastollisesti merkitseviä muuttujia tullaan hyödyntämään tutkielman myöhemmässä vaiheessa, jossa muuttujista muodostettua regressiomallia testataan yhdistettynä perinteiseen ennustamismalliin. Toiseen tutkimuskysymykseen liittyen verrataan eri konkurssin ennustamismallien ennustamiskykyä, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset. Kolmanteen tutkimuskysymykseen liittyen pyritään selvittämään, että paraneeko konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky, kun malliin yhdistetään makrotaloudellisista muuttujista muodostettu ennustamismalli.

Tutkielman aineistona käytetään suomalaisten rakennusalan yhtiöiden yhtiökohtaisia tilinpäätöstietoja sekä makrotaloudellisia muuttujia. Yhtiökohtaiset muuttujat haetaan Orbis -tietokannasta ja makrotaloudellisia muuttujia tullaan hakemaan eri viranomaislähteistä, kuten Tilastokeskuksen sekä Suomen Pankin tietokannoista. Aikaisempien tutkimuksien avulla pyritään muodostamaan hypoteesit, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiin. Hypoteeseja testataan kvantitatiivisten menetelmien avulla suomalaisella aineistolla. Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen tavoin tässä tutkielmassa käytetään tutkimusmenetelmänä regressioanalyysiä, kun selvitetään makrotaloudellisten muuttujien kykyä ennustaa konkurseja.

1.2 Tutkielman rakenne

Johdannon ja tutkimuskysymyksiä jälkeen toisessa pääluvussa käydään läpi yleisellä tasolla konkurseja sekä niiden ennustamista. Pääluvussa tarkastellaan, mitä tunnusluvut ovat ja mitä niiden perusteella voidaan päätellä. Luvussa käsitellään tuloslaskelmalta sekä taseelta johdettavia tunnuslukuja sekä makrotalouden muuttujia. Tarkoituksena on selvittää aikaisemmissa saman aihepiirin tutkimuksissa käytettyjä tunnuslukuja. Näistä tunnusluvuista pyritään selvittämään, mitkä niistä ovat soveltuvia tämän tutkielman tutkimusongelmien kannalta. Lisäksi luvussa selvitetään eri menetelmiä, joita voidaan käyttää konkurssien ennustamiseen. Tarkasteltavana ovat perinteiset tilastolliset- sekä koneoppimista hyödyntävät menetelmät.

Kolmannessa pääluvussa tarkastellaan aikaisempia tutkimuksia, joita on tehty konkurssien ennustamisesta. Käsiteltyjen tutkimuksien pohjalta muodostetaan tämän tutkielman teoreettinen viitekehys. Tässä luvussa käsitellään konkurssien ennustamisen varhaisimpia ja merkittävimpiä tutkimuksia, suomalaisia tutkimuksia sekä tutkimuksia rakennusalan konkurssien ennustamisesta. Rakennusalan tutkimuksien yhteydessä tarkastellaan myös rakennusalaan liittyviä erityispiirteitä sekä niiden huomioon ottamista konkurssien ennustamisessa. Aikaisempien tutkimuksien perusteella pyritään luomaan hypoteesit, jotka vastaavat tutkielman tutkimuskysymyksiin.

Kolme viimeistä lukua muodostavat tutkielman empiriaosan, joka jakautuu kolmeen osaan. Ensimmäisenä on tarkoitus selvittää, mitkä makrotaloudelliset muuttujat korreloivat konkurssien määrän kanssa. Tilastollisesti merkitsevistä muuttujista muodostetaan regressioyhtälö. Toisessa vaiheessa valitaan tähän tutkielmaan sopivat perinteiset ennustamismallit aikaisemmin käsiteltyjen tutkimuksien perusteella. Tässä vaiheessa valitaan malli, joka on suunniteltu rakennusosalalle sekä malli, joka on luotu kaikille toimialoille. Näiden kahden mallin ennustamiskykyä vertaillaan, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset. Kolmannessa vaiheessa yhdistetään ensimmäisessä vaiheessa muodostettu makrotaloudellisista muuttujista koostuva regressioyhtälö sekä toisessa vaiheessa paremmaksi todettu malli. Lopullisen mallin ennustamistuloksia verrataan alkuperäiseen malliin. Viimeisessä luvussa esitetään johtopäätökset sekä pohditaan mahdollisuuksia jatkotutkimuksille.

2 Konkurssien ennustaminen

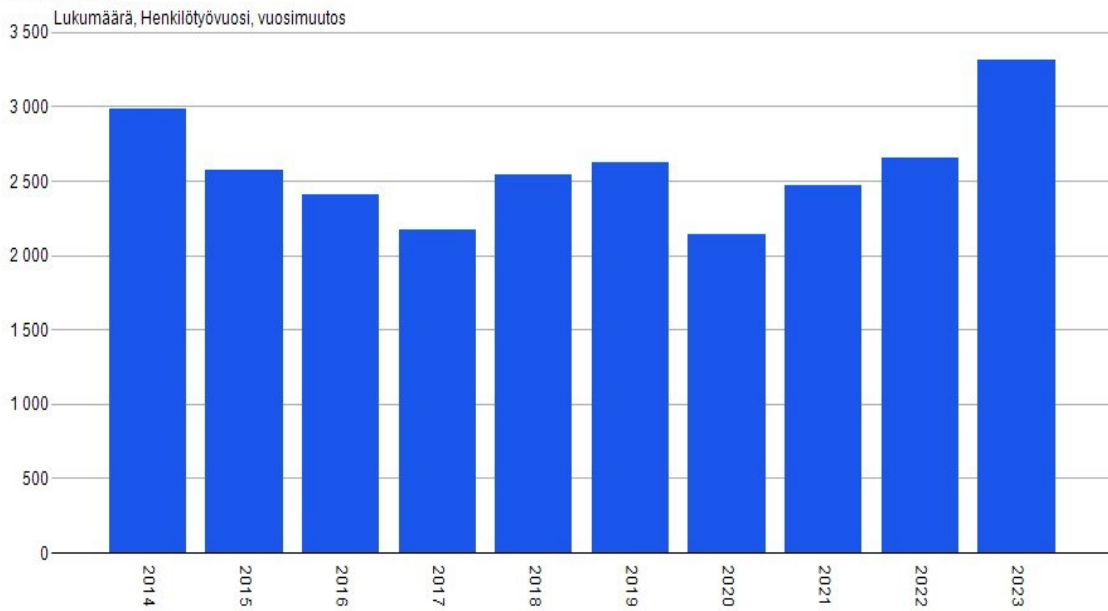
Konkurssin ennustamiseen liittyen on tärkeää ymmärtää, miksi yritys menee konkurssiin. Yritys ajautuu konkurssiin, mikäli se ei pysty hoitamaan velkojansa. Maksukyvyttömyyden on oltava pitkäaikaista, jotta tuomioistuin asettaa yrityksen konkurssiin (Konkurssilaki 120/2004). Konkurssin lisäksi toinen mahdollinen maksukyvyttömyysmenettely on yrityssaneeraus, jossa jatkamiskelpoista yritystä ei aseteta konkurssiin, vaan sen toimintaa pyritään tervehdyttämään (YrSanL 47/1993). Tässä tutkielmassa käsitellään kuitenkin nimenomaan konkurssiyrityksiä, sillä myös saneerausohjelmaan pääsevät yritykset ovat pohjimmiltaan konkurssiyrityksiä.

Konkursseihin liittyvät lait ja säädökset poikkeavat hieman eri valtioiden mukaan. Tässä tutkielmassa on tarkoitus käsitellä konkurseja nimenomaan suomalaisten yritysten näkökulmasta. Autonomisen Suomen ensimmäinen konkurssilaki julkaistiin vuonna 1862. Laki perustui italialais-ranskalaiseen konkurssimenettelyyn, minkä vuoksi voidaankin perustella useiden maiden nykyistenkin konkurssilakien samankaltaisuutta. Tällä hetkellä Suomessa on voimassa vuonna 2004 julkaistu Konkurssilaki. (Könkkölä & Linna, 2020, s. 11)

Alkuperäiseen lakiin on tehty joitakin väliaikaisia muutoksia, joista viimeisin koronakriisin seurauksena. Vuoden 2021 helmikuussa voimaan astui muutos, jonka seurauksena maksukehotuksen noudattamatta jättäminen ei johtaisi maksukyvyttömyysolettamaan vielä 7 päivän jälkeen. Muutoksen jälkeen aika pidentyi 30 päivään. Väliaikainen laki oli voimassa 30 päivään syyskuuta 2021 asti. Tämän väliaikaisen lakimuutoksen tarkoituksena oli auttaa yrityksiä selviytymään koronaviruksen aiheuttaman kriisinylitse. Tätä aikaisemmalla muutoksella rajoitettiin velkojien mahdollista hakea yritystä konkurssiin, ja uusimmalla muutoksella pyrittiin reagoimaan mahdolliseen konkurssihakemusten määrän nousuun edellisen muutoksen päättyessä (Finlex, 2021; Finlex, 2021).

Vuosien 2020–2023 konkurssien määrän kannalta yksi merkittävimmistä tekijöistä on ollut koronakriisi, joka on aiheuttanut haittaa monille yrityksille esimerkiksi liikkumis- sekä aukiolorajoitusten takia. Rajoitusten takia asiakkaiden puutteesta on ovat kärsineet erityisesti puolikestävien tavaroiden vähittäiskauppa sekä niitä valmistava teollisuus, sillä puolikestävien tavaroiden kulutus laski 10 prosenttia vuonna 2020 (Valtiovarainministeriö, 2021). Myös palveluala on kärsinyt asiakaspuutteesta lähes yhtä paljon, sillä Valtiovarainministeriön (2021) mukaan palveluiden kulutus laski 8 prosenttia. Jo 8 prosentin lasku on merkittävä, sillä Tilastokeskuksen (2021) mukaan vuonna 2020 palveluala kattoi 74 prosenttia kaikista työllisistä. Edellä mainituista seikoista huolimatta konkurssien vuosittaiset määrät välillä 2020–2023 eivät juurikaan poikenneet koronakriisiä edeltävistä määristä. Vasta vuonna 2023 konkurssien määrä oli korkeimmillaan kymmeneen vuoteen. Alla olevasta kaaviosta 1 on kuvattu konkurssien määrän kehittyminen viimeisten vuosien aikana.

Konkurssit vuotasalla vuodesta 1986 muuttujina Vuosi. Vireille pannut konkurssit, yritysten lukumäärä.



Kuvio 1. Konkurssien lukumäärä aikavälillä 2014-2023 (Tilastokeskus, 2024).

Kuten edellisestä kuviosta 1 nähdään, konkurssien määrä pysyi matalana vuonna 2020, jolloin koronapandemia alkoi vaikuttaa Suomen talouteen. Aikaisemmin mainittujen konkurssilain muuttamisten lisäksi toinen syy konkurssien vähäiseen määrään kriisin alussa liittyy tukitoimiin. Valtionkonttorin (2020) mukaan suomalaiset yritykset ovat voineet hakea kustannustukea vuoden 2020 heinäkuusta lähtien, jos yrityksen liikevaihto on pudonnut merkittävästi. Merkittävällä liikevaihdon pudotuksella tarkoitetaan sitä, että yrityksen toimialalla liikevaihto on pudonnut yli 10 prosenttia ja yrityksen oma liikevaihto on pudonnut yli 30 prosenttia. Patrick Partin (2020) artikkelin mukaan tukia on voinut hakea lisäksi muun muassa Business Finlandilta sekä kunnilta.

Voitaisiin siis olettaa, että koronasta kärsineiden yritysten useat tunnusluvut ovat heikentyneet. Todellisuudessa kuitenkin näiden yritysten konkurssiriski ei ole välttämättä kasvanut samassa suhteessa johtuen lain muuttamisesta sekä kustannustuista. Konkurssin ennustaminen pelkästään tunnuslukuja hyödyntämällä ei siis ole niin mutkatonta, kun on kyse epätavallisesta tilanteesta taloudessa.

Valtiokonttorin nettisivujen (2024) mukaan viimeisin yritysten kustannustukihakemusten hakuaika päättyi 31.5.2022. Kuviosta 1 huomataan, että konkurssien määrä nousi vuonna 2023. Tähän on saattanut vaikuttaa juuri koronatukien loppuminen sekä aikaisemmin mainittu konkurssilain väliaikaisen muutoksen loppuminen. On kuitenkin hyvä huomata, että vaikka konkurssien määrän trendi on ollut viime vuosina nouseva sekä vuonna 2023 konkurssreja tehtiin eniten kymmeneen vuoteen, niin konkurssien määrä ei ole edes vuonna 2023 historiallisesti tarkasteltuna korkealla tasolla. Tilastokeskuksen (2024) tietokannan perusteella välillä 1986–2023 tarkasteltuna konkurssreja tapahtui eniten vuonna 1992. Kyseinen määrä oli 7 391.

Erytisesti vähittäiskauppa ja palvelualat kärsivät koronakriisistä ja siihen liittyvistä rajoituksista. Kuitenkin myös rakennusala on ollut vaikeassa tilanteessa 2020-luvun Suomessa. Rakennusalan ollessa erityisen suhdanneherkkä se on kärsinyt niin koronakriisistä kuin myös vuoden 2022 helmikuussa täysimittaiseksi laajenneen

Ukrainan sodan aiheuttamasta epävarmuudesta sekä kustannusten noususta. Alla olevasta kuvasta huomataan, että vuonna 2023 rakennusalla tehtiin eniten konkurssseja. Elinkeinoelämän keskusliiton (2022) kyselyn mukaan rakennusalan yritysten edustajat uskoivat Ukrainan sodan vaikuttavan heidän toimintaansa merkittävästi eri osa-alueilla. 67 % rakennusalan yrityksistä arvioi, että polttoaineiden hinnan noususta on aiheutunut merkittäviä haittoja niiden toimintaan. Lisäksi jopa 75 % alan yrityksistä arvioi, että raaka-aineiden ja komponenttien saatavuus on vaikeutunut sodan ja kansainvälisen kriisin seurauksena.



Kuvio 2. Konkurssien määrä toimialoittain vuonna 2023 (Tilastokeskus, 2024).

Voitaisiin siis olettaa, että muilla kuin tuloslaskelmalta ja taseelta johdettavilla tunnusluvuilla on entistä merkittävämpi rooli konkurssien ennustamisessa, kun talous on normaalista poikkeavassa tilassa. Toimialojen välillä konkurssien määrässä on merkittävää eroa. Tietyt toimialat ovat kärsineet enemmän liikkumisrajoituksista, yleisestä epävarmuudesta sekä ovat suhdannevaihteluille herkempiä. Näin ollen voidaan pitää perusteltuna käsitellä konkurssien ennustamisessa vain yhtä toimialaa kerrallaan.

Rakennusalallakin yleiset konsernirakenteet tuovat oman vaikutuksensa konkurssisiin. Koulou (2024) käsittelee artikkelissaan Lehto Groupin konkurssia. Kyseessä oli merkittävä pörssilistattu suomalainen rakennusalan konserni. Yhtiörakenne oli järjestetty niin, että

varsinaista liiketoimintaa harjoitettiin pääasiassa kolmessa tytäryhtiössä. Tytäryhtiöt asetettiin konkurssiin ja emoyhtiö on hakeutunut yrityssaneerausohjelmaan. Koulun mukaan konsernien konkurssitilanteessa mahdollisia toimintatapoja saattaisi olla tytäryhtiöiden ajaminen konkurssiin, jotta emoyhtiö voidaan pelastaa. Toinen vaihtoehto voisi olla pelastaa kaikista kannattavin tytäryhtiö. Jatkavaan yhtiöön siirretään työntekijöitä ja muita resursseja. Voidaankin pohtia, että vaikuttaako yhtiön konkurssiin ajautumiseen sen taloudellisen menestymättömyyden lisäksi myös omistajien tekemät järjestelyt.

2.1 Konkurssien ennustamisen tunnusluvut ja muuttujat

2.1.1 Taloudelliset tunnusluvut

Konkurssien ennustamistutkimuksissa yleisimmin käytetyt muuttujat ovat yritysten taloudellisia tunnuslukuja, joita on käytetty 93 % tutkimuksista 190 tutkimuksen otoksessa (Jardin, 2009). Taloudellisia tunnuslukuja käytettäessä merkittävää on pystyä luottamaan niiden todenmukaisuuteen. Tästä syystä tällaisten menetelmien tarkkuus vaihtelee maittain sen mukaan, kuinka korruptoitunut sekä yleisesti luotettava kukin yhteiskunta on. Toisaalta taloudellisten tunnuslukujen etu on siinä, että ne ovat helposti kerättävissä ja kohtuullisen yksiselitteisiä (Jardin, 2009).

Tunnuslukujen valinnassa ei ole mitään yhtä tiettyä tapaa, vaan eri tutkimuksissa on lähestytty asiaa eri näkökulmista. Tunnuslukuja voidaan lisätä yksi kerrallaan malliin tai voidaan tarkastella suurta joukkoa tunnuslukuja, joita sitten poistetaan siten, että jäljelle jäävät lopullisen mallin tunnusluvut. Suuremman tunnuslukujoukon valintaan, josta lopulliset tunnusluvut valitaan, vaikuttaa usein tunnuslukujen suosio sekä aikaisemmissa tutkimuksissa todettu konkurssien ennustamiskyky. Näin esimerkiksi Altman toimi Z-scoren (1968) kanssa. Tunnuslukuja valittaessa mukaan lopulliseen malliin on merkittävänä kriteerinä niiden diskriminointikyky eli kyky erotella konkurssiyritykset terveistä yrityksistä (Jardin, 2009).

Edward Altman (1968) valitsi Z-score -malliinsa viisi muuttujaa. Muuttujiksi valikoitui yleisesti käytettyjä muuttujia. Kaikki kyseiset muuttujat olivat niin sanottuja taloudellisia tunnuslukuja eli tunnuslukuja, jotka voidaan laskea yrityksen taseen ja tuloslaskelman avulla. Kullakin muuttujalla on myös oma tietty tarkoituksensa mitata jotakin tiettyä asiaa, jotka ovat maksuvalmius, kannattavuus, tuottavuus, velkaisuus ja tehokkuus. Kyseiset muuttujat ovat seuraavat:

X_1 eli *nettokäyttöpääoma / koko pääoma* on yrityksen maksuvalmiuden tunnusluku. Nettokäyttöpääomasta selviää, kuinka suuri osa vaihto- ja rahoitusomaisuudesta on omaa pääomaa ja kuinka suuri vierasta pääomaa. Koko pääoma viittaa taas koko taseen suuruuteen. X_1 on tyyppillisesti heikko yhtiöillä, jotka operoivat tappiollisesti. Altman valitsi tämän tunnusluvun muiden maksuvalmiutta mittaavien tunnuslukujen sijasta, sillä tämä tunnusluku suoriutui paremmin tilastollista-analyysiä tehtäessä. Altman perusteli tunnusluvun käyttöä myös sillä, että Merwin oli käyttänyt sitä hyvällä menestyksellä omassa tutkimuksessaan jo vuonna 1942 (Yritystutkimus, 2017; Altman, 1968).

X_2 eli *kertyneet voittovarot / koko pääoma* mittaa hyvin voittovarojen pysyvyyttä yhtiössä. Kertyneet voittovarot kuvaavat siis nimensä mukaisesti yhtiön kumuloituneita voittoja vuosien varrelta. Kyseinen tunnusluku on hyvin riippuvainen yhtiön iästä. Vähemmän aikaa toiminut yhtiö ei ole ehtinyt kerryttämään niin paljoa voittovaroja kuin, mitä kauemmin toiminut yhtiö on ehtinyt kerryttämään. Toisaalta Altmanin mukaan nuoremmilla yhtiöillä on suurempi todennäköisyys mennä konkurssiin, mikä osittain perustelee tämän tunnusluvun käyttöä (Altman, 1968).

X_3 eli *tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma* mittaa yhtiön pääoman tuottavuutta. Kaavassa poistetaan korkojen ja verojen vaikutus tunnuslukuun. Altmanin mukaan yrityksen koko toiminta perustuu pääoman tuottavuuteen, mikä tekee tästä tunnusluvusta tehokkaan konkurssien ennustamisessa. Konkurssiin johtava maksukyvyttömyys tapahtuukin juuri silloin, kun yhtiön velkojen kokonaismäärä ylittää

yhtiön varojen kokonaismäärän. Yhtiön varojen kokonaismäärä pitkällä tarkastelujaksolla perustuu usein juuri yhtiön tuloksetekokykyyn (Altman, 1968).

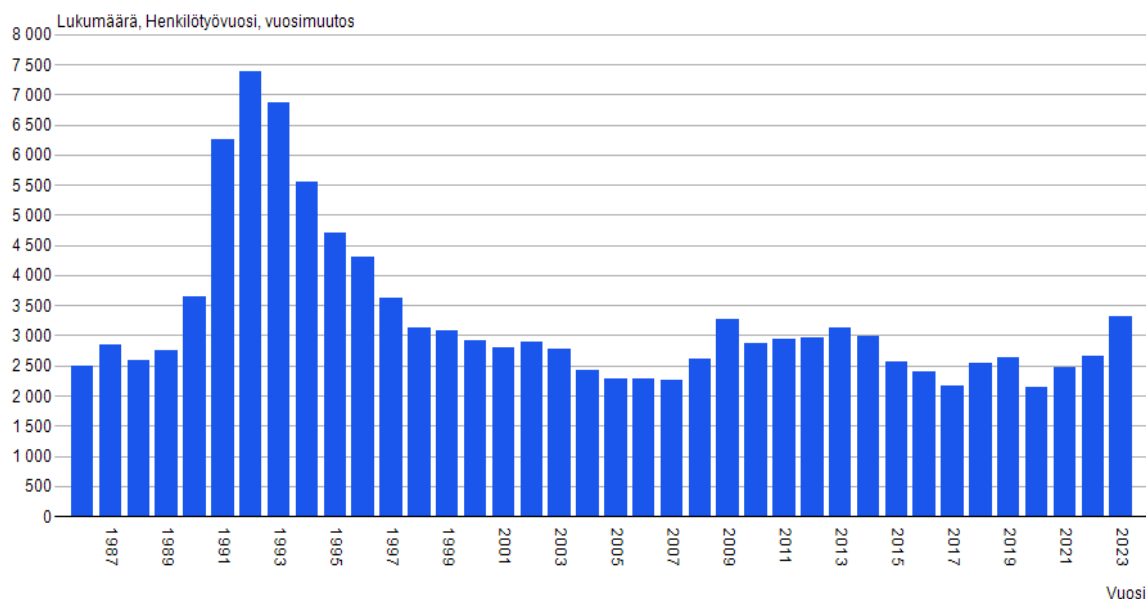
X_4 eli *oman pääoman markkina-arvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo* kuvastaa sitä, kuinka paljon yhtiön varat voivat laskea ennen kuin velkojen kokonaismäärä ylittää niiden arvon. Tämäkin tunnusluku pohjautuu juuri konkurssin määritelmään. Monet näistä tunnusluvuista mittaavatkin siis täysin samaa asiaa, vaikka ne lasketaankin eri luvuista. Tässä tunnusluvussa otetaan kuitenkin muista tunnusluvuista poiketen huomioon yhtiön markkina-arvo. Altmanin mukaan tämä lisää Z-scoren tarkkuutta verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin. On kuitenkin huomioitava tämän tunnusluvun käytettävyys, jos ennustetaan listaamattomien yhtiöiden konkurssseja (Altman, 1968).

X_5 eli *myynti / kokopääoma* mittaa yhtiön kykyä tuottaa liikevaihtoa suhteessa pääoman arvoon. Tämä tunnusluku on siis hyvin samanlainen kuin X_3 . Altmanin mukaan tämä tunnusluku ei ole itsessään niin hyvä konkurssin ennustamisen mittari, mutta käytettynä muiden muuttujien kanssa se on todella tehokas. X_5 mittaa hyvin yhtiön johdon kyvykkyyttä toimia kilpailluilla markkinoilla (Altman, 1968).

2.1.2 Makrotalouden muuttujat

Konkurssien vuosittainen määrä on muuttunut merkittävästi historian kuluessa. On havaittavissa tiettyjä tekijöitä, joilla on merkittävä vaikutus konkurssien kokonaismäärään. Nämä tekijät liittyvät usein makrotalouteen sekä politiikkaan. Esimerkkinä politiikan vaikutuksesta konkurssien määrään löytyy vuodelta 1993 (ks. Kuvio 3). Tällöin voimaan tuli laki yrityksen saneerauksesta, mikä aiheutti konkurssien määrän laskua, sillä osa yrityksistä pääsi saneerausohjelmaan konkurssin sijasta (Laitinen & Laitinen, 2004, s. 43). Osittain poliittisten sekä lainsäädännöllisten seikkojen vuoksi eri maiden konkurssien määrät voivat erota huomattavasti toisistaan.

Konkurssit vuositasolla vuodesta 1986 muuttujina Vuosi. Vireille pannut konkurssit, yritysten lukumäärä.



Kuvio 3. Konkurssien lukumäärä Suomessa vuosina 1986–2020 (Tilastokeskus, 2024).

Yllä olevasta kuvioista 3 voidaan myös huomata, kuinka konkurssien määrä nousi radikaalisti 1990-luvun alkupuoliskolla. Nousu selittyy pitkälti 90-luvun lamalla Suomessa. Samaan aikaan konkurssien määrä ei noussut samalla tavalla maailmanlaajuisesti. Tästä voidaan tehdä se johtopäätös, että makrotalouden vaikutukset konkurssien määrään saattavat olla maakohtaisia tai maailmanlaajuisia. On kuitenkin huomattava, että myös poliittisilla päätöksillä sekä valtion stabiiliudella on usein vaikutus makrotalouteen.

Káčerin ja muiden (2019) tutkimuksessa muodostettiin hypoteesi, jonka mukaan makrotaloudelliset muuttujat parantavat konkurssien ennustamismallien erottelukykyä. Tutkimuksessa käytettiin neljää muuttujaa, jotka olivat: korkotaso, kuluttajahintaindeksi, bruttokansantuote ja työttömyysaste. Tutkimuksen tuloksissa päädyttiin siihen johtopäätökseen, että makrotaloudelliset muuttujat parantavat ennustamiskykyä, kun niitä käytetään jälkikäteistutkimuksessa. Ne eivät kuitenkaan parantaneet ennustamiskykyä, kun niitä käytettiin etukäteistutkimuksessa. Myös Giriünien ja

muiden (2019) tutkimuksessa, jossa tutkittiin rakennusalan konkurssien ennustamista, tultiin siihen lopputulokseen, että makrotaloudellisten muuttujien huomioiminen konkurssien ennustamisessa parantaa mallien ennustamiskykyä. Alla käsitellään makrotaloudellisia muuttujia, joita käytettiin edellä mainituissa tutkimuksissa.

Korkomarkkinat

Korkomarkkinoilla on suora vaikutus yritysten konkurssien määrään. Merkittävä tekijä on korkoprosentin suuruus eli lainarahan hinta. Jo pieni korkojen nousu saattaa aiheuttaa rahoituskriisin yrityksille, jotka operoivat valmiiksi heikossa tilanteessa. Toisaalta vaikuttava tekijä on myös lainarahan saatavuus (Káčer ja muut, 2019, s. 349). Lainarahan saatavuudella on konkurssien määrään kahdenlaisia vaikutuksia. Heikko lainarahan saaminen saattaa aiheuttaa konkurseja, jos yrityksen varat eivät tällöin riitä toiminnan jatkamiseen. Toisaalta kireät rahoitusmarkkinat saattavat olla konkurseja ehkäisevä tekijä, sillä tällöin riskisiä yrityksiä perustetaan vähemmän (Laitinen & Laitinen, 2004, s. 46). Castron (2013) mukaan talouden kasvaessa yritysten luottoriski on varsin pieni, sillä tulot riittävät kattamaan lainojenhoitokulut. Talouskasvun jatkuessa pitkään luottoa alkavat saada yhä heikommassa taloudellisessa tilassa olevat yhtiöt. Tämä johtaa siihen, että kun talouden suhdanne kääntyy laskuun, nämä yritykset eivät enää pysty hoitamaan lainojansa.

Kuluttajahintaindeksi

Káčer ja muut (2019) käyttivät toisena makrotaloudellisenä muuttujana kuluttajahintaindeksiä, jonka avulla voidaan mitata inflaatiota. Kuluttajahintaindeksi lasketaan mittaamalla yleisten kulutushyödykkeiden hinnan kehitystä. Hernandez ja Wilson (2013) selvittivät kuluttajahintaindeksin käytettävyyttä osana konkurssien ennustamista. Heidän hypoteesinsa oli, että korkea kuluttajahintaindeksi nostaa konkurssien todennäköisyyttä. Myös heidän tutkimuksensa tulokset puolsivat tätä hypoteesia. Tutkimuksessa todettiin kuitenkin, että kuluttajahintaindeksin merkitys on varsin pieni verrattuna esimerkiksi taloudellisiin tunnuslukuihin. Tästä huolimatta tämän

tutkielman tarkoituksiin kuluttajahintaindeksin tarkasteleminen on perusteltua johtuen viime vuosina kasvaneesta inflaatiosta.

Bruttokansantuote

Konkurssien määrän vaihtelu korreloi talouden syklien kanssa. Tehokas talouden syklien mittari on bruttokansantuote (BKT). BKT mittaa kansantalouden tuotannon kokonaisarvoa. BKT:n ollessa suhteellisen matala konkurssseja tapahtuu suhteellisesti enemmän. Konkurssien ennustamisessa muuttujana voitaisiinkin siis käyttää BKT:n muutosta (Castro, 2013). BKT:n muutos on kuitenkin varsin hitaasti tilastoitava suure. Tästä syystä voisi olla tehokkaampaa käyttää eteenpäin katsovaa eli ennustettua BKT:n muutosta. Myös työttömyysasteen käytössä muuttujana voitaisiin käyttää samaa periaatetta (Káčer ja muut, 2019). Toisaalta jos käytetään kyseisten muuttujien ennusteita, niin on pystyttävä luottamaan ennusteita tuottavan tahon kykyyn tuottaa riittävän luotettavia ennusteita.

Työttömyysaste

Korkean työttömyysasteen voidaan olettaa vaikuttavan konkurssien määrään niitä lisäävästi. Korkean työttömyysasteen takia kuluttajilla on vähemmän rahaa käytössä, mikä vaikuttaa negatiivisesti suoraan yritysten myyntiin. Myynnin lasku vaikuttaa kassavirran heikkenemiseen, mikä taas saattaa vaikeuttaa yrityksen lainojen maksua (Castro, 2013). Toisaalta konkurssit myös nostavat työttömyysastetta, joten molemmat ilmiöt ruokkivat toisiaan. On myös huomattava, että vaikka Suomessa olisi heikko työllisyysaste, niin se ei vaikuta niin paljoa suuriin kansainvälisiin yhtiöihin, joiden myynti koostuu pitkälti muualta kuin kotimaasta. BKT:n tavoin Káčer ja muiden (2019) tutkimuksessa käytettiin kolme kuukautta eteenpäin katsovaa työllisyysennustetta.

Rakennuskustannusindeksi

Tilastokeskuksen (2024) määritelmän mukaan rakennuskustannusindeksillä voidaan mitata rakennusten rakentamisen käytettyjen materiaalien ja työn suhteellista hintakehitystä. Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli tutkia

valikoitujen makrotaloudellisten muuttujien ja konkurssien määrän yhteyttä. Yksi tarkastelluista muuttujista oli rakennuskustannusindeksi. Kyseistä muuttujaa ei olla juurikaan käytetty konkurssien ennustamistutkimuksissa, sillä se liittyy toimialoista lähinnä rakennusalaan. Tutkimuksessa havaittiin, että rakennuskustannusindeksi oli yksi kolmesta makrotaloudellisesta muuttujasta, joka korreloi rakennusalan yhtiöiden taloudellisen menestyksen kanssa.

Asuntojen hintojen muutokset

Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa käytettiin siis kolmea makrotaloudellista muuttujaa. Kaksi näistä olivat edellä mainitut työttömyysaste sekä rakennuskustannusindeksi. Kolmas oli asuntojen hintojen muutos. Kyseisen muuttujan tarkasteleminen tässä tutkielmassa onkin perusteltua, sillä asuntojen hintojen kehitys ja rakennusala liittyvät keskeisesti toisiinsa. Tutkimuksessa selvisikin, että rakennusalan yhtiöiden taloudellisella menestyksellä ja asuntojen hinnan kehityksellä on yhteys. Suomessa tilastokeskus tilastoi asuntojen hintojen muutoksia sen mukaan onko kyseessä asunto-osakeyhtiö vai omakotitalo. Lisäksi vanhat sekä uudet asunnot tilastoidaan erikseen. Tämän tutkielman tavoitteisiin liittyen onkin tarpeellista arvioida, että mitä edellä mainituista tilastoista on perusteltua käyttää tai yhdistelläänkö niitä.

2.2 Konkurssien ennustamismenetelmät

Konkurssien ennustamisessa käytetään usein tilastollisia menetelmiä. Jotta saataisiin luotettavia tuloksia, on valittava tilastollisesti merkittävä otanta. Valitun otannan on edustettava kaikkia perusjoukkoon kuuluvia yrityksiä, jotta tuloksia voidaan pitää yleistettävänä. Yleistettävyyden varmistamiseksi on tyyppillistä luoda testiotos, joka muodostetaan muista havainnoista, joita varsinaisessa otoksessa on käytetty. On tyyppillistä, että konkurssien ennustamistutkimuksissa käytetään vastinparimenettelyä, mikä tarkoittaa sitä, että otoksesta puolet ovat konkurssiyrityksiä ja puolet toimivia yrityksiä (Laitinen & Laitinen, 2004).

Konkurssien ennustamistutkimuksissa esiintyy usein kahden tyyppisiä poikkeamia. Ensimmäinen poikkeama liittyy aikaisemmin mainittuun otannan valintaan. Kun otannassa toisena kriteerinä on se, onko yritys mennyt konkurssiin, niin otanta ei ole täysin satunnainen. Toinen poikkeama liittyy yritysten tilinpäätöstietojen täydellisyyteen sekä saatavuuteen. Jotta yritys pääsee mukaan otantaan, siitä on löydettävä tarvittavat tilinpäätöstiedot tunnuslukujen laskemista varten. Tyypillisesti heikommin menestyneistä yrityksistä löytyy huonommin tilinpäätöstietoja, mikä johtaa poikkeamaan otannassa. Tämä ongelma on kuitenkin pienentynyt vuosien saatossa, sillä yrityksistä löytyy yleisesti paremmin tietoa kuin aiemmin (Laitinen & Laitinen, 2004).

Vaikka on olemassa yhden tunnusluvun malleja, niin monen tunnusluvun mallit ovat huomattavasti yleisempiä. Usean tunnusluvun mallin etu perustuu siihen, että minkään yksittäisen tunnusluvun paino ei ole lopullisessa mallissa liian suuri. Jardinin (2009) mukaan tunnusluvut saattavat olla yksittäin merkityksettömiä, vain vähän informaatiota sisältäviä tai irrelevantteja. Kuitenkin yhdistettynä tämä tunnusluvut kykenevät antamaan merkittävää tietoa yrityksen tilasta. Tällöin luokitteluvirheet jäävät mahdollisimman pieniksi. Kun luodaan usean muuttujan tunnuslukuja, niin on valittava, kuinka tunnusluvut yhdistetään. Luvut voidaan yhdistää ainakin tulon sekä summan avulla. Toinen valittava asia on, että millaiset painot kullakin tunnusluvulla on. Tunnuslukujen painot voivat olla keskenään samat tai ne voivat määräytyä jollakin tietyllä logiikalla. Viimeisenä on myös valittava, että kuinka monta ja mitkä tunnusluvut malliin valitaan (Laitinen & Laitinen, 2004).

Monen muuttujan konkurssin ennustamismalleissa voidaan käyttää monen muuttujan erotteluanalyysia eli Multiple Discriminant Analysis (MDA). Yksi ensimmäisistä merkittävistä tällaisista malleista oli Edward Altmanin (1968) Z-score. Erotteluanalyysissä valituista tunnusluvuista muodostetaan funktio, jonka avulla pystytään erottelemaan konkurssiyritykset terveistä yrityksistä. Erotteluanalyysi voi olla lineaarinen, jolloin analyysissä käytetään tunnuslukujen painotettua summaa. Painot valitaan niin, että funktion erottelukyky on mahdollisimman hyvä. Painojen valinnan jälkeen voidaan

määrittää kriittinen arvo, joka jakaa yritykset konkurssi- ja toimiviin yrityksiin. On yleistä, että yksittäisten yritysten tulokset päätyvät väärälle puolelle kriittistä arvoa. Tällaista tilannetta kutsutaan luokitteluvirheeksi (Laitinen & Laitinen, 2004).

Toinen yleinen käytetty menetelmä konkurssien ennustamisessa on regressioanalyysi. Regressioanalyysi toimii tyypillisesti siten, että konkurssiyritykselle annetaan arvoksi nolla (0) ja terveelle yritykselle annetaan arvoksi yksi (1). Tämän jälkeen pyritään muodostamaan optimaalinen selitysyhtälö, jonka avulla edellä mainittu toteutuu. Selitysyhtälö muodostetaan valittujen tunnuslukujen painotetun summan avulla (Laitinen & Laitinen, 2004).

Káčerin ja muiden (2019) tutkimuksessa, käytettiin regressioanalyysiä. Lineaarisen regressioanalyysin sijasta he käyttivät logistista regressioanalyysiä (logit). Logistista regressioanalyysiä voidaan käyttää, kun tulos on kyllä – ei -muodossa. Tässä tapauksessa tulos voi olla joko konkurssiyritys tai ei-konkurssiyritys. Tutkimuksessa päädyttiin käyttämään regressioanalyysiä erotteluanalyysin sijasta, koska heidän mukaansa se soveltuu paremmin konkurssien ennustamiseen. Erotteluanalyysiin liittyy oletus, että muuttujat ovat normaalijakautuneita. Tämä ei kuitenkaan välttämättä pidä paikkaansa taloudellisten tunnuslukujen osalta. Toinen oletamus on, että muuttujien kovarianssimatriisit ovat samat, mikä ei aina pidä paikkaansa aikaisempien tutkimuksien perusteella (Káčer ja muut, 2019).

Perinteisten tilastollisten ennustamismenetelmien lisäksi konkurseja voidaan ennustaa koneoppimista hyödyntävien menetelmien avulla. Qun ja muiden (2019) mukaan 1990-luvulta lähtien koneoppimismallit ovat olleet merkittävässä roolissa konkurssien ennustamisessa. Koneoppimista hyödyntävissä konkurssien ennustamismalleissa käytetään hyväksi algoritmeja, joiden avulla datasettejä opetetaan erottelamaan konkurssiyritykset toimivista yrityksistä. Koneoppimista hyödyntävien mallien etu perustuu siihen, että niiden avulla voidaan käsitellä helpommin entistä suurempaa määrää dataa. Artikkelissa pohditaan myös konkurssin ennustamisen tulevaisuutta. Heidän mukaansa

on mahdollista, että koneoppimisen avulla kilpailuja voidaan tulevaisuudessa ennustaa esimerkiksi keräämällä tietoa uutisista. Paljon käytettyjä koneoppimismalleja ovat muun muassa: keinotekoiset neuroverkot (Artificial neural networks) ja tukivektorikone (Support vector machine).

Artificial neural network (ANN) koostuu kolmenlaisista kerroksista, jotka ovat: syötekerros (input layer), piilokerrokset (hidden layer) ja ulostulokerros (output layer). ANN toiminta perustuu ihmisten aivojen toimintaan. Mallissa data syötetään syötekerrokselle. Syötekerros sisältää tietyn määrän neuroneita, mikä riippuu tulkittavien ominaisuuksien määrästä. Syötekerroksesta data siirtyy piilokerrokseen, jossa lasketaan syötteiden painotettu summa, johon vielä lisätään vakiotermi. Ulostulokerroksessa taas lasketaan summat sen mukaan, että mitä piilokerroksista tulee. Kunkin neuronin summa käytetään aktivointifunktion kautta (Tuominen & Neittaanmäki, 2019).

Support vector machine (SVM) on toinen paljon käytetty koneoppimista hyödyntävä metodi kilpailujen ennustamisessa (Qu ja muut, 2019). Tässä metodissa hyödynnetään niin kutsuttua kernel-metodia, jonka avulla data saadaan jaettua hyvin tehokkaasti kahteen eri osaan, eli tässä tapauksessa kilpailuyrityksiin ja ei-kilpailuyrityksiin. Tästä syystä SVM on erityisen hyvä datan luokittelussa. Shinin ja muiden (2005) mukaan SVM:n luokittelukyky on parhaimmillaan, kun opetettava datasetti on pieni. Heidän mukaansa SVM:n ongelma liittyy tähän samaan asiaan, sillä sen tuottamia tuloksia on haastavaa yleistää, sillä se toimii eri tavalla eri kokoisten aineistojen kanssa.

3 Aikaisemmat tutkimukset

3.1 Varhaiset tutkimukset

Yhden ensimmäisistä konkurssien ennustamisen tutkimuksista teki FitzPatrick vuonna 1932. Tutkimuksessaan hän vertasi kolmeatoista taloudellista tunnuslukua konkurssiin menneistä sekä edelleen toimivista yrityksistä. Tutkimuksen mukaan konkurssin ennustamisessa tärkeimmät tunnusluvut ovat omavaraisuusaste ja nettovelkaantumisaste. Tutkimuksesta selvisi myös, että Current ratio sekä Quick ratio eivät ole niin tehokkaita tunnuslukuja konkurssien ennustettaessa. Myös muut 1900-luvun alkupuoliskon tutkimukset olivat hyvin vastaavanlaisia yksinkertaisia tutkimuksia. Kyseisten tutkimusten ongelma oli niiden yksinkertaisuus, sillä konkurssin uhkaa on vaikea yksinkertaistaa yksittäiseen tunnuslukuun, kuten myöhemmin tässä tutkielmassa tullaan huomaamaan (Bellovary ja muut, 2007, s. 1–4).

Vuonna 1966 Beaver julkaisi tutkimuksen, jossa testattiin yksittäisten tunnuslukujen kykyä ennustaa konkurssien. Tutkimuksen mukaan nettovelkaantumisaste on paras tunnusluku konkurssien ennustamisessa. Beaver laski kyseisen tunnusluvun ennustamiskyvyksi 92 % vuosi ennen konkurssia (Bellovary ja muut, 2007, s. 1–4). Beaverin tutkimuksessa merkittävää oli siinä käytetty vastinparimenettely, jonka avulla pystyttiin eliminoimaan esimerkiksi toimialan, maantieteellisen sijainnin sekä koon vaikutus tuloksista. Beaver kuitenkin pohti tutkimuksessa, että usean tunnusluvun käyttäminen samanaikaisesti voisi olla tehokkain tapa ennustaa konkurssien. Hän ei kuitenkaan koskaan julkaissut kokeellisia tutkimuksiaan usean tunnusluvun yhdistämisestä (Laitinen & Laitinen, 2004).

Varhaisten konkurssien ennustamistutkimusten yleisin ongelma liittyy tiedon vähyyteen ja sen keräämisen haastavuuteen. Yrityksien taloustiedot ovat olleet aikaisemmin huomattavasti epäluotettavampia ja vähemmän läpinäkyviä, vaikka ne eivät ole edelleenkään täydellisiä. Lisäksi vaikka yrityksistä on ollut saatavilla tietoa, niin teknologian kehityksen niukkuuden vuoksi on ollut haastavaa käyttää muita kuin todella

yksinkertaisia malleja. Edellä mainituista syistä varhaiset konkurssien ennustamismallit eivät todennäköisesti ole parhaita kaikista malleista, joita on nykypäivänä saatavilla.

Ensimmäisen merkittävän montaa muuttujaa hyödyntävän mallin julkaisi Edward Altman vuonna 1968. Z-score nimisessä mallissa on käytetty monen muuttujan erotteluanalyysiä. Altman valitsi konkurssiyrityksille vastinparit edelleen toimivista vastaavista yrityksistä. Mallissa Altman käytti viittä muuttujaa. Z-score ei kuitenkaan ollut ensimmäinen monta muuttujaa hyödyntävä malli. Jo 1920-luvulla Alexander Wall käytti usean muuttujan mallia. Kuitenkin jo 1920-luvulla, kuten edelleenkin, menetelmään liittyi ongelmia. On osattava valita, kuinka sekä mitkä muuttujat yhdistetään matemaattisesti. Haastavuutta lisää myös tunnuslukujen painojen valinta (Laitinen & Laitinen, 2004, s. 83–91).

Altman päätyi valitsemaan alustavasti 20 yleisesti käytettyä tunnuslukua. Lopulliseen malliin hän valitsi näistä luvuista viisi lukua. Nämä viisi lukua kattoivat: maksuvalmiuden, kannattavuuden, tuottavuuden, velkaisuuden ja tehokkuuden. Syy näiden tiettyjen tunnuslukujen valinnalle oli muun muassa niiden yleisyys aikaisemmissa tutkimuksissa. Kuten monessa muussakin konkurssin ennustamistutkimuksessa, käytti myös Altman erotteluanalyysiä. Hän päätyi yhdistämään luvut matemaattisesti, mikä tarkoittaa erotteluanalyysin olleen lineaarinen (Laitinen & Laitinen, 2004, s. 83–91, 132–133). Z-score voidaan esittää seuraavasti:

$$Z = 0,012 * (X_1) + 0,014 * (X_2) + 0,033 * (X_3) + 0,006 * (X_4) + 0,999 * (X_5) \quad (1)$$

missä :

X_1 = käyttöpääoma / koko pääoma

X_2 = kertyneet voittovarot / koko pääoma

X_3 = tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma

X_4 = oman pääoman markkina-arvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

X_5 = myynti / koko pääoma

Altman jakoi tutkimuksensa tulosten perusteella Z:n kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat esitetty alla:

$Z > 2,9$	”Safe Zone”
$1,81 < Z < 2,99$	”Gray Zone”
$Z < 1,81$	”Distress Zone”

Altmanin tutkimuksessa yksikään yritys, joka olisi saanut Z:n arvoksi 2,9 tai enemmän, ei mennyt konkurssiin. Eli nämä yritykset olivat Altmanin nimeämällä ”Safe Zonella”. Kun taas kaikki yritykset, jotka saivat Z:n arvoksi vähemmän kuin 1,81 menivät konkurssiin. Nämä yritykset olivat siis taas niin kutsutulla ”Distress Zonella”. Näiden arvojen väliin jäävä alue on niin kutsuttu ”Gray Zone” eli harmaa alue. Harmaalla alueella on sekä konkurssiyrityksiä että terveitä yrityksiä. Altman päätyi valitsemaan Z:n kriittiseksi arvoksi 2,675. Tällä arvolla luokitteluvirhe jäi mahdollisimman pieneksi (Altman 1968; Laitinen & Laitinen, 2004, s. 88–89).

Z-score on iästään huolimatta edelleen paljon käytetty, mutta siihen liittyy kuitenkin joitakin heikkouksia. Yksi siihen liittyvä ongelma on sama kuin varhaisillakin konkurssien ennustamistutkimuksilla, eli tiedon keruun haastavuus. Vaikka tiedon kerääminen oli kehittynyt 1900-luvun jälkipuoliskolle tullessa, oli se kuitenkin yhä huomattavasti haastavampaa kuin mitä se on tänä päivänä. Tästä syystä Altman käsitteli vain 33 konkurssiyritystä. Samasta syystä aineistoa piti kerätä usealta vuodelta. Tämä taas johti siihen, että tutkimuksen tulokset kuvaavat keskiarvoa eri suhdanteiden ja aikakausien yli (Laitinen & Laitinen, 2004).

Huomattavasti tehokkaampi voisi siis olla malli, joka ottaa huomioon tietyn suhdanteen sekä yrityksen erityispiirteitä kuten toimialan. Ilman suhdanteen huomioimista on mahdollista saada hyviä yleistettäviä tuloksia. Kuitenkin parempien tuloksien saaminen voisi olla mahdollista, mikäli malli toteutetaan rajatuimmissa olosuhteissa, kuten tietyllä maantieteellisellä alueella, tietyinä aikakautena sekä tietyllä toimialalla. Suhdanteen

vaikutus voidaan ottaa konkurssin ennustamismalliin mukaan esimerkiksi makrotaloudellisten muuttujien avulla (ks. kappale 2.1.2).

Laajasta suosiostaan huolimatta alkuperäiseen Z-scoren rajallisuus oli se, että se oli käyttökelpoinen vain julkisesti noteerattuihin yhtiöihin. Mallia käytettiin Altmanin alkuperäisessä tutkimuksessa vain teollisuus- ja tuotteita valmistaviin yrityksiin, mikä on ongelmallista, mikäli sitä aiotaan soveltaa myös muunlaisiin yrityksiin. Myöhemmin muun muassa datan saatavuuden parantumisen avulla Altmanilla oli mahdollisuus kehittää malliansa (Altman & Hotchkiss 2006, s. 240).

Vuonna 1983 julkaistussa Z-scoren toisessa versiossa (Z') Altman muutti muuttujaa X₄, joka oli aikaisemmin: *oman pääoman markkina-arvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo*. Uudistetussa mallissa X₄ muutettiin olemaan: *oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo*. Muuttamalla oman pääoman markkina-arvo kirjanpitoarvoksi mahdollisti sen, että mallia voitiin soveltaa myös muihin kuin julkisesti noteerattuihin yhtiöihin (Altman & Hotchkiss 2006, s. 243; Laitinen & Laitinen, 2004, s. 90).

Z-scoren kolmas versio (Z'') julkaistiin vuonna 1995. Tästä mallista poikkeavan teki se, että siinä muuttuja X₅ eli: *myynti / kokopääoma* on jätetty kokonaan pois. X₅:n poisjättämistä perustellaan sillä, että ilman sitä malli sopii paremmin käytettäväksi erilaisiin yhtiöihin toimialasta riippumatta. X₅ siis vaihteli merkittävästi toimialojen mukaan. Kyseisen muuttujan jättäminen pois mallista auttoi myös mallin käyttämisessä muilla kuin Yhdysvaltojen markkinoilla, kuten esimerkiksi kehittyvillä markkinoilla (Altman & Hotchkiss 2006, s. 247). Z-scoren uudet versiot voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$Z' = 0,72 * (X_1) + 0,85 * (X_2) + 0,31 * (X_3) + 0,42 * (X_4) + 1,00 * (X_5) \quad (2)$$

Z' > 2,9	”Safe Zone”
1,23 < Z' < 2,9	”Gray Zone”
Z' < 1,23	”Distress Zone”

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

$Z'' > 2,6$	”Safe Zone”
$1,1 < Z'' < 2,6$	”Gray Zone”
$Z'' < 1,1$	”Distress Zone”

Kuten voidaan huomata, niin muuttujien painot sekä Z:n kategorioiden rajat muuttuivat molemmissa uusissa malleissa. Kehittyviä markkinoita varten Z''-scoreen lisättiin luku +3,25. Luku perustuu yhdysvaltalaisen yritysten Z-scoren mediaaniin. Luvun tarkoituksena on standardisoida tulokset D-luokituksen joukkovelkakirjojen mukaan (Altman & Hotchkiss 2006, s. 248).

Z-score sekä sitä edeltäneet versiot olivat merkittäviä malleja omina aikoinansa. Niiden käyttökelpoisuudesta on myös näyttöä edelleen lähivuosilta, kuten esimerkiksi Káčerin ja muiden (2019) tutkimuksesta selvisi. Kyseisen mallin ennustamiskykyä onkin perusteltua tutkia tämän tutkielman empiirisessä osassa. Z-scoren sekä useiden muiden perinteisten mallien ennustamiskykyissä on havaittu rajoitteita, kun tarkastellaan jotakin tiettyä toimialaa. Esimerkiksi 3.3 kappaleessa käsitellään Giriünien ja muiden (2019) tutkimusta, jossa havaittiin, että konkurssien ennustamismallilla, joka oli luotu rakennusalaan varten saavutettiin parempi ennustamiskyky kuin Z-scorella. Tämän tutkielman empiirisessä osassa voidaankin toistaa soveltuvin osin Giriünien ja muiden (2019) tutkimus, ja tarkastella Z-scoren sekä rakennusalaan varten luodun ennustamismallin ennustamiskykyä, kun käytetään aineistona suomalaisia yrityksiä.

3.2 Suomalaisella aineistolla tehdyt tutkimukset

Suomalaisista konkurssien ennustamisesta urauurtavaa tutkimusta on tehnyt Aatto Prihti (1975). Hänen mukaansa yrityksen toiminnan keskiössä ovat jatkuvat investoinnit, joista muodostuu yksi kokonaisuus. Investointien nettotulojen sekoittuessa niiden alkuperästä on lähes mahdotonta varmistua, jolloin muodostuu lukuisten investointien

yksi kokonaisuus. Yhtä lailla yrityksen sidosryhmät tyypillisesti huolestuvat yhtiön tilasta, jos ne eivät enää luota yhtiön kokonaisuudessaan tuottamiin tuloihin. Sidosryhmät eivät käytännössä pysty arvioimaan juuri heidän oman investointinsa tuottojen mahdollista muutosta (Prihti, 1975, s. 42–47).

Prihti loi väitöskirjassaan kolme hypoteesia liittyen konkurssien ennustamiseen. Prihtin ensimmäinen hypoteesi liittyi yrityksen rahoituksesta syntyvien maksuvaatimusten täyttämiseen. Yrityksen nettotuoton on oltava positiivinen tai sen on saatava lisärahoitusta, muuten sen toiminta loppuu. Hänen toinen hypoteesinsa käsitteli konkurssiajankohdan määrittelyä. Konkurssiajankohta on se hetki, kun lisäluoton tarve on suurempi kuin saatavissa oleva enimmäisluottomäärä. Kolmas hypoteesi liittyi yrityksen eri sidosryhmiltä saatavien lisäluottojen käyttöjärjestykseen. Yrityksen johdon on sitä helpompi ottaa yksipuolista lisäluottoa, mitä heikompi juridinen oikeus sidosryhmällä on saataviinsa (Prihti, 1975, s. 58–59).

Prihtin tutkimus on merkittävä suomalainen tutkimus konkurssien ennustamisesta. Sen hyödyntämiseen nykypäivänä liittyy kuitenkin ongelmia, joista Altmanin Z-scoren tavoin merkittävin on sen ikä. Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää konkurssien ennustamista 2020-luvun Suomessa, jolloin tämän tutkielman soveltaminen suoraan on haasteellista, sillä taloudellinen ympäristö on täysin erilainen nykypäivän Suomessa kuin mitä se oli 1960–1970 luvuilla. Tämän tutkimuksen käyttökelpoisuudesta nykypäivänä ei ole juurikaan näyttöä, kun taas on useita tutkimuksia Altmanin Z-scoren käyttökelpoisuudesta edelleen, kuten esimerkiksi Káčerín ja muiden (2019) sekä Altmanin ja muiden (2017) tutkimukset. Tästä huolimatta tämä tutkimus tukee olennaisesti tämän tutkielman teoriaa, sillä konkurssien realiteetit ovat edelleen samat kuin 50 vuotta sitten. Yritys menee myös nykyisin konkurssiin, jos sen lisäluoton tarve ylittää saatavissa olevan enimmäisluottomäärän.

Toinen merkittävä suomalainen konkurssien ennustamisen tutkija on Erkki Laitinen. Hänen ja Teija Laitisen teosta: ”Yrityksen rahoituskriisin ennustaminen” (2004) on

käytetty runsaasti myös tämän tutkielman lähteenä. Kirjassa käsitellään rahoituskriisejä yleisemmällä tasolla, mutta tähän tutkielmaan siitä pyritään huomioimaan relevantit seikat konkurssiin liittyen.

Laitiset pyrkivät kirjassa luomaan yksinkertaisen mallin yritysten rahoituskriisin ennustamiseksi. Kirjassa aineistona on lähes kaikkien suomalaisten yritysten tilinpäätöstiedot vuosilta 1997–2001 (Laitinen & Laitinen, 2004, s. 274). Aineisto on siis uudempi kuin Prihtin tutkimuksessa, mutta ei silti välttämättä täysin nykyaikaan sopiva. Tästä huolimatta teos tarjoaa hyödynnettävää tietoa myös tämän tutkielman tarkoituksiin.

Laitiset (2004) valitsivat lopulliseen rahoituskriisin ennustamismalliinsa kolme muuttujaa, jotka olivat: quick ratio, rahoitustulos-% ja omavaraisuusaste. Alkuperäisessä tarkastelussa oli kahdeksan eri tunnuslukua, josta nämä kolme soveltuivat parhaiten heidän käytettävissä olevaan aineistoon. Esimerkiksi yrityksen koon vaikutusta ei huomioitu, koska sillä ei nähty olevan lineaarista suhdetta rahoituskriisin todennäköisyyteen. Heidän mallinsa lopullinen erottelufunktio voidaan esittää seuraavasti:

$$Z = -0,634 + 0,026 * \text{quick ratio} + 0,006 * \text{rahoitustulos\%} + 0,024 * \text{omavaraisuusaste} \quad (4)$$

Yllä kuvattu malli luokitteli oikein noin 71 % häiriöllisistä ja häiriöttömistä yrityksistä (Laitinen & Laitinen, 2004, s. 301). Joukkoon sisältyy siis myös lievempiä häiriöyrityksiä kuin ainoastaan konkurssiyrityksiä, mutta tulos antaa kuitenkin suuntaa mallin toimivuudesta yleisellä tasolla. Huomioitavaa on, että mallin ennustamiskyky ei merkittävästi parane verrattuna vain omavaraisuusasteen ennustamiskykyyn, joka oli tarkastelluista muuttujista erottelukyvyltään paras.

Suomalaisella aineistolla on toteutettu varsin niukasti pro gradu -tutkielmia tasokkaampia tutkimuksia. Lisäksi muun muassa edellisissä kappaleissa käsitellyt Prihtin

ja Laitisten mallit ovat jo useita vuosia vanhoja. Edellä mainittujen mallien perusteella ei ole havaittavissa, että suomalaisella aineistolla toteutetut tutkimukset ja mallit eroavaisivat jotenkin merkittävästi kansainvälisistä verrokeistaan. Empirian toteuttamisessa ei siis vaikuta olevan merkitystä valitaanko tarkasteltavaksi malliksi jokin kansainvälisesti yleisesti käytetty malli vai jokin suomalainen malli, vaikka aineisto koostuu suomalaisista yrityksistä.

3.3 Konkurssien ennustaminen rakennusalalla

Tilastokeskuksen (2024) mukaan Suomessa on yhteensä 21 toimialaa. Rakentaminen -toimialaan kuuluu kolme alaluokkaan: talonrakentaminen, maa- ja vesirakentaminen sekä erikoistunut rakennustoiminta. Rakennusalaan kuuluu rakentaminen, jonka yritys tekee omaan laskuun sekä rakentaminen, joka tehdään tilauksesta toiselle sopimusperusteisesti. Toimialoista rakennusalla tehdään määrällisesti eniten konkurssseja Suomessa (Tilastokeskus, 2024).

Rakennusalalla kuten monillakin muillakin toimialoilla on omat erityispiirteensä. Ahosen ja muiden (2020) Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisun mukaan Suomen rakennusalan yksi erityispiirteistä on sen kotimarkkinaluonne. Rakennusalan tuotantoa on haastavaa viedä ulkomaille, erityisesti huomioiden Suomen maatieteellinen sijainti. Tämä onkin saattanut vaikuttaa rakennusalan kohtalaisen hitaaseen kykyyn uudistua. Rakennusalan yritysten asiakkaiden rajoituttua lähinnä Suomeen ovat kasvumahdollisuudet varsin rajalliset. Rakentamiselle on ollut merkittävää kysyntää Suomessa toisen maailmansodan loppumisesta alkaen. Tällöin on muun muassa pitänyt järjestää asuntoja evakoiksi muuttaneille. Lisäksi kasvanut väestö sekä kaupungistumien on osaltaan lisännyt rakentamisen tarvetta. Julkaisun mukaan rakennusala kuuluu kuitenkin nykyisin niin sanottuihin kypsiin toimialoihin. Vaikka kaupungistuminen jatkuu edelleen, niin suurin kysyntä rakentamiselle on takanapäin. Tulevaisuudessa rakennusalalla merkittävää onkin muun muassa korjausrakentaminen sekä ympäristöystävällinen rakentaminen.

Giriünien ja muiden (2019) mukaan rakennusallalla useat tunnusluvut poikkeavat keskimäärin verrattuna muihin toimialoihin. Tähän vaikuttavat muun muassa tyypillisesti pitkät sopimukset sekä ennakkomaksut. Kun rakennusalan yritys saa ennakkomaksuja rakennusprojektia varten, maksu kirjautuu taseella vastattavaa puolelle velaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että muun muassa velkaantuneisuuden tunnusluvut heikkenevät. Rakennusalan yritykset eroavat keskenään siinä, että osa yrityksistä toimii omalla rahoituksella, kun taas osa yrityksistä saa rahoituksen asiakkailta. Soutan ja muiden (2022) mukaan rakennusalan konkurssien ennustamisessa on tärkeää ottaa huomioon alan syklisyys. Toimialan syklinen luonne tuokin oman haasteensa ennustamiseen. On siis pohdittava, kuinka rakennusalan syklinen luonne voitaisiin ottaa huomioon konkurssien ennustamisessa.

Rakennusalan konkurssien ennustamista omana toimialanaan ei ole juurikaan tutkittu Suomessa lukuun ottamatta pro gradu -tasoisia tutkielmia. Maailmalla tällaisia tutkimuksia on tehnyt joitakin erityisesti viimeisten vuosien aikana. Yksi näistä tutkimuksista on Giriünien ja muiden (2019) tekemä tutkimus, joka toimii tämän tutkielman esikuvana. Tutkimuksessa selvitettiin rakennusalan konkurssien ennustamista Liettuassa. Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat johdettu kyseisen tutkimuksen tutkimuskysymyksistä.

Tutkimuksessa tutkittiin kolmea tutkimuskysymystä. Ensimmäinen liittyi konkurssien ennustamiseen makrotaloudellisten muuttujien avulla. Tutkimuksesta selvisi, että kun aineistona olivat liettualaiset rakennusalan yritykset, niin makrotaloudellisilla muuttujilla pystyttiin ennustamaan konkurssreja. Tutkimuksessa selvitettiin usean makrotaloudellisen muuttujan ja konkurssien määrän yhteyttä. Testatut muuttujat olivat bruttokansantuote, inflaatio, työttömyysaste, yritysten määrä, myönnetyt lainat, keskipalkka, korkotaso sekä tuonin ja viennin suhde. Lisäksi rakennusalaan liittyen tarkasteltiin seuraavia muuttujia: kiinteistöjen hinnan muutos, rakennusmateriaalien hinta ja rakentamisen volyymi. Eniten korreloivat muuttujat olivat rakennusmateriaalien hinta, työttömyysaste sekä kiinteistöjen hinnan muutos. Tässä tutkielmassa tullaan

testaamaan suomalaisessa ympäristössä edellä mainittuja muuttujia, jotta saadaan selville, että korreloivatko samat muuttujat.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa valittiin sopiva perinteinen ennustamismalli. Kriteereinä olivat tehokkuus, käytettävyys sekä luotettavuus valitulla toimialalla. Tutkimuksessa verrattiin 11:sta eri mallia, joita olivat muun muassa Altmanin Z-score (1968) sekä Butkus ja muut (2014). Edellä mainituista jälkimmäinen valikoitui käytettäväksi kolmannen vaiheeseen ja lopulliseen malliin. Tutkimuksessa perustellaan useiden mallien, kuten Altmanin Z-scoren, hylkäämistä, sillä että ne on alun perin luotu huomioimatta toimialojen erityispiirteitä. Kuitenkin Altmanin (1993) Z'' mallia muutettiin, niin että se sopisi erilaisille yrityksille toimialasta riippumatta. Kyseisen mallin soveltaminen tämän tutkielman tarkoitukseen voisi siis olla perusteltua. Lisäksi hylätyissä malleissa ei ollut huomioitu eri maiden talouksien erityispiirteitä. Tämän tutkielman tekohetkellä ei ole saatavilla mallia, joka olisi luotu suomalaisille rakennusalan yhtiöille.

Butkusin ja muiden (2014) mallissa tutkimusmenetelmänä käytettiin logistista regressioanalyysiä. Giriünien ja muiden (2019) mukaan kyseisen mallin hyviä puolia on sen sopeutuminen nopeasti muuttuvaan talousympäristöön. Mallin huono puoli on taas sen huonompi ennustamistarkkuus yli yksi vuotta ennen konkurssia verrattuna monen muuttujan erotteluanalyysiin, kuten Altmanin Z-scoreen. Huomioitavaa on kuitenkin, että Butkusin ja muiden (2014) malli on alun perin luotu liettualaisille yrityksille.

Myös Sousa ja muut (2022) ovat tutkineet rakennusalan yritysten konkurssien ennustamista. Kyseisessä tutkimuksessa käytettiin aineistona portugalilaisia yrityksiä. Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen tavoin tässä tutkimuksessa käytettiin yhtiökohtaisten taloudellisten muuttujien lisäksi makrotaloudellisia muuttujia. Tässäkin tutkimuksessa käytettiin logistista regressioanalyysiä. Erona kuitenkin on se, että logistisen regressioanalyysin lisäksi käytettiin pääkomponenttianalyysiä eli Principal Component Analysis (PCA). PCA:n avulla pyrittiin valitsemaan muuttujat, jotka selittivät

suurimman osan aineiston varianssista. Metsämuurosen (2009) mukaan pääkomponenttianalyysi sopii parhaiten tilanteisiin, joissa pyritään tiivistämään informaatiota sekä vähentämään muuttujien määrää. Makrotaloudellisista muuttujista ennustamistarkkuutta paransivat bruttokansantuote sekä uusien yritysten määrä. Huomioitavaa on, että Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa bruttokansantuote oli yksi makrotaloudellisista muuttujista, joita ei valittu lopulliseen malliin sen huonon ennustamiskyvyn takia.

Karas ja Srbová (2019) toteuttivat tutkimuksen tšekkiläisten rakennusalan yritysten konkurssien ennustamisesta. Sousan ja muiden (2022) sekä Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksista poiketen tässä tutkimuksessa ei huomioitu makrotaloudellisia muuttujia. Tutkimuksessa verrattiin kuuden perinteisen mallin kykyä ennustaa rakennusalan yritysten konkurssseja. Yhtäkään kyseisestä kuudesta mallista ei ollut suunniteltu rakennusalaan varten. Yksi malleista oli Altmanin Z'-score. Tutkimuksessa verrattiin näitä malleja uuteen malliin, joka muodostettiin 35 tunnusluvun perusteella hyödyntäen aikaisempia tutkimustuloksia. Tutkimuksesta selvisi, että uusi malli tuotti tarkempia ennustamistuloksia kuin aikaisemmat mallit, joita ei ollut luotu rakennusalan yrityksiä varten.

Tutkimuksessa kehitetty malli voidaan esittää seuraavasti:

$$M = 20,8 * EAT/TA - 12,054 * EBIT/TA + 3,116 * RE/TA - 2,399 * CL/S \quad (5)$$

missä :

EAT = nettotulos

TA = koko pääoma

EBIT = tulos ennen veroja ja korkoja

RE = kertyneet voittovarot

CL = lyhytaikaiset velat

S = liikevaihto

Tutkimuksessa todetaan, että mikäli M on suurempi kuin $-0,6$, yritys on konkurssiuhan alla. Muussa tapauksessa mallin mukaan uhkaa konkurssille ei ole. Malli luokitteli oikein konkurssiyrityksistä $87,71\%$ ja ei-konkurssiyrityksistä $77,28\%$. Uuden luodun mallin luokittelukyky oli siis parempi kuin vertailtujen muiden mallien. Esimerkiksi Altmanin Z-scoreen verrattuna Karaksen ja Srbován malli eroaa siinä, että siinä huomioidaan vaihtomaisuuden määrä. Rakennusalalla tällä on merkitystä, kun taas useilla muilla toimialoilla sen merkitys on vähäisempi. Lisäksi mallissa ei ole huomioitu oman pääoman ja vieraan pääoman suhdetta, joka on taas mukana Z-scoressa. Rakennusala on pääomaintensiivinen toimiala, joten alan yritykset ovat tyypillisesti velkaantuneempia, kuin useiden muiden toimialojen verrokit. On siis perusteltua, että rakennusala varten luodussa mallissa tämä otetaan huomioon.

3.4 Yhteenveto ja hypoteesien muodostaminen

Vaikka konkurssien ennustaminen on paljon tutkittu aihe, niin tarve uusille tutkimuksille uudella näkökulmalla sekä aineistolla on ilmeinen. Useat aikaisemmat tutkimukset ovat toteutettu nyt jo useita vuosia vanhalla aineistolla. Lisäksi suomalaisella aineistolla toteutettuja tutkimuksia on tehty hyvin vähän. Suurin osa aikaisemmista tutkimuksista keskittyy konkurssien ennustamiseen yleisellä tasolla. Kuitenkin toimialakohtaisesti toteutetut tutkimukset ovat monesti osoittaneet, että vain tiettyyn toimialaan keskittymällä voidaan saavuttaa parempia ennustamistuloksia.

Aikaisemmista tutkimuksista on havaittavissa, että makrotaloudellisilla muuttujilla on merkitystä, kun pyritään ennustamaan rakennusalan yritysten konkurssia. Giriūnien ja muiden (2019) tutkimuksessa havaittiin, että tietyillä makrotaloudellisilla muuttujilla sekä konkurssien määrällä tietyssä aikana oli yhteys. Tutkimuksesta saatiin myös selville, että perinteisen konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky parani, kun siinä huomioitiin makrotaloudellisia muuttujia. Vastaavaan lopputulokseen päätyivät myös Sousa ja muut (2022). Aikaisempien tutkimuksien perusteella pystytään muodostamaan ensimmäinen sekä kolmas hypoteesi:

H_1 = Konkursseja voidaan ennustaa makrotaloudellisten muuttujien avulla.

H_3 = Perinteisen konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky paranee, kun siinä huomioidaan makrotaloudellisia muuttujia.

Giriūniene ja muut (2019) vertasivat tutkimuksessaan konkurssien ennustamismalleja, jotka oli luotu rakennusalaan varten sekä malleja, jotka oli luotu kaikille toimialoille. Tutkimuksessa selvisi, että vertailuista malleista rakennusalaan varten luodulla mallilla oli paras ennustamiskyky, kun aineistona oli rakennusalan yritykset. Karas ja Srbová (2019) tulivat myös vastaavaan lopputulokseen verratessaan kuutta rakennusalaan suunnittelematonta mallia sekä rakennusalaan itse kehittämäänsä mallia. Tutkimusten perusteella pystytään muodostamaan toinen hypoteesi:

H_2 = Rakennusalaan varten luodun konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky on parempi kuin mallin, jota ei ole luotu rakennusalaan varten, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset.

4 Aineisto ja menetelmät

Alla olevassa kuviossa 4 on esitetty tutkimuksen toteuttamisen eri vaiheet. Tutkimuksen toteuttamisessa seurataan soveltuvin osin Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen etenemistä. Aineiston keräämisen ja esittelyn jälkeen siirrytään kuvaileviin analyysihin, joissa pyritään muun muassa selvittämään muuttujien välisiä yhteyksiä sekä eroja konkurssi- sekä toimivien yritysten välillä.

Seuraavassa vaiheessa tarkastellaan, että mitkä makrotaloudellisista muuttujista korreloivat konkurssien määrän kanssa. Muuttujista jatkoon valitaan ne muuttujat, joiden korrelaatio konkurssien määrän kanssa toteuttaa seuraavat ehdot: korrelaatiota mittaava p-arvo on alle 0,05 sekä korrelaatiokerroin on $>|0,4|$. Seuraavaksi ehdot toteuttaneista muuttujista muodostetaan lineaariset regressioyhtälöt, joiden avulla selitetään konkurssien määrää. Regressioyhtälön voidaan todeta olevan tilastollisesti merkitsevä, mikäli seuraavat ehdot toteutuvat: $R^2 > 0,60$ sekä p-arvo alle 0,01. Ehdot toteuttavien muuttujien avulla voidaan todeta pystyvän ennustamaan konkurseja. Kaikki ehdot toteuttaneista makrotaloudellisista muuttujista muodostetaan lopullinen regressiomalli. Tässä vaiheessa pyritään saamaan vastaus ensimmäiseen hypoteesiin.

Seuraavaksi verrataan kahta perinteistä konkurssin ennustamismallia, joissa aineistona on vain tuloslaskelmalta ja taseelta johdettavia eriä ja tunnuslukuja. Toinen malleista on suunniteltu rakennusalaan varten, kun taas toinen on suunniteltu kaikille yrityksille. Tässä vaiheessa pyritään saamaan vastaus toiseen hypoteesiin. Viimeisessä vaiheessa pyritään löytämään vastaus kolmanteen hypoteesiin. Tässä vaiheessa yhdistetään paremmaksi todettu perinteinen ennustamismalli sekä makrotaloudellisista muuttujista muodostettu lineaarinen regressiomalli.



Kuvio 4. Tutkielman kulku (mukaillen Giriüniene ja muut, 2019).

4.1 Tutkimusaineisto

Tutkielmassa käytettävä aineisto on kerätty useista eri lähteistä. Empiriavaiheen ensimmäisessä vaiheessa käytetyt makrotaloudelliset muuttujat on kerätty eri viranomaislähteistä. Kaikki makrotaloudelliset muuttujat on haettu ajalta 2014–2023. Korkotason mittarina käytetään 12 kuukauden Euriborkorkoa, joka on haettu Suomen Pankin tietokannasta. Elinkustannusindeksi, bruttokansantuote, työttömyysaste, rakennuskustannusindeksi sekä asuntojen hintojen muutoksen tiedot ovat haettu tilastokeskuksen tietokannoista.

Tutkielmassa käytetty tilinpäätösdata on kerätty Bureau Van Dijk:n Orbis -tietokannasta. Tutkielman aineistoksi valittiin suomalaiset rakennusalan yhtiöt. Tilinpäätösaineisto on kerätty yrityksistä, jotka ovat menneet konkurssiin vuosien 2020–2024 aikana.

Tutkielman tekohetkellä vuosi 2024 on vielä kesken, joten kaikkia kyseisen vuoden aikana konkurssiin menneitä yhtiöitä ei ole mukana aineistossa. Myös 2024 alkuvuodesta konkurssiin menneet yhtiöt haluttiin kuitenkin ottaa mukaan tutkielmaan, jotta aineistosta saatiin mahdollisimman kattava.

Haku tehtiin siis yhtiöistä, joiden viimeinen saatavilla oleva tilikausi oli välillä 2019–2023. Yhtiöistä tuli olla saatavilla tilinpäätöstietoja vähintään kolmelta tilikaudelta. Valitut yritykset rajattiin lisäksi yhtiömuodon perusteella, joten käytettävään aineistoon valittiin ainoastaan osakeyhtiöitä, sillä niistä on saatavilla niitä muuttujia, joita tähän tutkielmaan tarvitaan. Lisäksi aineiston rajaaminen vain yhteen yhtiömuotoon helpottaa yhtiöiden vertailua keskenään. Kaikkien yhtiöiden tilikausien pituuden tuli olla kalenterivuosi. Tällöin aineistoon valikoituneet yhtiöt ja niiden tilikaudet olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään.

Edellä mainituin rajauksien puitteissa pystyttiin muodostamaan aineisto, joka koostui yhteensä 418 konkurssiyrityksestä. Jokaisesta kyseisistä yrityksistä ei ollut saatavilla kaikkia tunnuslukuja, joita tarvitaan tämän tutkielman toteuttamiseen. Lopulliseen aineistoon valittiin vain ne yritykset, joista oli saatavilla kaikki tarvittavat tunnusluvut, jolloin yritysten määrä oli 345. Seuraavaksi karsittiin pois ne yhtiöt, joista ei ollut saatavilla tietoja kolmelta tilikaudelta. Tämän jälkeen yhtiöitä oli jäljellä 221. Yhä toiminnassa olevia yrityksiä samoilla kriteereillä löytyi yhteensä 7 352 kappaletta. Usein saman aihepiirin tutkimuksissa valitaan toimivia yrityksiä sama määrä kuin konkurssiyrityksiä. Kahden ennustamismallin vertaamista varten päätettiin valita kaikki soveltuvat toimivat yritykset, jotta malleja voidaan testata mahdollisimman suurella aineistolla. Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty aineiston karsinnan vaiheet.

Taulukko 1. Aineiston karsinta.

<u>Yritykset</u>	<u>Konkurssiyritykset</u>	<u>Toimivat yritykset</u>
Yrityksiä alussa	418	19 398
Puuttuu tunnuslukuja	-73	-6 817
Puuttuu tilikausia	-124	-5 229
Yrityksiä lopussa	221	7 352

4.2 Tutkielman muuttujat

4.2.1 Tilinpäätösmuuttujat

Tutkielmassa käytettäviksi tilinpäätöksestä johdettaviksi muuttujiksi valittiin ne muuttujat, joita on käytetty Karaksen ja Srbován (2019) mallissa sekä Altmanin (1995) Z''-scoressa. Z-scoren kolmas versio, Z''-score, valittiin alkuperäisen Z-scoren sijasta sen takia, koska alkuperäinen malli oli suunniteltu pörssilistatuille valmistavalla toimialalla toimiville yrityksille.

Alla olevassa taulukossa 2 on lueteltu kaikki kyseisissä malleissa käytetyt muuttujat. Neljä ensimmäistä muuttujaa on Karaksen ja Srbován (2019) mallista. Mallissa käytetyistä muuttujista on muodostettu Y-muuttujat. Tämän avulla on pyritty selkeyttämään muuttujien esittämistä sekä niiden vertailtavuutta muiden muuttujien kanssa. Neljä jälkimmäistä X-muuttujaa ovat Altmanin Z''-scoresta.

Taulukko 2. Tilinpäätöksestä johdetut muuttujat.

Muuttuja	Laskukaava
Y1	Nettotulos / koko pääoma
Y2	Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma
Y3	Kertyneet voittovarot / koko pääoma
Y4	Lyhytaikaiset velat / liikevaihto
X1	Käyttöpääoma / koko pääoma
X2	Kertyneet voittovarot / koko pääoma
X3	Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma
X4	Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Karaksen ja Srbován (2019) mallin Y1- ja Y2 -muuttujat mittaavat molemmat koko pääoman tuottoastetta. Heidän mallissaan nettotulosta mittaava Y1 on mallissa mukana positiivisella kertoimella, kun taas tulosta ennen korkoja ja veroja mittaava Y2 on mukana pienemmällä negatiivisella kertoimella. Käytännössä mallissa on siis mukana näiden kahden muuttujan erotus, siten että nettotuloksen paino mallissa on suurempi. Tämän perusteella voitaisiin siis päätellä, että mallin mukaan nettotuloksella olisi enemmän vaikutusta, kun ennustetaan yhtiön ajautumista konkurssiin. Tämä saattaisi johtua siitä, että nettotulos vaikuttaa suoraan rahamäärään, joka yhtiölle jää itselleen.

Kolmas muuttuja, Y3, on kertyneiden voittovarojen suhde koko pääomaan. Kyseisellä muuttujalla voidaan siis yksinkertaistetusti mitata sitä, että miten yritys on historiallisesti menestynyt. Mikäli yhtiö on pärjännyt aikaisempina vuosina hyvin, niin kertyneitä voittovaroja on ehtinyt kumuloitua. Kertyneet voittovarot toimivat tavallaan puskurina. Mikäli kertyneitä voittovaroja on runsaasti, niin taloudellisesti haastavampina aikoina mahdollisia tappioita voidaan kattaa niiden avulla. Tyypillisesti kuitenkin kertyneet voittovarot ovat konkurssiyrityksillä negatiiviset, kuten voidaan huomata myöhemmin tässä tutkielmassa (ks. kappale 5.1).

Neljäs muuttuja, Y4, poikkeaa olennaisesti muista muuttujista, sillä siinä käytetään jakajana liikevaihtoa koko pääoman sijaan. Kyseisellä muuttujalla voidaan mitata yhtiön tarvetta generoida liikevaihtoa lyhytaikaisten velkojen maksamiseksi. Muuttujalla voidaan siis mitata yhtiön lyhyen aikavälin taloudellista tilannetta ja likviditeettiä. Muuttujaa ei vaikuta olevan käytetty juurikaan aikaisemmissa konkurssin ennustamistutkimuksissa, mikä tekeekin siitä uniikin.

Kuten aikaisemmin tässä tutkielmassa on käsitelty, niin Altmanin Z'' -score sisältää neljä muuttujaa. X1 eli käyttöpääoman suhde koko pääomasta. Käyttöpääoma lasketaan vähentämällä lyhytaikaisista varoista lyhytaikaiset velat. Kyseinen muuttuja on maksuvalmiutta mittaava tunnusluku. Karaksen ja Srbován (2019) mallin Y4 muuttuja on siis lähes vastaava kuin Altmanin X1.

Muitakin yhtäläisyyksiä kahden mallin muuttujien välillä löytyy. X2 ja Y3 muuttujat ovat identtiset. Kyseiset muuttujat siis lasketaan jakamalla kertyneet voittovarot koko pääomalla. Myös muuttujat X3 ja Y2 ovat identtiset. Eli nämä lasketaan jakamalla tulos ennen korkoja ja veroja koko pääomalla. Kahden mallin välillä siis useita samoja muuttujia. Tähän vaikuttaa se, että Karas ja Srbová (2019) valitsivat malliinsa muun muassa muuttujia, joita oli käytetty aikaisemmissa saman aihepiirin tutkimuksissa.

Z'' -scoren viimeinen muuttuja on X4, joka lasketaan jakamalla oman pääoman kirjanpitoarvo vieraan pääoman kirjanpitoarvolla. Altmanin (1986) mukaan kyseinen muuttuja mittaa sitä, kuinka paljon omalla pääomalla on varaa laskea, kunnes se alittaa vieraan pääoman arvon. Karaksen ja Srbován (2019) mallissa ei ole vastaavaa muuttujaa. Esimerkiksi juuri tämä muuttuja tekee eroa näiden kahden mallin välille.

4.2.2 Makrotaloudelliset muuttujat

Makrotaloudellisiksi muuttujiksi valittiin ne muuttujat, joiden korrelaatio konkurssien määrän kanssa havaittiin tilastollisesti merkitseviksi Giriünien ja muiden (2019)

tutkimuksessa. Kyseiset muuttujat olivat rakennuskustannusindeksi, työttömyysaste sekä asuntojen hintojen muutos. Näiden lisäksi tässä tutkielmassa on valittu tarkasteltavaksi makrotaloudellisia muuttujia, joita testattiin myös Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa sekä muissa saman aihepiirin tutkimuksissa. Alla olevassa taulukossa 3 on esitetty tutkielmassa käytetyt makrotaloudelliset muuttujat.

Taulukko 3. Makrotaloudelliset muuttujat.

Muuttujan lyhenne	Muuttuja
KORKO	Korkotas
EKI	Elinkustannusindeksi
BKT	Bruttokansantuote
TA	Työttömyysaste
RKI	Rakennuskustannusindeksi
AHM	Asuntojen hintojen muutos

Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa käytettyjen rakennuskustannusindeksin, työttömyysasteen sekä asuntojen hintojen muutoksen lisäksi tähän tutkielmaan otettiin mukaan kolme muuta makrotaloudellista muuttujaa. Nämä ovat yllä olevassa taulukossa näkyvät korkotas, kuluttajahintaindeksi ja bruttokansantuote. Myös kaikkia edellä mainittuja muuttujia tarkasteltiin kyseisessä tutkimuksessa. Kuitenkaan niiden korrelaatiota konkurssien määrän kanssa ei havaittu tilastollisesti merkitseväksi, joten niitä ei otettu mukaan lopulliseen regressiomalliin.

Korkotason mittaamisessa käytettiin 12 kuukauden Euriborkorkoa. Korkotasolla on merkittävä vaikutus yritysten toimintaan. Tyypillisesti korkea korkotas vaikeuttaa muun muassa investointien tekemistä. Elinkustannusindeksi kuvastaa hintojen kehitystä sekä inflaation tasoa. Bruttokansantuotteella mitataan Suomen talouden kokonaistuotantoa. Työttömyysaste on mittari, joka kuvastaa työmarkkinoiden tilannetta. Rakennuskustannusindeksi on elinkustannusmittarin kaltainen indikaattori, joka mittaa

rakentamiseen liittyvien kustannusten kehitystä. Asuntojen hintojen muutoksen mittariksi valittiin vanhojen osakeasuntojen hintojen muutos, sillä niistä oli saatavilla parhaiten aineistoa.

Tähän tutkielmaan valitut makrotaloudelliset muuttujat ovat käytettyjä myös muissa saman aihepiirin tutkimuksissa. Esimerkiksi Kanapickienė ja muut (2023) selvittivät tutkimuksessaan rakennusalan konkurssien ennustamista liettualaisella aineistolla. Tutkimuksessaan he käyttivät muun muassa bruttokansantuotetta, inflaatiota eli elinkustannusindeksiä, asuntojen hintojen muutosta, rakennuskustannusindeksiä ja työttömyysastetta. Eli ainoa muuttuja, jota tässä tutkimuksessa ei siis käytetty, oli korkotasoa. Korkotason mukaan ottaminen tähän tutkielmaan on kuitenkin perusteltua muun muassa sen takia, että rakennusalan yritykset ovat tyypillisesti hyvin riippuvaisia ulkoisesta rahoituksesta, jolloin korkotasolla on olennainen merkitys niiden toiminnan kannalta.

Sousa ja muut (2022) selvittivät tutkimuksessaan rakennusalan konkurssien ennustamista portugalilaisella aineistolla. Makrotaloudellisista muuttujista he selvittivät muun muassa bruttokansantuotteen, korkotason, inflaation ja työttömyysasteen vaikututusta konkurssien todennäköisyyteen. Näistä muuttujista bruttokansantuotteella havaittiin olevan yhteys konkurssien todennäköisyyteen.

4.3 Tutkielman menetelmät

Tutkielman empiirisessä osuudessa hyödynnetään erilaisia tilastollisia menetelmiä. Makrotaloudellisista muuttujista muodostetaan itse lineaarinen regressioanalyysi. Tämän lisäksi testataan suomalaisella aineistolla Karaksen ja Srbován (2019) mallia sekä Altmanin (1995) Z'' -scorea, jotka hyödyntävät monen muuttujan erotteluanalyysiä.

Mallien ennustamiskyvyn vertaamisessa tullaan käyttämään McNemarin testiä. Metsämuurosen (2009, s. 1002–1007) mukaan McNemarin testi on menetelmä, jonka

avulla voidaan vertailla kahden ryhmän tulosten eroamista toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Menetelmä sopii tähän tutkimusasetelmaan, koska tulokset ovat binäärisessä muodossa (1 – konkurssiyritys tai 0 – toimiva yritys). Menetelmässä verrataan niiden tapauksia lukumäärää, joissa toinen malli luokittelee havainnon oikein ja toinen väärin. Testin tuloksista saadaan p-arvo, jonka perusteella voidaan todeta, että olisiko havaitut erot voineet syntyä sattumalta. Mikäli p-arvo on alle 0,05, niin mallien tulosten eroja voidaan pitää tilastollisesti merkitsevinä.

Regressioanalyysi on tilastollinen menetelmä, jota on käytetty useissa konkurssien ennustamistutkimuksissa (esimerkiksi Beaver, 1966; Ohlson, 1980). Beaver käytti tutkimuksessaan lineaarista regressioanalyysiä, kun taas Ohlson käytti logistista regressioanalyysiä. Logistisen regressioanalyysi soveltuu tilanteisiin, jossa tapahtuman tulos on kyllä – ei -muodossa. Eli tässä tapauksessa konkurssissa – ei konkurssissa. Tässä tutkielmassa sovelletaan lineaarista regressioanalyysiä Giriūnien ja muiden (2019) tavoin, kun pyritään selvittämään makrotaloudellisten muuttujien konkurssin ennustamiskykyä. Selitettävä muuttuja on konkurssien määrä tiettyä vuotena. Lineaarisen regressioanalyysin avulla pyritään selvittämään, että pystyykö makrotaloudellisten muuttujien avulla selittämään konkurssien määrää.

4.3.1 Lineaarinen regressioanalyysi

Lineaarinen regressioanalyysi on tilastollinen tutkimusmenetelmä, jossa pyritään selittämään yhden tai usean selittävän muuttujan avulla yhtä selitettävää muuttujaa (Metsämuuronen, 2009, s. 711, 721). Tämän tutkielman tapauksessa usean makrotaloudellisen muuttujan avulla pyritään selvittämään konkurssien määrää tiettyä vuotena.

Lineaarisen regressioanalyysin kaava voidaan esittää yksinkertaisimmillaan seuraavasti:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

missä :

β_0 = vakiotermi

β_1 = kerroin

X_i = selittävä muuttuja

ε_i = residuaali

Yllä olevassa kaavassa 6 on siis esitetty regressiomalli, jossa on vain yksi selittävä muuttuja. Tyypillisesti selittäviä muuttujia on useita, jolloin niitä sekä niiden kertoimia lisätään malliin. Vakiotermi β_0 kuvaa Y-muuttujan arvoa silloin, kun X-muuttujan arvo on nolla. Kertoimet β taas lasketaan pienimmän neliösumman menetelmällä. Laskeminen tai optimointi tapahtuu, niin että selittymättömän vaihtelun neliö jää mahdollisimman pieneksi. Residuaali ε mittaa regressiomallin jäännösvirhettä. Residuaali on siis mallin ennustuksen sekä todellisen tuloksen erotus (Metsämuuronen, 2009, s. 714–717).

Regressiomallin hyvyttä eli sen ennustuskykyä voidaan arvioida eri tavoin. Ensinnäkin jokaisen yksittäisen kertoimen osalta voidaan tarkastella, että eroaako se tilastollisesti merkittävästi nolasta. Mikäli kerroin ei merkittävästi eroa nolasta, eli siis toisin sanoen on nolla, muuttuja ei kykene selittämään perusjoukon vaihtelua. Tällaisessa tilanteessa muuttuja voidaan poistaa mallista, sillä se ei kykene selittämään selitettävää muuttujaa. Kertoimen merkitsevyys voidaan laskea niin sanotun t-testin avulla (Metsämuuronen, 2009, s. 717).

Mallin selitysasteen eli R^2 avulla voidaan mitata, että kuinka monta prosenttia malli kykenee selittämään selitettävän muuttujan vaihtelusta. Esimerkiksi R^2 arvo 1 tarkoittaisi, että malli kykenee selittämään selitettävän muuttujan vaihtelusta 100 %. R^2 lasketaan jakamalla regressiomallin selittämä vaihtelu kokonaispoikkeamalla. Lisäksi on mahdollista käyttää korjattua selitysosuutta R^2_{adj} , mikä ottaa huomioon lisäksi muuttujien määrän sekä otoskoon (Metsämuuronen, 2009, s. 719–720).

4.3.2 Erotteluanalyysi

Tässä tutkielmassa tullaan testaamaan Karaksen ja Srbován (2019) mallin sekä Altmanin (2017) Z'' -scoren ennustamiskykyä, kun aineistona on suomalaiset rakennusalan yritykset. Menetelmänä molemmissa malleissa on käytetty monen muuttujan erotteluanalyysiä. Monen muuttujan erotteluanalyysi eli Multiple Discriminant Analysis (MDA) tai yleisesti erotteluanalyysi eli Discriminant Analysis (DA) on tilastollinen menetelmä, jossa pyritään löytämään selittävästä muuttujista sellainen kombinaatio, jolla voidaan erotella kaksi ryhmää toisistaan (Metsämuuronen, 2009, s. 851).

Erotteluanalyysi on kaksivaiheinen prosessi, jonka ensimmäisessä vaiheessa luodaan erottelufunktiot sekä tehdään tarvittavat testaukset. Toisessa vaiheessa muodostettujen erottelufunktioiden ennustamiskykyä testataan. Ennustamiskykyä arvioidaan sen perusteella, että pystyykö erottelufunktio luokittelemaan aineiston havainnot oikeaan ryhmään (Metsämuuronen, 2009, s. 851).

Erotteluanalyysin kaava voidaan esittää esimerkiksi seuraavasti:

$$Z_i = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n \quad (7)$$

missä :

a_i = kerroin

X_i = selittävä muuttuja

Erotteluanalyysin kaava on siis hyvin yksinkertainen lineaarikombinaatio. Selitettäviä muuttujia sekä niiden kertoimia vain summataan toisiinsa. Metsämuuronen (2009, s. 856) mukaan erotteluanalyysiin mukaan otettavia muuttujia voidaan valita malliin tyypillisesti neljällä eri tavalla: askeltavalla, lisäävällä, pakottavalla tai poistavalla menetelmällä.

Erotteluanalyysi toimii parhaiten tilanteessa, jossa on useita selittäviä tekijöitä sekä yksi luokittelumuuttuja. Erotteluanalyysi toimii tilanteissa, joissa ryhmien koot eivät

välttämättä ole yhtä suuret (Metsämuuronen, 2009, s. 852–853). Tästä esimerkkinä on juuri konkurssin ennustaminen. Tyypillisesti konkurssissa olevia yrityksiä on huomattavasti vähemmän kuin toimivia yrityksiä.

Erotteluanalyysiin liittyy joitakin rajoituksia sekä oletuksia. Yksi merkittävimmistä rajoituksista on se, ettei aineistossa saa olla merkittävästi muista havainnoista poikkeavia havaintoja eli outliereita. Toinen rajoitus tai oletus liittyy havaintojen määrään. Vähimmäisvaatimus on se, että kussakin ryhmässä tulisi olla havaintoja vähintään yhtä paljon kuin selittäviä muuttujia on. Tyypillisesti tätä määrää kuitenkin pidetään monesti liian pienenä. Jotta tuloksia voidaan pitää yleistettävänä, niin havaintoja tulisi olla ainakin viisi kertaa enemmän kuin selittäviä muuttujia on (Metsämuuronen, 2009, s. 853).

5 Tulokset

Tutkimus suoritettiin SAS Enterprise Guide 7.1 -ohjelmalla. Ensimmäiseksi käydään läpi makrotaloudellisten- sekä tilinpäätösmuuttujien kuvailevat luvut. Tämän jälkeen valikoidaan makrotaloudelliset muuttujat, jotka valitaan regressiomalliin. Seuraavassa vaiheessa tarkastellaan kahden vertailun perinteisen konkurssin ennustamismallin tuloksia. Lopuksi tarkastellaan mallin tuloksia, joissa on yhdistetty makrotaloudellisista muuttujista muodostettu regressiomalli sekä perinteinen ennustamismalli.

5.1 Aineistojen kuvailu

Alla olevassa taulukossa 4 on esitetty makrotaloudellisten muuttujien kuvailevat tiedot. Tietojen perusteella aineistoista voidaan tehdä joitakin yleisiä havaintoja sekä tarkastella aineiston oikeellisuutta ja täydellisyyttä. Elinkustannusindeksi ja rakennuskustannusindeksi ovat esitetty indeksilukuina, niin että vuosi 2000 oli perusvuosi eli indeksiluku 100. Kun tämä otetaan huomioon, näiden muuttujien minimi- sekä maksimiarvot vaikuttavat loogisilta. Myös korkotason sekä työttömyysasteen tiedot vaikuttavat loogisilta huomioiden sen, että ne ovat prosenttilukuja. Bruttokansantuote sekä asuntojen hintojen muutos ovat esitetty muutoksena edelliseen vuoteen.

Taulukko 4. Makrotaloudellisten muuttujien kuvailevat tiedot.

<u>Muuttuja</u>	<u>Keskiarvo</u>	<u>Mediaani</u>	<u>Keskihajonta</u>	<u>Minimi</u>	<u>Maksimi</u>
KORKO	0,42	-0,09	1,23	-0,49	3,87
EKI	133,38	130,45	8,11	126,98	152,96
BKT	3,02	2,80	2,05	-0,90	7,00
TA	7,92	7,70	0,86	6,80	9,40
RKI	146,94	143,15	10,50	137,70	168,90
AHM	0,16	1,35	4,49	-11,80	6,60

Seuraaviin taulukoihin on kerätty kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä kolmelta viimeiseltä vuodelta ennen konkurssia. Lisäksi toimivista yrityksistä on omat taulukonsa vastaavin tiedoin. Tarkoituksena on vertailla, että miten konkurssiyritysten tunnusluvut muuttuvat, kun lähestytään konkurssia. Lisäksi vertaillaan konkurssiyritysten ja toimivien yritysten lukuja. Vuosia on kuvattu t:n avulla. Esimerkkinä t-1 tarkoittaa yhtä vuotta ennen konkurssia. Huomioitavaa on, että X2- ja Y3- sekä X3- ja Y2 -muuttujien laskukaava on sama, joten myös niiden kuvailevat tiedot ovat samat alla olevissa taulukoissa.

Taulukossa 5 on esitetty konkurssiyritysten t-1 muuttujien kuvailevia tietoja. Taulukosta huomataan, että kaikkien muiden kuin Y4 -muuttujan keskiarvot sekä mediaanit ovat negatiiviset. Y4 muuttujan laskukaavan ollessa lyhytaikaiset velat / liikevaihto on loogista, että kyseinen muuttuja ei mene negatiiviseksi. Muuttujiin X3, Y1 ja Y2 vaikuttaa nettotulos sekä tulos ennen veroja. Tämän perusteella vaikuttaisi siis siltä, että konkurssiyritysten viimeisen tilikausien tulokset ennen konkurssia olisivat tappiolliset.

Taulukko 5. Kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä vuosi ennen konkurssia.

Muuttuja	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
X1	-0,57	-0,11	1,38	-9,66	0,73
X2	-0,79	-0,02	2,04	-16,33	0,73
X3	-0,22	-0,04	0,79	-4,67	2,63
X4	-0,05	-0,02	0,57	-0,94	3,43
Y1	-0,32	-0,09	0,89	-6,54	2,53
Y2	-0,22	-0,04	0,79	-4,67	2,63
Y3	-0,79	-0,02	2,04	-16,33	0,73
Y4	0,62	0,28	2,40	0,03	27,33

Y1 = Nettotulos / koko pääoma, Y2 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, Y3 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, Y4 = Lyhytaikaiset velat / liikevaihto, X1 = Käyttöpääoma / koko pääoma, X2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, X3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, X4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Taulukossa 6 on toimivien yritysten t-1 muuttujien kuvailevia tietoja. Taulukosta nähdään, että konkurssiyrityksiin verrattuna negatiivisia keskiarvoja tai mediaaneja ei juurikaan ole. Ainoa muuttuja, jonka keskiarvo on negatiivinen, on Y1. Kyseinen muuttuja

laskukaava on nettotulos / koko pääoma. Rakennusalan 2020-luvun haasteet huomioiden on loogista, että myös ei-konkurssiyrityksissä on nettotulos ollut keskimäärin negatiivinen. Huomioitavaa on kuitenkin, että muuttujan mediaani on positiivinen. Suurin osa toimivien yritysten muuttujien keskiarvoista on hyvin pieniä. X4 ja Y4 muuttujia lukuun ottamatta muuttujat lasketaan jakamalla jotakin koko pääomalla. Rakennusalan yritysten taseet ovat tyypillisesti suuria, ja näin ollen esimerkiksi tulos tai kertyneet voittovarot ovat keskimäärin hyvin pieniä eriä koko taseen arvosta.

Taulukko 6. Kuvailevat tiedot toimivista yrityksistä vuosi ennen konkurssia.

Muuttuja	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
X1	0,00	0,22	8,50	-713,7	1,19
X2	0,01	0,36	10,19	-847,98	3,07
X3	0,03	0,07	3,25	-264,66	52,83
X4	2,85	0,63	19,54	-28,00	883,00
Y1	-0,03	0,04	3,00	-240,86	52,67
Y2	0,03	0,07	3,25	-264,66	52,83
Y3	0,01	0,36	10,19	-847,98	3,07
Y4	0,77	0,16	6,66	-4,97	218,80

Y1 = Nettotulos / koko pääoma, Y2 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, Y3 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, Y4 = Lyhytaikaiset velat / liikevaihto, X1 = Käyttöpääoma / koko pääoma, X2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, X3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, X4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Toimivien yritysten minimi- ja maksimi-arvot poikkeavat enemmän keskiarvoista sekä mediaaneista kuin konkurssiyrityksillä. Tähän osittain vaikuttaa myös toimivien yritysten suurempi määrä. Myös toimivien yritysten keskihajonta on suurempaa jokaisella muuttujalla. Tähän saattaa vaikuttaa se, että konkurssiyritykset ovat tilinpäätöslukujen näkökulmasta homogeenisempi ryhmä. Vastaavasti toimiviin yrityksiin kuuluu lukuisia hyvin erilaisia yrityksiä.

Alla olevassa taulukossa 7 on kuvattu konkurssiyritysten t-2 kuvailevat tiedot. Verrattuna konkurssiyritysten t-1 lukuihin voidaan havaita selkeitä eroja. Kaikkien muuttujien mediaanit ovat positiiviset, kun taas t-1 vuotena ainoa muuttuja positiivisella

mediaanilla oli Y4. Myös jokaisen muuttujan keskiarvo on suurempi vuonna t-2 verrattuna vuoteen t-1. Tämän perusteella vaikuttaa siltä, että yritysten tunnusluvut heikkenevät mitä lähempänä ollaan konkurssihetkeä.

Taulukko 7. Kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä kaksi vuotta ennen konkurssia.

Muuttuja	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
X1	-0,18	0,03	0,73	-3,37	0,81
X2	-0,35	0,05	1,57	-19,00	0,69
X3	0,00	0,05	0,47	-3,25	1,47
X4	0,07	0,06	0,49	-0,94	2,42
Y1	-0,08	0,01	0,47	-3,25	1,35
Y2	0,00	0,05	0,47	-3,25	1,47
Y3	-0,35	0,05	1,57	-19,00	0,69
Y4	0,36	0,21	0,71	0,01	8,86

Y1 = Nettotulos / koko pääoma, Y2 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, Y3 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, Y4 = Lyhytaikaiset velat / liikevaihto, X1 = Käyttöpääoma / koko pääoma, X2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, X3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, X4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Taulukossa 8 on esitetty toimivien yritysten tunnusluvut vuonna t-2. Verrattuna vuoden t-1 toimivien yritysten lukuihin ei ole havaittavissa merkittäviä eroja, mikä on myös odotusarvo, sillä esitetyt luvut ovat vain toimivien yritysten lukuja kahdelta peräkkäiseltä vuodelta. Vuotena t-2 voidaan tehdä konkurssiyrityksien ja toimivien yritysten välillä vastaavia havaintoja kuin vuonna t-1. Jokaisen muuttujan keskiarvo sekä mediaani on pienempi konkurssiyrityksillä verrattuna toimiviin yrityksiin.

Taulukko 8. Kuvailevat tiedot toimivista yrityksistä kaksi vuotta ennen konkurssia.

Muuttuja	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
X1	0,14	0,21	1,89	-133,5	1,07
X2	0,19	0,33	2,29	-150,00	3,19
X3	0,09	0,09	0,49	-12,50	18,00
X4	2,60	0,57	27,05	-102,00	1 695,14
Y1	0,04	0,06	0,49	-14,00	18,00
Y2	0,09	0,09	0,49	-12,50	18,00
Y3	0,19	0,33	2,29	-150,00	3,19
Y4	0,64	0,16	6,07	-0,78	294,00

Y1 = Nettotulos / koko pääoma, Y2 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, Y3 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, Y4 = Lyhytaikaiset velat / liikevaihto, X1 = Käyttöpääoma / koko pääoma, X2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, X3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, X4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Taulukko 9 sisältää konkurssiyrityksien muuttujien kuvailevat tiedot vuonna t-3. Verrattuna vuoteen t-2 voidaan havaita, että useiden muuttujien arvot ovat suuremmat vuonna t-3. Muuttujat X3 ja Y2 ovat pysyneet olennaisesti ennallaan. Muuttujan Y4 keskiarvo on laskenut 0,01 yksikköä. Kyseinen muuttuja oli siis lyhytaikaisten velkojen suhde liikevaihtoon. Huomioitavaa on, että vuosien t-1 ja t-2 välillä kyseisen muuttujan keskiarvo laski 0,07 yksikköä. Syitä sille, että kyseisen muuttujan arvo nousee konkurssien lähestyessä, voi olla useita. Vaikuttaa kuitenkin ainakin siltä, että kyseisten yhtiöiden lyhytaikaisten velkojen määrä nousee tai liikevaihto laskee. Lisäksi on mahdollista, että molemmat asiat tapahtuvat samanaikaisesti.

Taulukko 9. Kuvailevat tiedot konkurssiyrityksistä kolme vuotta ennen konkurssia.

Muuttuja	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
X1	-0,11	0,08	0,88	-8,75	0,88
X2	-0,20	0,10	1,24	-10,16	0,87
X3	0,00	0,05	0,62	-6,00	1,38
X4	0,24	0,15	0,76	-0,91	7,04
Y1	-0,07	0,02	0,68	-7,00	1,38
Y2	0,00	0,05	0,62	-6,00	1,38
Y3	-0,20	0,10	1,24	-10,16	0,87
Y4	0,57	0,20	2,75	-0,01	34,60

Y1 = Nettotulos / koko pääoma, Y2 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, Y3 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, Y4 = Lyhytaikaiset velat / liikevaihto, X1 = Käyttöpääoma / koko pääoma, X2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, X3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, X4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Viimeisessä kuvailevia tietoja esittävässä taulukossa 10 on esitetty toimivien yhtiöiden luvut vuotena t-3. Verrattaessa toimivien yhtiöiden t-1 lukuja t-2 lukuihin ei ole havaittavissa merkittäviä eroja, mikä onkin oletus. Erityisesti mediaanit ovat hyvin linjassa keskenään vuosien välillä. Useiden muuttujien keskiarvot sekä mediaanit ovat lähempänä konkurssiyrityksien lukuja verrattuna vuosiin t-1 ja t-2.

Taulukko 10. Kuvailevat tiedot toimivista yrityksistä kolme vuotta ennen konkurssia.

Muuttuja	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
X1	0,16	0,21	0,78	-33,67	2,79
X2	0,21	0,32	1,11	-43,00	4,04
X3	0,10	0,09	0,48	-16,00	8,00
X4	2,08	0,54	12,39	-21,50	726,00
Y1	0,06	0,06	0,47	-17,00	7,56
Y2	0,10	0,09	0,48	-16,00	8,00
Y3	0,21	0,32	1,11	-43,00	4,04
Y4	0,61	0,16	22,62	-1 251,25	1 409,00

Y1 = Nettotulos / koko pääoma, Y2 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, Y3 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, Y4 = Lyhytaikaiset velat / liikevaihto, X1 = Käyttöpääoma / koko pääoma, X2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma, X3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma, X4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

Muuttujien kuvailevien tietojen perusteella pystytään toteamaan eroja konkurssiyrityksien sekä toimivien yritysten välillä. Lisäksi konkurssiyrityksien osalta voidaan huomata luvuissa eroja riippuen siitä, kuinka lähellä ollaan konkurssihetkeä. Muuttujien kuvailevien tietojen avulla pystyttiin todentamaan aineiston oikeellisuutta yleisellä tasolla.

5.2 Makrotaloudellisten muuttujien regressioanalyysi

Tässä tutkielmassa toistetaan soveltuvin osin Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa toteutettu makrotaloudellisten muuttujien valinta sekä niistä muodostettava regressiomalli. Teoriaosassa muodostetun hypoteesin (H_1) mukaan makrotaloudellisten muuttujien avulla pystytään ennustamaan konkurssseja. Ensimmäisessä vaiheessa siis testataan, että mitkä muuttujista korreloivat konkurssien määrän kanssa. Jotta tarkastellut muuttujat voidaan ottaa mukaan tutkielman seuraavaan vaiheeseen, tarvitsee seuraavien ehtojen täytyä korrelaatioon liittyen: $p\text{-arvo} \leq 0,05$ sekä korrelaatiokerroin on $>|0,4|$. Alla olevassa taulukossa 11 on esitetty kunkin muuttujan p -arvo sekä Pearsonin korrelaatiokertoimet

Greenlandin ja muiden (2016) mukaan p -arvolla voidaan mitata todennäköisyyttä sille, että ovatko saadut tulokset satunnaisia. Pieni p -arvo viittaa siihen, että tulosten satunnaisuuden todennäköisyys on pieni. Rajana tyypillisesti pidetään arvoa $p \leq 0,05$, jotta tuloksia voidaan pitää ei-satunnaisina eli tilastollisesti merkitsevinä. Myös pienempiä merkitsevyytasojen rajoja voitaisiin soveltaa, kuten 0,01 tai jopa 0,001. Korrelaatiota on mitattu Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla, jonka avulla voidaan mitata muuttujien lineaarisen korrelaation suuruutta sekä suuntaa. Arvot 1 tai -1 tarkoittaisivat täydellistä korrelaatiota. Vaikka korrelaatiokertoimen avulla voidaan mitata muuttujien korrelaatiota, niin kausaalisuutta sen avulla ei voida mitata (Schober ja muut, 2018).

Taulukko 11. Makrotaloudellisten muuttujien korrelointi konkurssien määrän kanssa. (n=10)

	KORKO	EKI	BKT	TA	RKI	AHM
Korrelaatio	0,904 *	0,753 *	0,183	-0,238	0,680 *	-0,825 *
P-arvo	0,000 *	0,012 *	0,612	0,507	0,031 *	0,003 *

* Yllä mainittu ehto tilastollisesta merkitsevyydestä toteutuu.

Yllä olevasta taulukosta 11 voidaan huomata, että molemmat kriteerit täyttävät muuttujat olivat korkotaso (KORKO), elinkustannusindeksi (EKI), rakennuskustannusindeksi (RKI) ja asuntojen hintojen muutos (AHM). Kaikista vahvin korrelaatio oli korkotason sekä konkurssien määrän välillä. Eli siis mitä korkeampi korkoaste oli, sitä enemmän rakennusalan yhtiöitä ajautui konkurssiin vuosina 2014–2023. Huomionarvoista on, että asuntojen hintojen muutos korreloi negatiivisesti konkurssien määrän kanssa. Vaikuttaisi siis siltä, että asuntojen hintojen laskiessa konkurssien määrä kasvaa.

Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa tässä vaiheessa tilastollisesti merkitseviksi muuttujiksi havaittiin työttömyysaste, yritysten kokonaismäärä, keskipalkka, rakennuskustannusindeksi, asuntojen hintojen muutos. Voidaan siis havaita, että rakennuskustannusindeksi sekä asuntojen hintojen muutos korreloi konkurssien määrän kanssa kummassakin tutkimuksessa. Kun taas korkotaso ja inflaatiota mittavaa elinkustannusindeksi todettiin tässä tutkielmassa korreloivan konkurssien määrän kanssa, vaikka niiden ei todettu korreloivan Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa. Kyseisessä tutkimuksessa korreloinut työttömyysaste ei korreloinut tässä tutkielmassa.

Edellisessä vaiheessa tilastollisesti merkitseviksi havaituista muuttujista muodostetaan seuraavaksi regressioyhtälöt, joissa riippuva muuttuja (dependent variable) on konkurssien määrä ja riippumattomat muuttujat (independent variables) ovat makrotaloudelliset muuttujat. Tätä varten luodaan muuttujat: X_1 – Korko, X_2 –

Elinkustannusindeksi, X_3 - Rakennuskustannusindeksi ja X_4 – Asuntojen hintojen muutos. Alla olevassa taulukossa 12 on esitetty muodostetut lineaariset regressioyhtälöt.

Taulukko 12. Makrotaloudellisten muuttujien ja konkurssien määrän regressioyhtälöt.

Regressioyhtälö	R²	p-arvo
$B_{X1} = 416,01 + 64,06 * X_1$	0,817 *	0,000 *
$B_{X2} = -634,70 + 8,08 * X_2$	0,567	0,012
$B_{X3} = -383,70 + 5,63 * X_3$	0,462	0,031
$B_{X4} = 445,76 - 15,97 * X_4$	0,680 *	0,003 *

* Yllä mainittu ehto tilastollisesta merkitsevyydestä toteutuu.

Kustakin regressiomallista tarkasteltiin selitystasetta (R^2) sekä p-arvoa. Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen mukaisesti tässä tutkielmassa valitaan lopulliseen malliin ne muuttujat, joiden regressiomallissa toteutuvat ehdot: $R^2 > 0,60$ sekä $p\text{-arvo} \leq 0,01$. Yllä olevasta taulukosta 12 voidaan huomata, että regressioyhtälöiden B_{X1} – Korko ja B_{X4} – Asuntojen hintojen muutoksen osalta ehdot täyttyvät. Kyseiset muuttujat otetaan mukaan lopulliseen regressiomalliin. Alla esitettynä regressiomalli (kaava 8).

$$Z_m = 412,33 + 71,85 * X_1 + 2,29 * X_2 \quad (8)$$

missä :

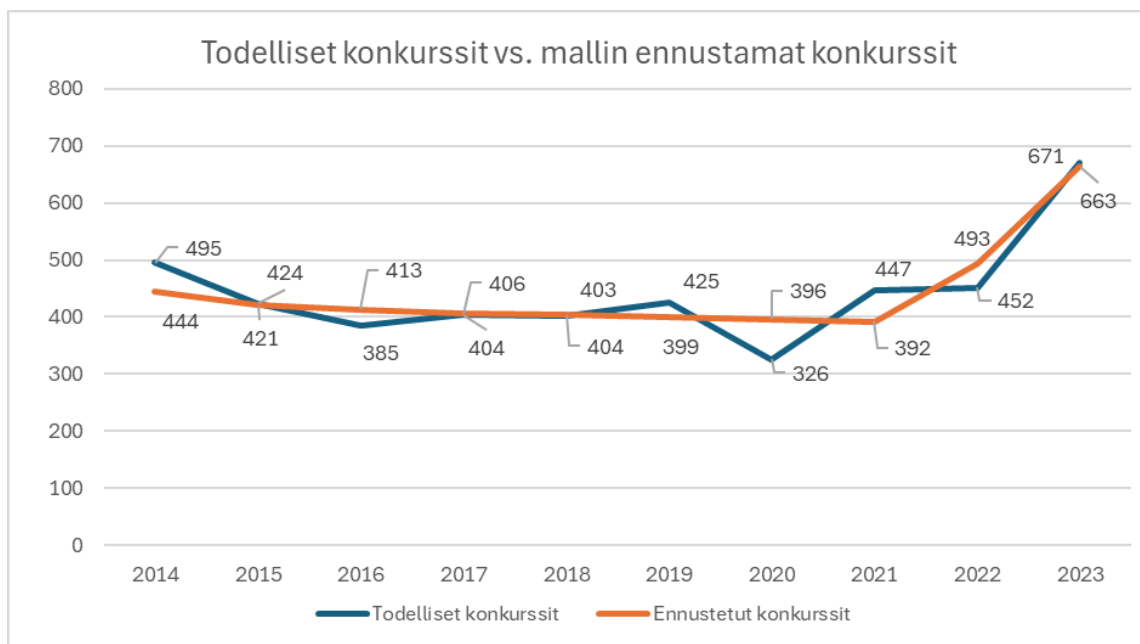
X_1 = Korko

X_2 = Asuntojen hintojen muutos

Mallin selitystaste (R^2) on 0,8191, mikä siis tarkoittaa sitä, että malli selittää 81,91 % konkurssien määrän vaihtelusta. Selitystaste on siis korkea ja esimerkiksi edellisessä vaiheessa testattu ehto $R^2 > 0,60$ toteutuisi myös tässä yhteydessä. Valitut makrotaloudelliset muuttujat vaikuttavat siis tämän perusteella pystyvän selittämään konkurssien määrän vaihtelua vuosien välillä. Korjatun selitystasteen (Adj R^2) arvo on 0,7674. Arvo on edelleen yli 0,60, mutta matalampi kuin tavallisen selitystasteen. Adj R^2

ottaa siis huomioon muuttujien määrän sekä otoskoon. Tulosten tilastollista merkitsevyyttä mittavaa p-arvo on 0,0025. Arvo on siis selvästi alle 0,01. Tuloksia voidaan siis pitää tilastollisesti merkitsevinä.

Alla olevassa kuviossa 5 on verrattu todellisia rakennusalan yritysten konkurssseja sekä yllä muodostetun Z_m -regressiomallin ennustamia konkurssseja vuosina 2014–2023. Taulukosta voidaan silmämääräisesti havainnoida, että luodun mallin ennustamien konkurssien määrässä sekä todellisissa konkurssien määrässä ei ole merkittävää eroa. Pienin ero on vuotena 2018, jolloin mallin ennustama konkurssien määrä on 0,8 enemmän mitä todellinen konkurssien määrä. Suurin ero on taas vuonna 2021, jolloin mallin mukaan konkurssseja olisi ollut 54,82 kappaletta vähemmän kuin niitä todellisuudessa oli.



Kuvio 5. Mallin ennustamat konkurssit verrattuna todellisiin konkurssisiin.

Muun muassa vuosi 2021 tulee olemaan mukana vaiheessa, jossa yhdistetään nyt muodostettu regressiomalli perinteiseen konkurssien ennustamismalliin. Tämä saattaa heikentää lopullisen yhdistetyn mallin tuloksia, sillä suurin ero on ollut juuri kyseisenä

vuotena. Toinen tarkasteltava vuosi, jossa on ollut merkittävää eroa todellisten konkurssien ja mallin ennustamien konkurssien välillä on vuosi 2020.

Seuraavaksi regressiomallin ennustamat konkurssien määrät tulee muuttaa muotoon, jossa ne voidaan yhdistää myöhemmin perinteiseen konkurssin ennustamismalliin. Tätä varten tulokset skaalataan välillä 0–1, niin että mitä todennäköisempi konkurssi on mallin mukaan, sitä korkeampi arvo on. Alla olevassa taulukossa 13 on esitetty uudet skaalatut arvot.

Taulukko 13. Ennustettujen konkurssien skaalaus välillä 0–1.

<u>Menetelmä</u>	<u>2014</u>	<u>2015</u>	<u>2016</u>	<u>2017</u>	<u>2018</u>	<u>2019</u>	<u>2020</u>	<u>2021</u>	<u>2022</u>	<u>2023</u>
Min-max	0,19	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01	0,00	0,37	1,00
Sigmoid	0,67	0,56	0,52	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,84	0,99

Skaalaus on toteutettu kahdella eri menetelmällä Min-max- ja Sigmoid -skaalauksella. Muhammad Alin (2022) mukaan Min-max -skaalaus on metodi, jonka avulla lukujoukko voidaan skaalata esimerkiksi välille 0–1. Chen ja muiden (2023) mukaan myös Sigmoid -funktion avulla voidaan jotkin tietyt arvot skaalata välillä 0–1. Sigmoid funktion avulla tulokset ovat vakaampia eli lähempänä koko lukujoukon mediaania. Sigmoid -funktio (kaava 9) ja Min-max -funktio (kaava 10) voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (9)$$

$$X = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (10)$$

Kuten yllä olevasta taulukosta voidaan huomata, kahden skaalaustekniikan välillä on merkittäviä eroja. Min-max skaalauksessa arvot ovat hyvin lähellä molempia ääripäitä. Sigmoid skaalauksessa taas arvot ovat lähempänä koko lukujoukon mediaania. Tämän

tutkielman tapauksessa on perustultua edetä arvoilla, jotka on saatu Sigmoid skaalauksella. Skaalatut arvot siis kuvastavat konkurssien määrää. Koska jokaisena tarkasteluvuotena on tapahtunut konkurssseja, olisi epäloogista, että jonkin vuoden arvo olisi nolla tai edes lähellä nollaa.

5.3 Ennustamismallien tulokset

5.3.1 Perinteiset ennustamismallit

Tutkielman seuraavassa vaiheessa testattiin kahden perinteisen konkurssin ennustamismallin ennustamiskykyä, kun aineistona on suomalaiset rakennusalan yritykset. Tutkielman teoriaosassa muodostetun hypoteesin (H₂) mukaan rakennusalaan varten suunnitellun ennustamismallin ennustamiskyky on parempi kuin mallin, joka on suunniteltu kaikille toimialoille.

Vertailut mallit ovat Altmanin Z''-score (1995) sekä Karaksen ja Srbován (2019) malli. Ensimmäistä näistä on luotu kaikille toimialoille, kun taas jälkimmäinen on luotu rakennusalan yrityksiä varten. Luomisella rakennusalaan varten tarkoitetaan sitä, että muuttujien kertoimet sekä luokittelurajat ovat optimoituja aineistolla, joka on koostunut rakennusalan yrityksistä. Mallien ennustamiskykyä vertaillaan vuosi, kaksi vuotta sekä kolme vuotta ennen konkurssia. Lisäksi mallien luokittelukykyä vertaillaan, kun kyseessä on konkurssiyritys tai toimiva yritys. Alla olevassa taulukossa 14 on esitetty mallien tulokset.

Taulukko 14. Perinteisten ennustamismallien tulokset.

Malli	t-1			t-2			t-3		
	Konk.	Toim.	Yht.	Konk.	Toim.	Yht.	Konk.	Toim.	Yht.
Z''-s.	68,3 %	72,9 %	70,6 %	55,2 %	74,9 %	65,1 %	44,3 %	74,9 %	59,6 %
K & S	71,0 %	67,0 %	69,0 %	59,3 %	71,1 %	65,2 %	46,6 %	72,0 %	59,3 %
p-arvo			0,000			0,000			0,000

Taulukosta 14 voidaan havaita, että kahden mallin välillä ei ole merkittäviä eroja. Toinen merkittävä huomio on se, että molemmat mallit kykenivät keskimäärin luokittelemaan toimivat yritykset useammin oikein verrattuna konkurssiyrityksiin. Vuonna t-3 on kuitenkin Karaksen & Srbován mallin osalta poikkeus, sillä silloin konkurssiyritysten luokittelukyky oli parempi kuin toimivien yritysten. Lisäksi on havaittavissa, että kummankin mallin ennustamiskyky heikkenee, mitä kauempana ollaan konkurssihetkestä. Poikkeuksena tähän on Z''-score, jonka toimivien yritysten luokittelukyky on hieman parempi vuonna t-2 kuin vuonna t-1. Tuloksista voidaan huomata, että t-3 konkurssiyrityksiä lukuun ottamatta molemmat mallit kykenevät ennustamaan konkurseja yli 50 % tarkkuudella.

Vuonna t-1 Z''-scoren kokonaisluokittelukyky oli 70,6 %, kun taas Karaksen & Srbován mallin oli 69,0 %. Kokonaisluokittelukyvyllä tarkoitetaan tässä yhteydessä konkurssiyritysten ja toimivien yritysten luokittelukykyyn keskiarvoa. Monissa tutkimuksissa t-1 luokittelukykyä pidetään kaikista merkittävämpänä. Esimerkiksi Karaksen & Srbován (2019) tutkimuksessa he testasivat malliaan vain t-1 aineistolla. Myös Giriünien ja muiden (2019) luodun mallin ennustamiskykyä testattiin t-1 aineistolla. Syynä tähän saattaa olla se, että ennustamistulokset ovat tyypillisesti heikkoja, kun ollaan useamman vuoden päässä konkurssihetkestä.

Vuonna t-2 Z''-scoren kokonaisluokittelukyky oli 65,1 %, kun taas Karaksen & Srbován mallin oli 65,2 %. T-2 vuonna Karaksen & Srbován mallin ennustamiskyky on siis hieman parempi. Vuonna t-3 Z''-scoren kokonaisluokittelukyky oli 59,6 %, kun taas Karaksen &

Srbován mallin oli 59,3 %. Tällöin taas Z''-score suoriutuu hieman paremmin. Huomion arvioista on, että mallien ennustamiskyvyissä ei ole merkittäviä eroja vuosina t-2 ja t-3. Kaikkien kolmen vuoden osalta Z''-scoren luokittelukyky oli 65,1 % ja Karaksen & Srbován mallin oli 64,5 %.

Kahden mallin ennustamiskyvyn eron tilastollista merkitsevyyttä testattiin McNemarin testin avulla. Jokaisen vuoden osalta tilastollista merkitsevyyttä mittaava p-arvo oli alle 0,05. Tämä tarkoittaa sitä, että Z''-scoren ennustamiskyky oli parempi tilastollisesti merkitsevällä tasolla kaikkina kolmena vuotena. Taulukossa 14 esitettiin yhteensä sarakkeessa konkurssiyrityksien ja toimivien yritysten ennustamiskyvyn keskiarvo. Karaksen & Srbován mallin ennustamiskyky oli kyseillä mittarilla parempi vuonna t-2. Kuitenkin kun laskettiin kaikki havainnot yhteen McNemarin testiä varten, Z-scoren luokittelukyky oli parempi myös vuonna t-2.

Kun verrataan Altmanin Z''-scoren tuloksia alkuperäiseen Altmanin (1995) tutkimukseen, huomataan että tulokset ovat heikompia. Z''-scoren ennustamistarkkuus alkuperäisellä aineistolla vaihteli 80–85 % välillä. Suomalaisella rakennusalan yrityksistä koostuvalla aineistolla tarkkuudeksi saatiin siis 72,9 % toimivien yritysten osalta ja 68,3 % konkurssiyritysten osalta.

Karaksen ja Srbován (2019) tutkimuksen aineisto koostui 177:sta konkurssiin menneestä yrityksestä sekä 4 243:sta toimivasta yrityksestä. Kaikki yritykset olivat tšekkiläisiä rakennusalan operoivia yrityksiä. Konkurssiyrityksistä tällä aineistolla malli ennusti oikein 85,71 % konkurssiyrityksistä ja 77,28 % toimivista yrityksistä. Kokonaisluokittelukyky oli näin ollen 81,50 %. Verrattuna nyt saatuihin tuloksiin huomataan, että mallin luokittelukyky oli heikempi suomalaisella aineistolla.

Karaksen ja Srbován (2019) mallia ovat testanneet muun muassa Febbianti ja muut (2024) tutkimuksessaan, jossa verrattiin eri konkurssien ennustamismalleja. Tutkimuksesta selvisi, että Karaksen ja Srbován (2019) mallin ennustamiskyky oli yksi parhaista, kun

aineistona olivat julkisesti noteeratut yhtiöt. Kuitenkin aineiston koostuessa listaamattomista yhtiöistä mallin luokittelutarkkuus oli vain 25 %. On siis havaittavissa, että kyseisen mallin luokittelukyky vaihtelee merkittävästi sen mukaan, millainen aineisto on kyseessä.

5.3.2 Yhdistetty ennustamismalli

Kuten taulukosta 14 huomattiin, kahdesta vertaillusta mallista Z'' -scoren ennustamiskyky oli parempi vuotena t-1 sekä kun tarkasteltiin kaikkia vuosia yhtäaikaaisesti. Mallin paremmuutta tuki lisäksi McNemarin testin tulokset. Tämän perusteella voidaan todeta, että tällä aineistolla Z'' -scoren ennustamiskyky oli parempi. Tästä syystä kyseinen malli valitaan tutkielman seuraavaan vaiheeseen, jossa alkuperäiseen malliin lisätään makrotaloudellisista muuttujista muodostettu regressiomalli. Tutkielman teoriaosassa muodostettiin hypoteesi (H_3), jonka mukaan perinteisen ennustamismallin ennustamiskyky paranee, kun siinä huomioidaan makrotaloudellisia muuttujia. Tästä eteenpäin Z'' -scoresta käytetään lyhennettä Z_s ja makrotaloudellisista muuttujista muodostetusta regressiomallista käytetään lyhennettä Z_m . Yhdistetty Z-malli esitetty alla.

$$Z = \begin{cases} Z_m = 412,33 + 71,85 * X_{1m} + 2,29 * X_{2m} \\ Z_s = 6,56 * X_1 + 3,26 * X_2 + 6,72 * X_3 + 1,05 * X_4 \end{cases} \quad (11)$$

missä :

X_1 = Käyttöpääoma / koko pääoma

X_2 = Kertyneet voittovarot / koko pääoma

X_3 = Tulos ennen korkoja ja veroja / koko pääoma

X_4 = Oman pääoman kirjanpitoarvo / vieraan pääoman kirjanpitoarvo

X_{1m} = Korko

X_{2m} = Asuntojen hintojen muutos

Yhdistettyä mallia tullaan testaamaan muokatulla aineistolla, jota aikaisemmin käytettiin kahden perinteisen mallin vertaamiseen. Konkurssiyrityksistä tarkastellaan tilikausia vuosi ennen konkurssia (t-1). Mukaan analyysiin on otettu ne konkurssiyritykset, jotka ovat menneet konkurssiin vuosien 2020–2023 aikana. Tästä syystä mallien vertailussa käytetystä aineistosta tulee karsia ne yritykset, jotka ovat menneet konkurssiin vuonna 2024. Tämä johtuu siitä, että vuodesta 2024 ei ole pystytty keräämään makrotaloudellisia muuttujia. Toimivista yrityksistä otetaan mukaan kaikki tilikaudet vuosien 2020–2023 välillä. Näin ollen aineisto koostuu 183 konkurssiyrityksen tilikaudesta sekä 21 877 toimivan yrityksen tilikaudesta.

Seuraavaksi selvitetään raja-arvo Z:lle, joka luokittelee mahdollisimman tarkasti yritykset toimiviin- sekä konkurssiyrityksiin. Tätä varten aineisto tasapainotetaan, niin että toimivista yrityksistä valitaan satunnaisesti yhtä monta yritystä kuin konkurssiyrityksiä on eli 183. Valinnassa otetaan huomioon konkurssiyrityksien konkurssivuosi, niin että toimivista yrityksistä valitaan yhtä monta yritystä kustakin tilikaudesta. Aineiston valinta havainnoitu alla olevassa taulukossa 15.

Taulukko 15. Yhdistetyn konkurssin ennustamismallin aineisto.

	2020	2021	2022	2023
Konkurssiyritykset	21	29	41	92
Toimivat yritykset	21	29	41	92

Aineisto jaetaan kahteen osaan: sovitusaineisto (70 %) ja testiaineisto (30 %). Sovitusaineistoa käyttämällä pyritään löytämään optimaalinen raja-arvo Z:lle, joka erottelee mahdollisimman tarkasti konkurssiyritykset toimivista yrityksistä. Kun optimaalinen raja-arvo on löydetty, sitä testataan käyttämällä testiaineistoa.

Vertailemalla potentiaalisia raja-arvoja kahden desimaalin tarkkuudella pystyttiin löytämään, että arvo 0,76 erottelee parhaiten konkurssiyritykset toimivista yrityksistä. Alla olevassa taulukossa 16 on esitetty Z mallin luokittelukyky käyttämällä valittua raja-arvoa testiaineistossa. Lisäksi tuloksia on verrattuna Z_s tuloksiin, joka valittiin vertailukohtaksi muodostetulle mallille.

Taulukko 16. Muodostetun ennustamismallin tulokset verrattuna Z'' -scoren tuloksiin.

Malli	Toimiva yritys	Konkurssiyritys	Yhteensä
Z_s	76,36 %	63,64 %	70,00 %
Z	76,36 %	69,09 %	72,73 %

p-arvo = 0,289

Yllä olevasta taulukosta nähdään, että kuinka Z-mallin kokonaisluokittelukyky on 2,73 prosenttiyksikköä parempi kuin Z'' -scoren. Konkurssiyrityksien osalta Z-malli luokittelee oikein 5,45 prosenttiyksikköä enemmän kuin Z'' -score. Toimivien yritysten osalta molempien mallien luokittelukyky on yhtä hyvä. Myös näiden mallien ennustamiskykyjen erojen tilastollista merkitsevyyttä tarkasteltiin McNemarin testin avulla. Testistä saatu p-arvo oli 0,289, mikä on merkittävästi korkeampi kuin 0,05. Tästä syystä ei voida todeta, että yhdistetyn mallin ennustamiskyky on tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin Z'' -scoren.

Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen tulosten perusteella vertailtujen mallien ennustamiskyvyt erosivat toisistaan merkittävämmiin. Kyseisessä tutkimuksessa yhdistetyn mallin kokonaisluokittelukyky oli 7,8 prosenttiyksikköä parempi kuin mallin, jossa ei ollut huomioitu makrotaloudellisia muuttujia. Tutkielmassa yhdistetyn mallin p-arvo oli 0,000, minkä perusteella pystyttiin toteamaan, että sen avulla pystytään ennustamaan konkursseja tilastollisesti merkitsevällä tarkkuudella. Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksen yhdistetty malli saavutti jopa 93,3 %

kokonaisluokittelukyvyyn, mikä on merkittävästi korkeampi kuin tässä tutkielmassa saatu 72,73 %.

5.4 Tulosten yhteenveto

Tutkielman empiriaosa jakautui kolmeen osaan. Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin ainoastaan makrotaloudellisten muuttujien kykyä selittää konkurssien määrää lineaarisen regressiomallin avulla. Toisessa vaiheessa verrattiin kahta perinteistä konkurssin ennustamismallia. Kolmannessa vaiheessa yhdistettiin makrotaloudellisista muuttujista muodostettu regressiomalli sekä perinteinen konkurssin ennustamismalli.

Ensimmäisen vaiheen tuloksista havaittiin, että makrotaloudellisista muuttujista pystyttiin muodostamaan regressiomalli, joka selitti konkurssien määrää vuosina 2014–2023. Korrelaatio- ja regressioanalyysien perusteella malliin valittiin makrotaloudellisista muuttujista korkotaso sekä asuntojen hintojen muutos. Muodostetun regressiomallin selitysaste (R^2) oli 0,82 ja p-arvo 0,0025. Tämän perusteella pystyttiin toteamaan, että makrotaloudellisten muuttujien avulla pystytään ennustamaan konkurssesja ja näin ollen H_1 hyväksytään. Tulokset vastaavat esikuva-artikkelin, Giriünienien ja muiden (2019) tutkimuksen tuloksia, jossa todettiin rakennuskustannusindeksin, työttömyysasteen ja asuntojen hintojen muutoksen pystyvän ennustamaan konkurssien määrää.

Toisessa vaiheessa vertailtiin kahta perinteistä konkurssin ennustamismallia sekä niiden kykyä ennustaa konkurssesja, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset vuosina 2020–2024. Vertailtavat mallit olivat Altmanin Z'' -score (1995) ja Karaksen & Srbován (2019) malli. Ensimmäinen malli on luotu kaikille toimialoille, kun taas jälkimmäinen malli on luotu rakennusalan yrityksiä varten. Mallien ennustamiskykyä vertailtiin vuotta, kaksi vuotta sekä kolme vuotta ennen konkurssihetkeä. Altmanin Z'' -score pystyi luokittelemaan tarkemmin konkurssiyritykset toimivista yrityksistä vuotta ennen konkurssihetkeä. Lisäksi mallin keskimääräinen luokittelukyky oli parempi koko kolmen vuoden tarkastelujaksolla. Näiden seikkojen perusteella pystytään toteamaan,

että rakennusalaan varten luodun konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky on heikompi, kun aineistona on suomalaiset rakennusalan yritykset vuosina 2020–2024. Näin ollen H_2 hylätään. Nyt saadut tulokset poikkeavat Giriūnien ja muiden (2019) tutkimuksen tuloksista, sillä kyseisessä tutkimuksessa todettiin, että rakennusalaan varten luodun mallin ennustamiskyky on parempi. Huomion arvoista kuitenkin on, että kyseisessä tutkimuksessa vertailtiin eri malleja kuin tässä tutkielmassa.

Kolmannessa vaiheessa yhdistettiin ensimmäisessä vaiheessa muodostettu makrotaloudellisista muuttujista muodostettu regressiomalli sekä toisessa vaiheessa paremmaksi todettu perinteinen ennustamismalli. Yhdistettyä mallia testattiin tasapainotetulla aineistolla, jossa oli mukana yhtä monta konkurssiyritystä ja toimivaa yritystä vuosina 2020–2023. Yhdistetyn mallin tuloksia verrattiin perinteiseen malliin, joka oli mukana yhdistetyssä mallissa, eli Altmanin Z'' -score. Mallien toimivuuden vertailussa arvioitiin niiden luokittelukykyä vuosi ennen konkurssia. Tuloksista havaittiin, että molemmat Z'' -score sekä yhdistetty malli luokittelivat oikein yhtä monta toimivaa yritystä. Kuitenkin konkurssiyrityksien osalta yhdistetty malli luokitteli oikein kolme yritystä enemmän kuin Z'' -score. Näin ollen yhdistetyn mallin luokittelukyky oli 2,7 prosenttiyksikköä parempi kuin Z'' -scoren. Mallien ennustamiskykyjen vertaamista varten tehtiin McNemarin testi, jonka p -arvoksi saatiin 0,289. Mallien ennustamiskykyjen eroa ei voida pitää tilastollisesti merkitsevä, sillä p -arvo oli yli 0,05. Tulosten perusteella hylätään H_3 .

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkielmassa tutkittiin rakennusalan yritysten konkurssien ennustamista 2020-luvun Suomessa. Tilastokeskuksen (2024) mukaan syyskuussa 2024 vireille pantiin 278 konkurssia. Vuoden 2024 vireille pantujen konkurssien kertymä syyskuuhun asti on 2 591. Viimeksi samalla ajanjaksolla on pantu vireille yhtä monta konkurssia vuonna 1997. Kaikista toimialoista rakennusosalalla on tehty kaikista eniten konkurssseja vuoden 2024 aikana syyskuun loppuun mennessä.

Konkurssien ennustaminen on ollut suosittu tutkimusaihe jo pitkään. Yhden ensimmäisistä merkittävistä konkurssin ennustamistutkimuksista teki Edward Altman (1968). Uraauurtavassa tutkimuksessa käytettiin taloudellisia tunnuslukuja sekä monen muuttujan erotteluanalyysiä. Ohlson (1980) uudisti konkurssien ennustamisen akateemista tutkimusta käyttämällä logistista regressioanalyysiä. Viimeisten vuosien aikana tutkimusala on kehittynyt edelleen koneoppimismallien tullessa yhä enenevässä määrin käyttöön.

Tämän tutkielman tavoite oli selvittää rakennusalan konkurssien ennustamista suomalaisella aineistolla 2020-luvulla. Tutkielman esikuvana toimi Giriūnien ja muiden (2019) tutkimus, jota tässä tutkielmassa seurattiin soveltuvin osin. Ennustamisessa käytettiin, niin yhtiökohtaisia taloudellisia tunnuslukuja kuin makrotaloudellisia muuttujia. Tutkielma koostui teoria- sekä empiriaosasta. Teoriaosassa luotiin laaja katsaus konkurssien sekä konkurssien ennustamiseen liittyvään teoriaan. Empiriaosassa käsiteltiin tutkielman eteneminen sekä käytettävä aineisto ja menetelmät. Varsinainen tutkimuksen suorittaminen jakautui kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa selvitettiin makrotaloudellisten muuttujien kykyä selittää konkurssien määrän vaihtelua. Toisessa osassa verrattiin kahden konkurssin ennustamismallin kykyä luokitella rakennusalan yritykset konkurssi- ja toimiviin yrityksiin. Viimeisenä kolmannessa vaiheessa yhdistettiin makrotaloudellisista muuttujista muodostettu regressiomalli sekä perinteinen konkurssin ennustamismalli, jonka erottelukyvyn todettiin olevan parempi toisessa vaiheessa.

Tutkielman teoriaosassa muodostettiin seuraavat kolme hypoteesia:

H_1 = Konkurssveja voidaan ennustaa makrotaloudellisten muuttujien avulla.

H_2 = Rakennusala varten luodun konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky on parempi kuin mallin, jota ei ole luotu rakennusala varten, kun aineistona ovat suomalaiset rakennusalan yritykset.

H_3 = Perinteisen konkurssin ennustamismallin ennustamiskyky paranee, kun siinä huomioidaan makrotaloudellisia muuttujia.

Makrotaloudellisista muuttujista selvitetiin yhteensä kuuden yleisesti saman aihepiirin tutkimuksissa käytetyn muuttujan kykyä ennustaa konkurssveja. Tarkastelluista makrotaloudellisista muuttujista neljä korreloi konkurssien määrän kanssa tilastollisesti merkitsevästi. Näistä neljästä muuttujasta kahdesta pystyttiin muodostamaan lineaariset regressiomallit, jotka selittivät konkurssien määrän muutosta. Nämä kaksi muuttujaa olivat korkotaso sekä asuntojen hintojen muutos. Kyseisistä muuttujista muodostettiin lopullinen regressiomalli, jonka avulla pystyttiin selittämään konkurssien määrää, joten H_1 hyväksyttiin.

Giriünien ja muiden (2019) tutkimuksessa muodostettiin vastaava regressiomalli kolmesta makrotaloudellisesta muuttujasta. Muodostettu lineaarinen regressiomalli muunnettiin muotoon, jossa sen tulokset olivat konkurssin todennäköisyyksiä kunakin tarkasteltuna vuotena. Muunnos tehtiin, jotta malli pystyttiin myöhemmin yhdistämään perinteiseen konkurssin ennustamismalliin. Tässä tutkielmassa ennustetut konkurssien määrät muunnettiin Sigmoid funktion avulla, niin että kullekin vuodelle tulokset saivat arvon 0–1 välillä. Aikaisempien tutkimuksien perusteella ei ole havaittavissa yksiselitteisesti parasta tapaa tehdä tulosten muunnosta tai skaalausta, niin että reliabiliteetti olisi mahdollisimman hyvä.

Makrotaloudellisten muuttujien kykyä selittää konkurssseja tarkasteltiin vuosina 2014–2023 eli siis kymmenen vuoden aikana. Vaikka tämän tutkielman tapauksessa voitiin todeta, että makrotaloudellisten muuttujien avulla pystyttiin selittämään konkurssien määrää, niin tulosten yleistettävyyden parantamiseksi voisi olla perusteltua selvittää asiaa pidemmältä ajalta. Giriūnien ja muiden (2019) tutkimuksessa tarkasteltujen vuosien määrä oli 11, mikä ei ole merkittävästi enemmän.

Empiriaosan toisessa vaiheessa verrattiin kahden perinteisen konkurssin ennustamismallin kykyä ennustaa konkurssseja. Kahdesta mallista Altmanin Z'' -scoren (1995) ennustamiskyky oli parempi. Näin ollen H_2 hylättiin, sillä toinen vertailtu malli, Karaksen & Srbován (2019) malli, oli suunniteltu rakennusalan yrityksille ja Z'' -score oli suunniteltu kaikkien toimialojen yrityksille. Giriūnien ja muiden (2019) tutkimuksessa taas vastaava H_2 hyväksyttiin, sillä tutkimuksessa todettiin rakennusosalalle suunnitellun Butkusin ja muiden (2014) mallin olleen paras verrattuna yhdestätoista mallista. Tutkielman tulokset eroavat myös Karaksen & Srbován (2019) tutkimuksista, jossa myös havaittiin, että rakennusosalalle suunnitellun mallin ennustamiskyky on parempi kuin kaikille toimialoille suunniteltujen mallien. Tästä syystä tämän tutkielman perusteella ei voida myöskään yleisesti todeta, että rakennusosalalle luodut mallit olisivat ennustamiskyvyltään huonompia, kun aineistona ovat rakennusalan yhtiöt.

Empiriaosan kolmannessa vaiheessa yhdistettiin makrotaloudellisista muuttujista muodostettu lineaarinen regressiomalli sekä Z'' -score. Yhdistettyä mallia verrattiin Z'' -scoreen. Saatujen tulosten perusteella yhdistetyn mallin kokonaisluokittelukyky oli 2,73 prosenttiyksikköä parempi kuin Z'' -scoren. Eroa ei kuitenkaan voitu pitää tilastollisesti merkitseväenä, joten H_3 hylättiin. Voisi olla perusteltua tutkia asiaa edelleen suuremmalla aineistolla tai eri ennustamismallien avulla, jotta tulosten yleistettävyyttä voitaisiin parantaa. Tutkielman tulokset eroavat aikaimpien tutkimuksien tuloksista, kuten Giriūniene ja muut (2019), Kanapickienè ja muut (2023) sekä Sousa ja muut (2022), jotka päätyivät tutkimuksissaan siihen johtopäätelmään, että makrotaloudellisten muuttujien huomioiminen konkurssien ennustamisessa parantaa mallien ennustamiskykyä.

Nyt saadut tulokset tukevat sitä päätelmää, ettei ole yhtä yksiselitteisesti parasta konkurssin ennustamismallia ja yhä parempien mallien kehittäminen on myös tulevaisuudessa perusteltua. Tutkielma osoitti, että makrotaloudellisten muuttujien huomioiminen konkurssien ennustamisessa tuo lisäarvoa. Kuitenkin tässä tutkielmassa niiden tuoma lisäarvo oli rajallista. Eri menetelmien sekä pidemmän tarkastelujakson avulla voitaisiin vielä paremmin pystyä tutkimaan suomalaisten rakennusalan konkurssien ennustamista, niin että makrotalouden poikkeukselliset tilanteet otetaan huomioon. Nyt saatujen tulosten poikkeaminen aikaisempien tutkimuksien tuloksista osoittaa sen, että konkurssien ennustamisessa eri maiden välillä saattaa olla merkittävää eroa, erityisesti kun huomioidaan makrotaloudellisia muuttujia. Tämä tutkielma pystyi tuomaan uuden näkökulman rakennusalan konkurssien ennustamiseen Suomessa. Tulevaisuudessa voisikin olla tarvetta kokonaan suomalaisella aineistolla luodulle rakennusalan konkurssien ennustamismallille.

Jatkotutkimuksena lisäksi voitaisiin selvittää useamman konkurssin ennustamismallin avulla, että miten eri mallien ennustamiskyvyt vertautuvat. Rakennusalalle suunniteltuja konkurssin ennustamismalleja tulisi olla tutkimuksessa mukana useita, jotta niiden ennustamiskykyä muihin konkurssin ennustamismalleihin voitaisiin verrata yleistettävällä tarkkuudella. Lisäksi makrotaloudellisten muuttujien osalta voitaisiin tutkia, että miten niiden ennustamiskyky muuttuu, kun tarkasteltava ajanjakso on huomattavasti pidempi.

Lähteet

- Ahonen, A., Ali-Yrkkö, J., Avela, A., Junnonen, J., Kulvik, M., Kuusi, T., Mäkäräinen K. & Puhto, J. (2020). Rakennusalan kilpailukyky ja rakentamisen laatu Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:24. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-926-4>
- Altman, E. I. (1968). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589–609. <https://doi.org/10.2307/2978933>
- Altman, E. I., Haldeman, R. G., & Narayanan, P. (1995). Emerging market corporate bonds: A scoring system. *Emerging Markets Review*, 6(4), 311-323.
- Altman, E. I., & Hotchkiss, E. (2006). *Corporate financial distress and bankruptcy: Predict and avoid bankruptcy, analyze and invest in distressed debt*. Hoboken, N.J: Wiley.
- Altman, E.I., Iwanicz-Drozowska, M., Laitinen, E.K. and Suvas, A. (2017), Financial Distress Prediction in an International Context: A Review and Empirical Analysis of Altman's Z-Score Model. *J Int Finance Manage Account*, 28: 131-171. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1111/jifm.12053>
- Beaver, W. H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111. <https://doi.org/10.2307/2490171>
- 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. <http://www.jstor.org/stable/41948574>
- Butkus, M., Zakare, S. & Cibulskiene, D. (2014). Bankruptcy diagnostic model and its application to predict company's bankrupt likelihood in Lithuania. *Applied economics: systematic research* 8: 111–32. 10.7220/AESR.1822.7996.2014.8.1.7
- Castro, V., (2013). Macroeconomic determinants of the credit risk in the banking system: The case of the GIPSI, *Economic Modelling*, 31, 672-683. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.01.027>.
- Chen, Y., Li, L., Li, W., Guo, Q., & Du, Z. (2023). AI computing systems: An application driven perspective. Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-02950-3>

- du Jardin, Philippe. (2009). Bankruptcy prediction models: How to choose the most relevant variables?. *Bankers, Markets & Investors*. 39–46.
- Elinkeinoelämän keskusliitto. (2022, 28. maaliskuuta). EK:n yrityskysely: Ukrainan sodalla vaikutuksia yritysten investointeihin, liikevaihtoon ja työllistämisaikomuksiin. <https://ek.fi/ajankohtaista/tiedotteet/ekn-yrityskysely-ukrainan-sodalla-vaikutuksia-yritysten-investointeihin-liikevaihtoon-ja-tyollistamisaikomuksiin/>
- Febbianti, Y., Irfan, A., Liyas, J., Novita, W., Asis, A., & Rahmi, F. (2024). Predicting financial distress of public and non-public construction sub-sector companies. *Corporate Governance and Organizational Behavior Review*, 8(2), 135-143. <https://doi.org/10.22495/cgobrv8i2p13>
- Fidrmuc, J., & Hainz, C. (2010). Default rates in the loan market for SMEs: Evidence from Slovakia. *Economic Systems*, 34(2), 133-147. doi:10.1016/j.ecosys.2009.10.002
- Finlex. (2021, 1. helmikuuta). Uudistettu konkurssilaki käyttöön vuoden alusta. Finlex. <https://www.finlex.fi/fi/uutiset/403>
- Giriūniene, G., Giriūnas, L., Morkunas, M. & Brucaite, L. (2019). A Comparison on Leading Methodologies for Bankruptcy Prediction: The Case of the Construction Sector in Lithuania. *Economies* 7, 82. <https://doi.org/10.3390/economies7030082>
- Greenland, S., Senn, S. J., Rothman, K. J., Carlin, J. B., Poole, C., Goodman, S. N., & Altman, D. G. (2016). Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. *European Journal of Epidemiology*, 31(4), 337-350. <https://doi.org/10.1007/s10654-016-0149-3>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2013.02.013>
- Kanapickienė, R., Kanapickas, T., & Nečiūnas, A. (2023). Bankruptcy prediction for micro and small enterprises using financial, non-financial, business sector and macroeconomic variables: The case of the Lithuanian construction sector. *Risks*, 11(5), 97. <https://doi.org/10.3390/risks11050097>

- Karas, M. & Srbova, P. (2019). Predicting bankruptcy in construction business: Traditional model validation and formulation of a new model. *Journal of International Studies*. 12. 283-296. 10.14254/2071-8330.2019/12-1/19.
- Káčer, M., Ochotnický, P., & Alexy, M. (2019). The Altman's revised Z'-score model, non-financial information and macroeconomic variables: Case of slovak SMEs 1. *Ekonomicky Casopis*, 67(4), 335–366.
- Konkurssilaki 20.2.2004/120.
- Konkurssilaki 15.1.2021/120.
- Koulu, T. (2024). Mitä opimme tapaus Lehdosta. COMI. <https://comi.fi/mita-opimme-tapaus-lehdosta/>
- Kücher, A., Mayr, S., Mitter, C. *et al.* Firm age dynamics and causes of corporate bankruptcy: age dependent explanations for business failure. *Rev Manag Sci* 14, 633–661 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0303-2>
- Könkkölä, M., & Linna, T. (2020). Konkursioikeus. (2., uudistettu painos toim.) Alma Talent.
- Laitinen, E. & Laitinen, T. 2004. Yrityksen rahoituskriisin ennustaminen. Helsinki: Talentum.
- Laki yrityksen saneerauksesta 25.1.1993/47.
- Lappalainen, O. (2021). EU:n rakennusalan yritysten konkurssien ennustaminen [pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto]. UEF eRepo. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:uef-20211624>
- Lindfors, H. E., & Koulu, R. S. (2016). Velkavastuun toteuttaminen luottoyhteiskunnassa. (2. uusittu painos ed.) (Forum iuris). Helsingin yliopiston oikeustieteellinen tiedekunta.
- Metsämuuronen, J. (2009). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: Tutkijalaitos (4. laitos.). International Methelp.
- Muhammad Ali, P. J. (2022). Investigating the Impact of Min-Max Data Normalization on the Regression Performance of K-Nearest Neighbor with Different Similarity Measurements. *ARO (Koya)*, 10(1), 85–91. <https://doi.org/10.14500/aro.10955>

- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109-131. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Partti, P. (2021, 28. marraskuuta). Koronatuot - Mistä ja miten saat yrittäjänä tukea? <https://www.talouskuutio.fi/korona-tuet/>
- Patentti- ja rekisterihallitus. (2022, 2. helmikuuta). Yritysten lukumäärät kaupparekisterissä. <https://www.prh.fi/fi/kaupparekisteri/yritystenlkm/lkm.html>
- Prihti, A. (1975). Konkurssin ennustaminen taseinformaation avulla. Helsingin kauppakorkeakoulu.
- Ptak-Chmielewska, A. (2019). Predicting Micro-Enterprise Failures Using Data Mining Techniques. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.3390/jrfm12010030>
- Qu, Yi & Quan, Pei & Lei, Minglong & Shi, Yong. (2019). Review of bankruptcy prediction using machine learning and deep learning techniques. *Procedia Computer Science*. 162. 895-899. 10.1016/j.procs.2019.12.065.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Shin, Kyung-shik & Lee, Taik & Kim, Hyun-jung. (2005). Shin, K.S.: An Application of Support Vector Machines in Bankruptcy Prediction Model. *Expert Systems and Applications* 28, 127-135. *Expert Systems with Applications*. 28. 127-135. 10.1016/j.eswa.2004.08.009.
- Sousa, A., Braga, A. & Cunha, J. (2022). Impact of macroeconomic indicators on bankruptcy prediction models: Case of the Portuguese construction sector. *Quantitative Finance and Economics* 6(3). 405-432. 10.3934/QFE.2022018
- Sponerová, Martina & Sponer, Miroslav & Svoboda, Miroslav. (2021). Dependence of Company Size on Factors Influencing Bankruptcy. *SHS Web of Conferences*. 92. 03028. 10.1051/shsconf/20219203028.

- Sundholm, N. (2024). Rakennusalan konkurssien ennustaminen tilinpäätöstiedoista talouden laskusuhdanteessa [pro gradu -tutkielma, Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT]. LUTPub. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202402055801>
- Tilastokeskus. (2022, 4. maaliskuuta). Aloittaneet ja lopettaneet yritykset vuonna 2016. https://www.stat.fi/til/aly/2016/aly_2016_2017-10-31_fi.pdf
- Tilastokeskus. (2022, 4. maaliskuuta). Konkurssit 2021, joulukuu. https://tilastokeskus.fi/til/konk/2021/12/konk_2021_12_2022-01-17_fi.pdf
- Tilastokeskus. (2021, 8. marraskuuta). Konkurssit vuodesta 1986, 1986–2020. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__oik__konk__vv/statfin__konk_pxt_11fa.px/
- Tilastokeskus (2021, 27. marraskuuta). Suomi lukuina 2021. https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yyti_sul_202100_2021_23490_net_p2.pdf
- Tilastokeskus. (2024, 14. lokakuuta). Inflaatio. <https://stat.fi/indikaattori/inflaatio>
- Tilastokeskus. (2024, 18. lokakuuta). Syyskuussa 2024 pantiin vireille 274 konkurssia. <https://stat.fi/julkaisu/clmu878u961fk0aw2ywwq2uix>
- Tilastokeskus. (2024, 7. marraskuuta). Toimialaluokitus 2008. https://stat.fi/fi/luokitukset/toimiala/toimiala_1_20080101?code=F&name=Rakentaminen
- Tuominen, H., Neittaanmäki, P., Niinimäki, E., Pölönen, I., Rautiainen, I., Äyrämö, S., Ruohonen, T., Nyrhinen, R., Ojalainen, A., Vähäkainu, P., & Äyrämö, S. (2019). Tekoälyn perusteita ja sovelluksia.
- Valtiokonttori. (2024, 8. elokuuta). Yritysten kustannustuki. <https://www.valtiokonttori.fi/palvelu/yritysten-kustannustuki-6/>
- Valtionkonttori. (2021, 29. marraskuuta) Kustannustukihakemus. <https://asiointipalvelu.valtiokonttori.fi/kustannustuki/>
- Valtiovarainministeriö. (2021, 27. marraskuuta). Taloudellinen katsaus – Kevät 2021. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163100/VM_2021_22.pdf?sequence=6&isAllowed=y