CBS
COPENHAGEN
BUSINESS SCHOOL
HANDELSHØJSKOLEN

Modellering af kreditrisiko

En empirisk analyse af det europæiske CDS marked

(Modeling of Credit Risk – an Empirical Analysis of the European CDS market)

Kandidatafhandling

Cand.merc. - Finansiering og Regnskab

Copenhagen Business School

15. Maj 2017

Vejleder,
Clara Dyhrberg

Forfattere,
Thomas Bo Kragh
Jacob Vilby

Antal anslag,
215,977
Antal sider inklusiv appendiks,
135

Abstract

The European bond market has been expanding over the past 15 years. This makes the credit market more accessible for investors as they earlier had to achieve their credit exposure through credit institutions. Therefore, credit risk is an important topic. The definition of credit risk is the likelihood of a borrower not repaying his obligation and the lender thus losses the face value of the debt and the interest related to the loan.

A credit default swap's most important driver is credit risk and thus the spreads of a CDS is largely given by the credit risk of a given company. Therefore, CDS spread can be used as a proxy for the credit risk of an individual company at a given time.

This report examines and develops a model to estimate CDS spreads. The starting point of the model is an extended Merton model. The extended Merton model shows limited precision in its estimates and an analysis shows that one reason for this is a limited number of input variables. Therefore, further explanatory variables are identified and a panel data regression is performed on the difference between the observed CDS spreads and the extended Merton model estimated spreads. In the panel data regression 15 variables are tested for a significant and consistent contribution to the model throughout different periods. Seven variables are found significant and consistent, of which three are already included in the extended Merton model and are found to have significant additional information. Further, four new variables are found significant and consistent. These four variables include two proxies for the market environment, one explaining the profitability of the firm and one describing the illiquidity of the CDS. Though the last mentioned does not describe credit risk, it is included to avoid omitted variable bias and further give a more precise estimation.

The panel data regression estimates are combined with the extended Merton model's estimations and a combined estimation of spreads from the two models are found. The spreads from our model are compared to the observed CDS spreads. Our model shows a significant improvement of the extended Merton model increasing the precision from 0.47 to 0.73. Thus, the study concludes that the extended Merton model is significantly enhanced by the panel data regression as a further extension.

Indholdsfortegnelse

1 Introduktion 4
1.1 Problemformulering 4
1.2 Afgrænsning 5
1.3 Metode 6
1.4 Undersøgelsens paradigme 7
1.5 Opgavens struktur 9
2 Teori og baggrund 10
2.1 Kreditrisiko 10
2.2 Credit default swaps 11
2.3 CDS markedet 13
2.4 Tidligere studier 15
3 Merton modellen 23
3.1 Den originale Merton model 23
3.2 Den udvidede Merton model 27
4 Metode 30
4.1 CDS spreads 30
4.2 Bestemmelse af input variable 33
4.3 Anvendelse af den udvidede Merton model 38
5 Data 40
5.1 Dataindsamling 40
5.2 Subdivision af data 43
5.3 Deskriptiv data 46
6 Test af metode til bestemmelse af input variable 53

7 Empiriske resultater udvidede Merton model 58
7.1 Delkonklusion 66
8 Følsomhedsanalyse 68
8.1 Delkonklusion 70
9 Kritik af den udvidede Merton model 71
10 Regressionsanalyse 77
10.1 Valg af input variable til regressionsmodel 77
10.2 Undersøgelse af input variable til regressionen 82
10.3 Opstilling af regressionsmodel 84
10.4 Reduktion af input variable 92
11 Empiriske resultater regressionsmodel 95
11.1 Modellens præcision 95
11.2 Forklarende variable og estimerede koefficienter 96
11.3 Modellens residualer 99
11.4 Robusthedstest 102
12 Empiriske resultater endelige model 104
12.1 Delkonklusion 110
13 Kritik af regressionsmodellen og den endelige model 111
14 Konklusion 115
14.1 Videre studier 117
15 Litteraturliste 119
16 Appendiks 124

1 Introduktion

Det europæiske virksomhedsobligationsmarked har været under stor udvikling i de seneste 15 år (Credit Market Daily, 2016). Dette marked åbner nye og interessante muligheder for både investorer og virksomheder, der søger gældsfinansiering. Når virksomhedsobligationer handles på markedet, er det store spørgsmål, hvordan vi fastsætter den tilhørende kreditrisiko til virksomhederne, og hvordan skal investorer aflønnes for at påtage sig denne risiko. For at simplificere spørgsmålene vil vi i denne opgave tage udgangspunkt i credit default swaps (CDS) spreads, idet de netop behandler spørgsmålet omkring aflønning mod at påtage sig kreditrisiko. Her er det interessant, hvilke determinanter der bestemmer kreditrisiko, og i hvilken grad CDS spreads påvirkes af den økonomiske situation i markedet. Der er begrænset afdækning af det europæiske marked i litteraturen, hvorimod der er foretaget en række dybdegående undersøgelser på det amerikanske marked. Vi vil derfor foretage vores undersøgelse på det europæiske marked, da vi således benytter data, der i begrænset omfang er undersøgt. Desuden er det interessant for os, at se på det marked, som Danmark er en del af.

Merton (1974) og Altman (1968) har kendte grundmodeller for vurdering af kreditrisiko. Merton modellen, der er baseret på Black & Scholes options teorien fra 1973, er udgangspunktet for en stor del af de strukturelle modeller, der benyttes til prisfastsættelse af kreditrisiko. Altman (1968) har bidraget med sammenhæng imellem regnskabsdata og kreditrisiko. De to modeller har dog begge nogle svagheder og mangler, hvilket medfører, at de i deres grundform har begrænset praktisk forklaringsgrad af kreditrisiko. Dette åbner en mulighed for at forbedre modellerne og søge efter en samlet forbedret model, der kan implementere principperne fra både Merton og Altman. På baggrund af netop denne mulighed, er vi kommet frem til følgende problemformulering.

1.1 Problemformulering

Vi vil i vores undersøgelse anvende en udvidelse af Merton modellen præsenteret af Eom et at. (2004), der tillader virkelighedsnære antagelser sammenlignet med den oprindelige Merton model. Det er kendt i litteraturen, at der generelt er begrænset forklaringsgrad for diverse udvidelser af Mertons model (Bharath og Schumway, 2004; Chen, L. et al., 2008; Eom et al., 2004). Vi vil undersøge, om det skyldes, at modellen har et begrænset antal input variable, der hovedsageligt er markedsdata. Hvis dette er

tilfældet, kan vi forbedre forklaringsgraden af den udvidede Merton model ved at inkludere flere input variable, i form af virksomhedsspecifikke regnskabsdata og proxies for markedets generelle økonomiske sundhed. Implementeringen af nye input variable vil foregå gennem en paneldata regression, hvor formålet er at forbedre forklaringsgraden af det allerede estimerede spread fra den udvidede Merton model. Desuden skal det bemærkes, at vi anvender europæiske CDS data til forskel fra den tidligere litteratur, der hovedsageligt anvender amerikanske CDS data. Vores problemformulering bliver således,

- *I hvilken grad kan den udvidede Merton model estimere CDS spreads sammenlignet med de observerede, og kan en paneldata regression med yderligere input variable øge forklaringsgraden?*

Dette medfører følgende underspørgsmål,

- Hvordan bestemmes input variable til den udvidede Merton model, som ikke kan observeres i markedet?
- Hvilke forhold er skyld i, at den udvidede Merton model har manglende forklaringsgrad i estimeringen af CDS spreads?
- Hvilke input variable skal anvendes i paneldata regressionen, og hvad er baggrunden for valget af disse variable?
- Hvordan er præcisionen af paneldata regressionen og har outputtet en økonomisk fortolkning bag?

1.2 Afgrænsning

Vi vil i denne opgave benytte CDS spreads som proxy for kreditrisiko. Det betyder, at vi således afgrænser os fra specifikke obligations karakteristika, der potentielt kan påvirke spreads. Desuden ser vi kun på CDS kontrakter med løbetid på fem år, og forholder os derfor i begrænset omfang til diskussion omkring påvirkning af løbetider.

I vores undersøgelse har vi valgt at inkludere virksomheder fra 15 lande, hvilket giver den komplikation, at der er risiko for, at data fra de individuelle virksomheder er underlagt forskellige love og regulativer. Dette betyder, at der kan være forskel i regnskabspraksis samt forskel i politisk usikkerhed med videre

for hver virksomhed. Nogle af disse effekter implicit kan fanges af vores regressionsmodel. Vi afgrænser os dog fra at analysere på disse forhold, idet dette ligger udenfor fokusområdet i vores undersøgelse.

Vi afgrænser os i vores modelvalg fra en empirisk analyse af andre modeller for estimering af kreditrisiko og de underliggende drivere bag. Dette indebærer andre udvidelser af Merton modellen end den valgte af Eom et al. (2004). Vi vælger denne afgrænsning for at give plads til dybere analyse af den valgte udvidelse af Merton modellen samt regressionsanalysen. Alternative tilgange til estimering af kreditrisiko indebærer logistiske regressioner og neurale netværks modeller. Her er førstnævnte lineære statistiske modeller til estimering af konkurssandsynligheder, imens neurale netværks modeller er mere komplekse modeller for credit scoring (Lando, 2004; Pacelli og Azzollini, 2011).

1.3 Metode

I det følgende beskrives dataindsamlingen og de eventuelle problemstillinger denne medfører. Herefter vil vi beskrive, hvordan vi sikrer kvalitet i opgaven.

1.3.1 Dataindsamling

Vi har indsamlet data for CDS spread samt en række regnskabsdata, som først benyttes i udvidelsen af Merton modellen og senere i en regressionsanalyse, der forsøger at forbedre den allerede opstillede Merton model. Vi har indsamlet data på 94 virksomheder over en periode på 15 år, hvor hver virksomhed ikke nødvendigvis er repræsenteret i hver periode. I forbindelse med dataindsamlingen har vi forholdt os så objektivt som muligt, og indsamlet alt data der var muligt at hente uden licenser. At vi udelukkende benytter data, der er tilgængeligt fra Bloomberg uden licenser, giver kun problemer, hvis der er en generel forskel mellem licenseret og ikke licenseret data. Vi tror ikke dette vil påvirke vores resultater i udtalt grad. De nærmere overvejelser omkring valg og indsamling af data vil blive beskrevet i kapitel 5.

1.3.2 Kvalitet

Kvaliteten af en undersøgelse afhænger af en række kriterier, som skal opfyldes for at opnå troværdighed. Undersøgelsens troværdighed er afgørende for brugbarheden af undersøgelsens resultat. Kvaliteten kan overordnet vurderes ved, om undersøgelsen er designet til formålet, og om de teorier og modeller, der anvendes, er tilstrækkelige til at beskrive de problemstillinger, der undersøges. Kvaliteten i en

undersøgelse dækker specifikt over gyldighed, pålidelighed og tilstrækkelighed (Olsen og Pedersen, 1999).

Gyldighed i undersøgelsen opnås ved, at der er overensstemmelse mellem teori og empiri. Dette opnås i opgaven ved at benytte teoretiske modeller til modellering af kredit spreads. Merton modellen er kendt i litteraturen, og der er således god sammenhæng mellem valg af model og data. Vi har opnået pålidelighed ved, at den indsamlede data er præsenteret præcist, og det er tydeligt for læser, hvor data stammer fra, således at det let kan repliceres. Sidst kan tilstrækkeligheden diskuteres, idet der er en række data på CDS spreads på det europæiske marked, der af licens årsager ikke er tilgængelige i vores undersøgelse. Vi har dog formået at indsamle et relativ stor sample med 94 virksomheder. Vi vurderer derfor, at vores data er tilstrækkeligt til at foretage vores undersøgelse og lave generelle konklusioner omkring det europæiske marked, til trods for at vores begrænsning på data kan have mindre påvirkning herpå.

1.4 Undersøgelsens paradigme

I forbindelse med undersøgelsen paradigme vil vi diskutere ontologi, epistemologi, samt metodologi i undersøgelsen. Dette diskuteres både i forhold til data og teori for at forholde os til, hvilken betydning dette har for vores undersøgelse.

1.4.1 Ontologi

Ontologien i opgaven findes ved at se på hvilken virkelighedsopfattelse, der lægges op til i problemformuleringen. I problemformuleringen fremgår det, at vi vil forsøge at ramme observerede spreads ved hjælp af en model med et givent antal input. Vi ser således de observerede spreads, som den *sande* værdi, hvilket er baseret på den efficiente markedshypotese om, at markedet altid vil indeholde alt information. Vi lægger i problemformuleringen op til, at disse observerede spreads er mulige at forklare gennem en model, hvilket antyder realistisk ontologi.

Der kan dog argumenteres for, at de observerede spreads aldrig vil kunne beskrives af en menneskabt model. Årsagen hertil er, at virkeligheden er mere kompleks og indeholder mere information, end hvad der kan beskrives ved den menneskeskabte teori og modellering. Dette lægger sig tæt op af den kritiske realisme. Her lægges vægt på, at verden, og i vores tilfælde markedet, er drevet af naturlige årsager, men at det er umuligt at forstå dette fuldstændigt. Vi ender derfor med en ontologi, der er begrænset realistisk,

som beskrevet af Guba; *"Reality exists but can never be fully apprehended. It is driven by natural laws that can be only incompletely understood."* (Guba, 1990).

1.4.2 Epistemologi

Epistemologi i forbindelse med en undersøgelse kan være subjektiv eller objektiv. I forbindelse med vores undersøgelse af CDS spreads har vi forholdt os så objektivt som muligt. I opgaven benytter vi os udelukkende af kvantitative data, hvilket mindsker risikoen for subjektivitet. Der træffes dog en række valg i forbindelse med opbygningen af modellen, som kan blive påvirket af modelbyggerens subjektive holdning. Vi har i forbindelse med disse valg forsøgt at holde undersøgelsen så objektiv som muligt. Det vil imidlertid ikke lykkes, idet man som menneske ikke altid er fuldstændig rationel og neutral. Vi vil således forsøge at komme så tæt på idealet, som er fuldstændig objektivitet, til trods for at dette ikke kan realiseres. Det kan heraf konkluderes, at vi benytter en modificeret objektiv epistemologi (Guba, 1990).

1.4.3 Metodologi

Valget af modificeret objektiv epistemologi påvirker metodologien. Havde man opnået fuldstændig objektiv epistemologi, vil man holde undersøgeren og objektet fuldstændig adskilt i metoden. Med modificeret epistemologi vil undersøger og objektet ligeledes holdes adskilt, men undersøgelsen vil blive påvirket af kvalitative forhold, der ikke kan holdes objektive. I vores undersøgelse vil dette blive relevant i forhold til vurdering af andres resultater, som bruges som input i undersøgelsen, og således vil et samspil med kvantitativ og kvalitativ data opstå. Desuden benyttes den kvalitative data og viden til at bestemme inputs til vores regressionsmodel og vurdere, hvilke sammenhænge der giver økonomisk mening i vores regressionsanalyse. Dette er en nødvendighed, idet den kvantitative metode er god til at identificere samvariation mellem variable, men ikke kausale sammenhænge (Bjerg og Villadsen, 2006).

1.4.4 Delkonklusion

Det kan således konkluderes, at undersøgelsen tager udgangspunkt i Gubas post-positivistiske paradigme med begrænset realistisk ontologi, modificeret objektiv epistemologi, samt objektiv metodologi med påvirkning fra kvalitative analyser (Guba, 1990).

1.5 Opgavens struktur

Efter at have introduceret formålet med afhandlingen, vil opgaven fortsætte på følgende vis; i kapitel 2 gives en gennemgang af den bagvedliggende teori og baggrund for opgaven. Herunder foretages en gennemgang af tidligere studier. Det følgende kapitel beskriver Mertons model for kreditrisiko, samt udvidelsen heraf som vil lægge grundlaget for vores undersøgelse. Kapitel 4 beskriver vores metodiske overvejelser, såsom betydningen af valget af CDS spreads som proxy for kreditrisiko, bestemmelse af input variable og anvendelse af den udvidede Merton model. I kapitel 5 gennemgås vores dataindsamlingsproces, opdelingen af data i grupper og perioder, samt en beskrivelse af det indsamlede data. I det følgende kapitel testes forskellige metoder til estimering af input variable. Kapitel 7 præsenterer resultaterne for vores udvidede Merton model. Det følgende kapitel beskriver følsomheden i forhold til ændringer i specifikke input variable. Kapitel 9 ser kritisk på vores Merton model og analyserer svagheder ved vores resultater og modellen.

I kapitel 10 fremgår udarbejdelsen af vores regressionsmodel. I dette afsnit vil valg af input variable og model foretages. Desuden vil signifikans og konsistens for vores input variable blive testet. Den endelige regressionsmodel præsenteres i slutningen af kapitlet. I kapitel 11 fremgår de empiriske resultater af regressionsmodellen og fortolkning af koefficienter. Endvidere foretages robusthedstest af regressionsmodellen. I kapitel 12 kombineres vores regressionsmodel med den udvidede Merton model og vores endelige resultater præsenteres. Kapitel 13 indeholder en kritik af vores regressionsmodel og den endelige model. I kapitel 14 konkluderes på undersøgelsen, og der gives forslag til videre studier.

2 Teori og baggrund

Inden vi påbegynder den endelige undersøgelse, vil vi kortlægge den relevante teori samt andre forhold indenfor området, der har indflydelse på vores undersøgelse. Først gennemgås kreditrisiko og de herunder relevante begreber, hvorefter vi beskriver generel teori omkring CDS derivater. Dernæst giver vi en kort beskrivelse af markedet. Sidst vil vi beskrive og opsummere fund fra tidligere studier på området.

2.1 Kreditrisiko

Kreditrisiko er defineret som risikoen for, at en låntager ikke overholder sine forpligtelser, og udlåner således taber hovedstolen af gælden og eventuelle renterne forbundet med lånet. I dette afsnit introduceres vigtige begreber fra teorien omkring recovery rate, risikoneutrale – og reale konkurs-sandsynligheder og modpartsrisiko.

2.1.1 Recovery rate

Når en virksomhed går konkurs, gør gældsejerne krav på virksomhedens aktiver, herunder krav mod debitorer. Ofte forfalder den fulde betaling fra debitorer ikke, og aktiverne sælges af en likvidator. Dette betyder, at det fulde beløb af hovedstolen på lånet ofte ikke bliver mødt, og gældsejerne får således kun en vis procentdel af deres krav. Denne procentdel defineres som recovery rate. En proxy for recovery rate findes som regel i markedet ved at se på obligationsværdien sammenlignet med hovedstolen få dage efter konkursen. Desto mere senior gældejernes krav er, desto højere gennemsnitlig recovery rate vil der være. Begrebet loss given default er relevant at nævne i forbindelse med recovery rate. Loss given deafult beskriver den procentdel af hovedstolen, som mistes ved en konkurs. Således vil et mere senior gældsejerkrav have lavere loss given default (Hull, 2012).

2.1.2 Risikoneutrale- og reale konkurssandsynligheder

Der er to former for konkurssandsynligheder; den risikoneutrale sandsynlighed og den reale sandsynlighed. Hull (2012) viser, at der kan være stor forskel mellem disse. Det skyldes blandt andet likviditetsforhold, stor korrelation konkurser imellem, samt systematisk risiko, hvilket kan føre til større reale konkurssandsynligheder. Det er således naturligt at stille spørgsmålstegn ved, om der skal arbejdes med risikoneutrale- eller reale sandsynligheder. Dette afhænger af, hvilken analyse der skal foretages. Vi

vil fremadrettet benytte risikoneutrale sandsynligheder, når der tales om sandsynligheder for konkurs, idet vores formål er, at benytte sandsynlighederne til værdiansættelse af kreditderivater. Det er en proces, hvor den risikoneutrale konkurssandsynlighed bestemmes, og prisen fastsættes herefter (Hull, 2012).

2.1.3 Modpartsrisiko

Modpartsrisiko, som opstår i forbindelse med handel af derivater, er defineret som risikoen for, at modparten af kontrakten ikke kan overholde sine forpligtelser. Modpartsrisiko er mere kompliceret end sædvanlig kreditrisiko. Det skyldes blandt andet, at der er større usikkerhed omkring størrelsen på kravet i tilfældet af konkurs (Hull, 2012). Vi betragter følgende tre scenarier, hvor en finansiel institution har en kontrakt udestående, hvor hver kræver sin egen kvantificering af modpartsrisikoen;

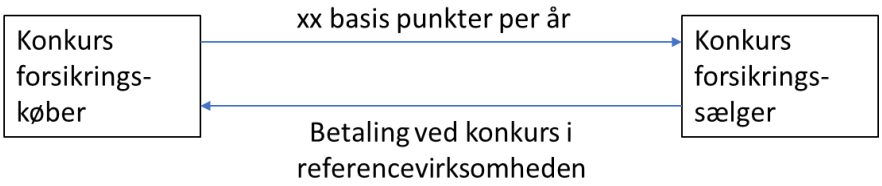
1. Kontrakten vil altid være en forpligtelse for den finansielle institution
2. Kontrakten vil altid være et tilgodehavende for den finansielle institution
3. Kontrakt kan blive et tilgodehavende eller en forpligtelse for den finansielle institution.

Det første kunne eksempelvis være en kort optionsposition, den anden kunne være en lang optionsposition og den tredje en CDS eller forward kontrakt. Første kategori har ingen modpartsrisiko, anden kategori har altid modpartsrisiko, og vil således ofte realisere et tab i tilfælde af konkurs for modparten. Sidste kategori har kun kreditrisiko sommetider. Vi vil se nærmere på det tredje tilfælde med en CDS kontrakt, da det er denne type kontrakt, som vi benytter data fra i vores undersøgelse. Ved køb af en CDS kontrakt vil der kun opstå tab som følge af modpartsrisiko, hvis både forsikringssælger og den underliggende virksomhed i kontrakten går konkurs. Det skal her bemærkes, at der kan være stor korrelation mellem risikoen for konkurs for virksomhed og modpart. Det skyldes, at der generelt i markedet er stor korrelation konkurser imellem (Hull, 2012).

2.2 Credit default swaps

Credit default swaps er det mest benyttede kreditderivat. Det er en kontrakt, hvor en køber modtager forsikring imod risikoen for konkurs for en bestemt virksomhed. Vi benævner virksomhedens gæld som det underliggende aktiv, og køberen af CDS'en som forsikringskøber, mens modparten vil blive benævnt som forsikringssælger. Forsikringen virker således, at forsikringssælgeren forpligter sig til at købe den underliggende obligation til en pris svarende til hovedstolen i tilfælde af konkurs. Det betyder, at

forsikringssælgeren vil have et tab på differencen mellem hovedstolen og den nuværende værdi af obligationen i tilfælde af konkurs på det underliggende aktiv. Det skal bemærkes, at det ikke er et krav, at aktivet er ejet af forsikringskøberen, som vi kender det fra andre forsikringer. Køberen af en CDS betaler en fast procentdel af hovedstolen periodisk indtil udløb eller konkurs. I tilfælde af konkurs, afregnes der enten via overlevering af obligationen mod det fulde beløb af hovedstolen, eller ved en kontant afregning af differencen. Det er ved kontant afregning vigtigt at bemærke, at der som regel bliver sammenlignet med en cheapest-to-deliver obligation ved beregning af differencen (Hull, 2012). Kontrakten kan beskrives ud fra følgende figur,



Figur 2.1: CDS kontrakt (Egen tilvirkning)

Som det ses af ovenstående figur, betales der årligt en procentdel af hovedstolen, hvilket defineres CDS spread, og som regel angives i basis punkter. Finansielle institutioner kan tage begge sider af en CDS og har derfor ofte både et salgs- og købsspread angivet. Femårige CDS kontrakter er de mest populære, men der findes kontrakter med en række forskellige løbetider. Der kan desuden være variation i CDS kontraktens definition af konkurs, hvilket som regel er manglende betaling til gældejere, restrukturering af gælden eller reel konkurs. Der findes dog kontrakter, der ikke omfatter restrukturering, blandt andet specifikke høj risiko obligationer (Hull, 2012).

2.2.1 Credit default swaps og obligationsrenter

En CDS kan benyttes til at afdække en position i en virksomhedsobligation. Det vil sige, at hvis en investor har en virksomhedsobligation og køber en CDS med samme løbetid på virksomheden, vil denne investor have en risikofri investering, hvis der ses bort fra modpartsrisiko. Denne portefølje vil derfor give tæt på den risikofrie rente. Differencen mellem renten på virksomhedsobligationen og renten på en risikofri obligation er defineret som spreadet på virksomhedsobligationen. Hvis spreadet for en virksomhedsobligation er større end spreadet for en CDS med samme løbetid, kan en investor opnå mere end den risikofri rente ved at købe virksomhedsobligationen og derefter forsikre sig mod konkurs via

CDS'en. Er spreadet for virksomhedsobligationen derimod lavere end CDS spreadet, kan investor låne til mindre end den risikofrie rente ved at gå kort i virksomhedsobligationen og tage position som forsikringssælger. Ud fra arbitrageargumenterne givet ovenfor bør forskellen mellem CDS spreadet og virksomhedsobligations spreadet være tæt på 0 (Hull, 2012). Dette er dog ikke altid tilfældet (Longstaff, Mithal og Neis, 2003). Vi vil derfor i afsnit 4.1 diskutere, hvorfor CDS og obligations spreads kan være forskellige, og om CDS er en rimelig proxy at benytte for virksomhedsobligations spreads i vores model.

2.3 CDS markedet

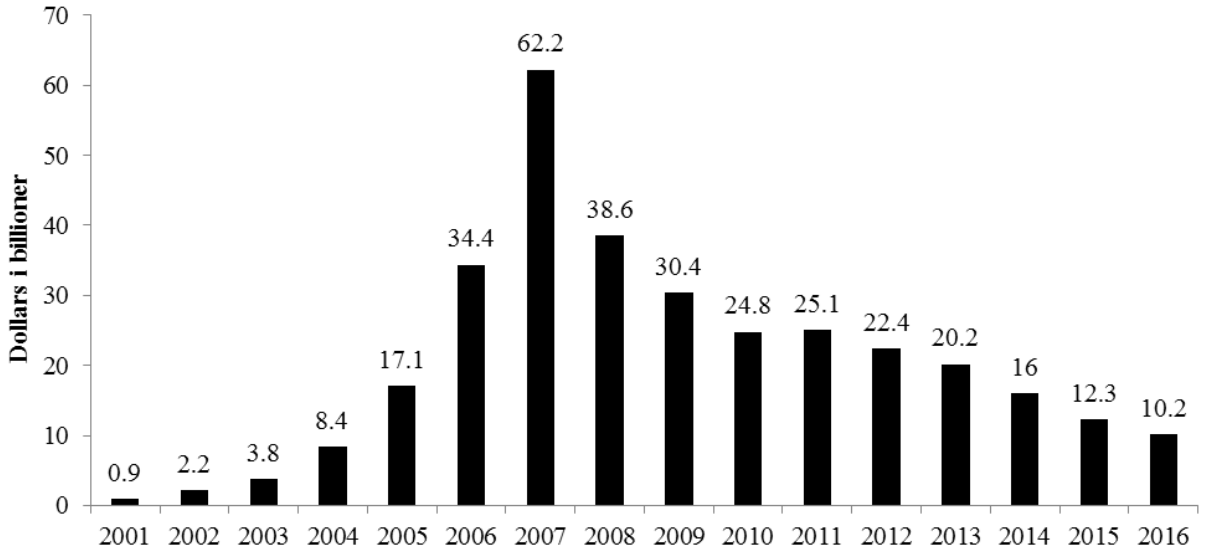
I det følgende vil vi lave en kort gennemgang af markedet for CDS'er. Dette for at se på størrelsen og således likviditeten. Desuden vil vi se på brugen af CDS'er, samt de største aktører i markedet.

CDS markedet er en vigtig del af økonomien til trods for stor kritik efter finanskrisen. Kreditderivatet tillader virksomheder og banker at handle kreditrisiko på samme måde, som markedsrisiko handles med andre derivater (Hull, 2012). Det giver kreditinstitutionerne mulighed for at handle kreditrisiko på en simpel måde og eventuelt afdække deres positioner. Til dette formål er kreditderivater en nødvendighed, da det kan være omkostningsfyldt at tage en kort position i virksomhedsobligationer. Et andet problem, der løses af kreditderivater, er diversifikation af kreditrisiko. Det er lettere at blive bredere eksponeret, idet man ikke behøver at sælge et lån for at opnå krediteksponering mod virksomheden. Tidligere kunne dette problem kun løses ved at opnå tilpas stor størrelse via fusioner og opkøb. Kreditderivater giver mulighed for at reducere eksponering til store kunder uden at ødelægge klientforholdet gennem videresalg af dele af lånet, som i øvrigt kræver kundens tilladelse (Hull, 2012). En anden fordel ved CDS'er er, at det giver investorer udenfor kreditsektoren mulighed for at få eksponering mod lån, som ellers ikke kan opnås og desuden mulighed for at påtage sig kreditrisiko uden samtidig at påtage sig almen renterisiko. Markedsdeltagere får gennem CDS'er mulighed for at handle på et negativt synspunkt på en virksomheds kreditværdighed. Der kan købes forsikring med henblik på at lukke positionen på et senere tidspunkt ved at sælge forsikringen til en højere pris, når kreditrisikoen er steget. Der kan derfor argumenteres for, at muligheden for at handle på alle typer forventninger til markedet vil gøre det mere effektivt (Mengle, 2007).

Der har været stor kritik af kreditderivater som tidligere nævnt. Det skyldes, at de potentielt kan destabilisere markedet frem for at stabilisere det. Det skyldes, at markedsdeltagere, der specialiserer sig

i kreditrisiko, kan overføre denne risiko til markedsdeltagere med mindre erfaring indenfor kreditrisiko. Desuden er det et argument imod kreditderivater, at det reducerer incitamentet til at analysere og monitorere låntagere, fordi det nu er let for långiver at komme af med kreditrisikoen. Mengle (2007) fremhæver dog, at disse argumenter er svage, fordi det kan være en fordel at forskyde kreditrisiko til institutioner med mindre regulering. Sådanne institutioner vil have et mindre sikkerhedsnet, hvilket giver incitament til bedre kreditstyring.

Siden slutningen af 90'erne har der været stor udvikling på kreditderivat markedet og særligt markedet for CDS'er. Ifølge International Swaps and Derivatives Association (ISDA) var der i 2001, 0.9 billioner dollars udestående i nominelt beløb på CDS markedet, hvilket steg markant frem til 2007, hvor et nominelt beløb på hele 62.2 billioner dollars var udestående. I de følgende år mindskedes det udestående beløb markant, og det har været faldende frem til i dag, hvor vi ser et udestående beløb på 10.2 billioner dollars ved udgangen af 2016 (ISDA, 2010; ISDA, 2017). Den faldende udvikling efter finanskrisen kan højst sandsynligt tilskrives de øgede kapitalregler på markedet. Basel III indeholder blandt andet øgede kapitalkrav ved handel med derivater (Deloitte, 2013). Udviklingen for det nominelt udestående beløb på CDS markedet år for år er skitseret nedenfor,



Figur 2.2: Udviklingen i nominelt udestående på CDS markedet (ISDA, 2010; ISDA, 2017)

Sammenlignet med den store nominelle størrelse af markedet er volumen af handler ikke ret stor med kun omkring 1.1 mio. handler i gennemsnit per uge i 2016. Det skyldes med høj sandsynlighed, at en stor del af handlerne, der laves på OTC markedet, er af høj nominel værdi (Mengle, 2007).

Dataene i figur 2:2 er total nominelt udestående for CDS kontrakter på markedet, hvilket i høj grad består af indeks CDS'er og "single-name" CDS'er. Vi vil fremadrettet udelukkende tale om "single-name", når der er tale om CDS'er, da det er disse, vi vil benytte i vores model.

Kreditderivater blev oprindeligt indført til brug for afdækning og diversificering af kreditrisiko, men har udviklet sig til også at blive benyttet som et investeringsmiddel. Kreditporteføljemanagers er som oftest købere af forsikringer, hvor forsikringsselskaber ofte er på den anden side af handlen. Hedge fonde tager ofte begge sider af handlen og har de sidste år haft stigende aktivitet på markedet. De bruger blandt andet CDS'er til at afdække deres brug af konverterbare obligationer og til at købe og sælge forsikringer for at opnå profit på relative fejl i prisfastsættelsen af derivater og obligationer (Mengle, 2007).

2.4 Tidligere studier

Der er forskellige tilgange til at analyse en virksomheds kreditrisiko. Tidligere studier på området har haft forskellige indgangsvinkler, hvor de har opstillet modeller til estimering af virksomhedens konkursrisiko, værdiansættelse af virksomhedsobligationer og anden gæld, samt prisfastsættelse af CDS'er. Modellerne kan inddeles i strukturelle og reduced-form modeller. Strukturelle modeller bygger på økonomisk teori og bruges til at bestemme nogle specifikke parametre ud fra givne inputs i modellen. Resultatet af en strukturel model har derved belæg i selve teorien bag modellen. Reduced-form modeller er anderledes, idet de opbygges af økonomiske variable, men de har ikke samme bagvedliggende økonomiske teori. En lineær regression, der estimerer et CDS spread ud fra en række virksomhedsspecifikke nøgletal, vil som udgangspunkt være en reduced-form model, da der ikke er en reel økonomisk teori bag, men i stedet empirisk belæg for, at de valgte determinanter er relevante for estimeringen (Koopmans, 1949). I vores undersøgelse vil vi både anvende en udvidet Merton model og en paneldata regressionsmodel, hvorfor det er relevant at undersøge tidligere studier indenfor både strukturelle og reduced-form modeller.

2.4.1 Grundlæggende studier

To grundlæggende studier indenfor kreditrisiko er henholdsvis Merton (1974) og Altman (1968). Merton opstiller en strukturel model, som bestemmer markedsværdien af en virksomheds gæld. Altman opstiller en diskriminant model, der anvender multipler til vurdering af en virksomheds konkursrisiko. Hvor Mertons strukturelle model har skabt grundlag for en lang række udvidelser, er Altmans model i stedet anvendt som inspirationskilde i videre studier af virksomhedsspecifikke regnskabsmæssige nøgletal og multipler til bestemmelse af kreditrisikoen i en virksomhed.

Mertons model har en række antagelser, som kun i begrænset omfang er realistiske, hvorfor flere udvidelser af modellen har fundet alternative løsninger på disse antagelser. Nogle af de grundlæggende antagelser er,

- Der er kun en homogen gældklasse i en virksomhed
- Konkurs kun kan ske på udløbstidspunktet for nulkuponobligationen, som er givet som virksomhedens samlede gæld
- Den risikofri rente er konstant

De første to antagelser bliver slækket af Black og Cox (1976), der tillader forskellige gældstyper, og at virksomheden kan gå konkurs, idet værdien af virksomhedens aktiver når en nedre grænse. Den nedre grænse er ikke nødvendigvis lig virksomhedens samlede gæld, men er i stedet bestemt som en værdi lavere end denne, hvor virksomheden vil blive tvunget i restrukturering eller konkurs. Den estimeres ikke som en konstant, men i stedet varierer den med tid og den risikofri rente. Black og Cox' model estimerer højere spreads, der bedre rammer de aktuelle spreads på virksomhedsobligationsmarkedet sammenlignet med Mertons model. Black og Cox opstiller en ny antagelse i forbindelse med distribuering af værdien af virksomhedens aktiver i tilfælde af konkurs,

- Hvis virksomheden går konkurs skal værdien af virksomhedens aktiver fordeles efter prioritet til virksomhedens gældsejerne

Det betyder, at når der er tale om junior obligationer og senior obligationer, skal ejerne af senior obligationer have deres fulde lovede betaling tilbage, før ejerne af junior obligationer kan modtage betaling.

2.4.2 Strukturelle modeller

Longstaff og Schwartz (1995) opstiller en simpel metode til værdiansættelse af risikofyldt virksomhedsgæld med enten fast eller variabel rente. Modellen er en udvidelse af Black og Cox' model, hvor der inkorporeres stokastiske risikofri renter og afvigelser fra prioritetsfordelingen af værdien af virksomhedens aktiver i forbindelse med konkurs. Den risikofri rente følger en rentestruktur model af Vasicek (1977). Afvigelsen fra prioritetsfordelingen skyldes, at det er sjældent at prioritetsfordelingen overholdes i forbindelse med restruktureringer ifølge Franks og Torous (1989), Eberhart, Moore og Roenfeldt (1990) og Weiss (1990). I modsætning til Black og Cox anvender Longstaff og Schwartz en konstant nedre grænse for konkurs, som ikke varierer ved ændringer i tid eller risikofri rente. De tillader dog ligesom Black og Cox konkurs før tid. Longstaff og Schwartz anvender virksomhedsobligationsdata fra Moody's. De ser på industri-, forsynings- og jernbanesektoren over perioden 1977 til 1992, hvor de anvender månedlige data. Ud fra deres model estimerer de spreads i sammenlignelig størrelse med de observerede spreads. Derudover finder de, at spreads er negativt korrelerede med niveauet af den risikofri rente, og at ændringer i den risikofri rente har stor betydning for variationen af spreadet på de undersøgte virksomhedsobligationer.

Collin-Dufresne og Goldstein (2001) anvender en strukturel model med stokastisk risikofri rente til estimering af spreads. De mener, at spreads for virksomhedsobligationer skal inddrage virksomheders mulighed for ændring af kapitalstruktur i fremtiden. Det skyldes, at virksomheder styrer deres udestående gæld i forhold til ændringer i værdien af virksomhedens aktiver, hvorfor Collin-Dufresne og Goldstein mener, at virksomhedens kapitalstruktur vil bevæge sig tilbage mod et gennemsnitsniveau. I forhold til tidligere studier estimerer Collin-Dufresne og Goldstein større spreads for virksomheder med lav gearing. Det skyldes antagelsen om gearing, hvor Collin-Dufresne og Goldstein viser, at effekten af mulighed for ændring i kapitalstruktur stiger i takt med løbetid. Endvidere viser de, at ved femårige løbetider er spreadet nærmest det samme, uanset hvilken antagelse om kapitalstruktur der anvendes. Til sidst finder de, at højere risikofri renter giver lavere spreads i overensstemmelse med Longstaff og Schwartz (1995).

Eom et al. (2004) foretager en empirisk analyse af fem forskellige strukturelle modeller til prisfastsættelse af virksomhedsobligationer. De fem strukturelle modeller er af Merton (1974), Geske (1977), Longstaff og Schwartz (1995), Leland og Toft (1996) og Collin-Dufresne og Goldstein (2001). Tre af disse er forklaret tidligere, imens Geske og Leland og Toft kort vil blive forklaret her. Geske

opstiller en model, hvor der prisfastsættes optioner på optioner kaldet sammensatte optioner, hvilket anvendes til værdiansættelse af virksomhedsgæld. Leland og Toft opstiller en model, hvor virksomhedens optimale gearing anvendes ud fra en antagelse om, at virksomheden selv kan vælge andelen og varigheden på sin gæld. Eom et al. foretager den empiriske analyse på 182 amerikanske virksomhedsobligationer med simpel kapitalstruktur i perioden 1986-1997. De fem strukturelle modeller er forskellige i forbindelse med estimering af den nedre konkurs grænse, recovery rate, kuponer og den risikofri rente. Eom et al. finder at modellerne af Merton og Geske estimerer lavere spreads end observerede spreads. Modellerne af Longstaff og Schwartz, Leland og Toft of Collin-Dufresne og Goldstein estimerer højere spreads end observerede spreads og går derfor imod tidligere studier, der antyder, at alle strukturelle modeller har problemer med at estimere høje nok spreads.

Bharath og Schumway (2004) har et andet formål med deres studie end de tidligere studier af strukturelle modeller. De tidligere studier af strukturelle modeller har fokuseret på prisfastsættelse af virksomhedsgæld, oftest i form af obligationer. Bharath og Schumway vælger i stedet at estimere sandsynligheden for konkurs. De anvender en KMV-Merton model til dette formål. KMV er en udvidelse af Merton modellen, der anvender empirisk industri konkursdata. De tester KMV-Merton modellen imod en mere simpel Merton model. KMV-Merton modellen regner værdien af virksomhedens aktiver og aktivernes volatilitet efter iterationsprincippet, imens den simple Merton model anvender simple closed-end formler for disse. Bharath og Schumway foretager undersøgelsen på amerikanske data og finder, at KMV-Merton modellen ikke er en tilstrækkelig estimator for konkurs. Vi vil i afsnit 4.2.4 forklare metoden anvendt af Bharath og Schumway til beregning af værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver.

Feldhütter og Schaefer (2016) har til formål at afkræfte hypotesen om, at strukturelle modeller ikke formår at estimere spreads på investment grade virksomhedsgæld i samme niveau som observerede spreads. De anvender de strukturelle modeller af Merton (1974) og Black og Cox (1976) og bruger empiriske konkurssandsynligheder, der strækker sig over perioden 1920-2012. Undersøgelsens data udgør daglige priser på amerikanske virksomhedsobligationer i perioden 1997-2012. De finder, at når der anvendes empiriske konkurssandsynligheder for en forholdsvis kort periode på 30 år, underestimerer modellen ved investment grade og bekræfter derved resultaterne af tidligere studier såsom Chen, L. et al. (2008). Feldhütter og Schaefer finder dog, at ved anvendelse af empiriske konkurssandsynligheder

for en lang periode på 92 år, formår Merton modellen at estimere rimelige spreads sammenlignet med observerede spreads. De afkræfter derved hypotesen om, at Merton modellen ikke kan estimere tilstrækkelige spreads for investment grade virksomhedsobligationer. Feldhütter og Schaefer anvender en metode af Schaefer og Strebulaev (2008) til estimering af værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver, som vil blive forklaret i afsnit 4.2.4.

2.4.3 Reduced-form modeller

Jarrow og Turnbull (1995) opstiller en ny indgangsvinkel til prisfastsættelse af derivater med kreditrisiko. I de strukturelle modeller så vi estimering af konkurssandsynligheder, prisfastsættelse af virksomhedsgæld og spreads på virksomhedsobligationer og CDS'er. I Jarrow og Turnbulls studie er fokus på derivat delen. De anvender en stokastisk risikofri rentestruktur for en udenlandsk valuta sammen med et stokastisk kreditrisiko spread. Ud fra et arbitrage argument kan optionslignende egenskaber prisfastsættes givet en risiko neutral fremgangsmåde. Indenfor reduced-form modeller, er modellen af Jarrow og Turnbull og en model af Duffie og Singleton (1999) de førende, og de har hver især bidraget med simplifikationer for at kunne lave closed-form løsninger til prisfastsættelse af kreditderivater (Chen, R. et al., 2008).

Chen, R. et al. (2008) opstiller en tre-faktor reduced-form model til prisfastsættelse af CDS'er. De argumenterer, at modellen af Duffie, Pan og Singleton (2000) kan bruges, men at den er beregningsmæssig tung, da der skal løses en række differentialligninger. Det er derved ikke muligt at estimere alle parametrene i modellen samtidigt, og nogle parametre skal derfor estimeres uden for modellen. Chen, R. et al. udvikler en metode med eksplicitte beregninger i stedet, som kan anvendes så længe, at den risikofri rente er korreleret med konkurssandsynligheden, kaldet hazard raten. Med deres model er det muligt at estimere alle parametre i modellen samtidigt, hvilket gør metoden mere anvendelig. Undersøgelsens data består af CDS transaktioner i perioden 2000-2003 for 60 virksomheder globalt. Chen, R. et al. finder, at deres model er god til prisfastsættelse af CDS'er med kun 3% afvigelse fra de observerede priser.

Schneider et al. (2010) estimerer CDS spreads ud fra en reduced-form intensitets-baseret to-faktor jump model. Derudover giver studiet en økonomisk forståelse af det implicitte tab givet en konkurs og jump i konkursrisikoen. Studiets data består af daglige spreads på amerikanske CDS'er i perioden 2001-2008.

Der anvendes CDS'er med følgende løbetider i år; 1, 3, 5, 7 og 10. Schneider et al. finder, at deres opstillede model formår at estimere CDS spreads forholdsvis præcist. Ydermere finder de, at ved et uforudsigeligt jump vil sandsynligheden for konkurs stige relativt mere for investment grade end for high yield virksomhedsobligationer. Variansen i det implicitte tab givet en konkurs kan til dels forklares af rating og industri for det konkursramte selskab. Desuden vil selskaber med en høj værdi af faste aktiver normalt kunne få en højere recovery.

2.4.4 Sammenligning af strukturelle og reduced-form modeller samt overblik

Hillegeist et al. (2004) undersøger den empiriske nøjagtighed af reduced-form modellerne af Altman (1968) og Ohlson (1980) op imod den strukturelle model af Merton (1974). Ohlsons model anvendes til bestemmelse af en virksomheds konkursrisiko ligesom Altman (1968) og bygger også på en række finansielle nøgletal. Undersøgelsen foretages ud fra estimering af konkurssandsynligheder. Hillegeist et al. anvender konkursdata fra USA og finder, at modellen af Merton bedre estimerer konkurssandsynligheder i overensstemmelse med de observerede sammenlignet med modellerne af Altman og Ohlson. Resultatet er robust, da forskellige modificeringer af de to reduced-form modeller ikke ændrer på resultatet.

Gündüz og Uhrig-Homburg (2014) foretager, ligesom Hillegeist et al. (2004), en empirisk sammenligning af en reduced-form model og en strukturel model. Formålet er at bestemme, hvilken af de to modeller der bedst kan estimere CDS spreads sammenlignet med de observerede spreads. Undersøgelsen anvender månedlige CDS spreads for amerikanske virksomheder i perioden 2003-2005 med følgende løbetider i år 1, 3, 5, 7 og 10. Gündüz og Uhrig-Homburg finder, at der kun er en lille forskel imellem resultaterne for de to typer af modeller. Reduced-form modellen estimerer mere præcise CDS spreads på investment grade og virksomhedsobligationer med lang løbetid. Den strukturelle model er mere præcis i estimeringen af CDS spreads ved sub-investment grade og virksomhedsobligationer med korte løbetider.

Vi har opstillet følgende tabel for at give et overblik over de empiriske undersøgelser, deres bagvedliggende model, hvilken data de anvender og deres resultater,

Navn (Årstal)	Baseret på	Data	Resultater
Longstaff og Schwartz (1995)	Black og Cox (1976) Vasicek (1977)	Amerikanske virksomhedsobligationer fra Moody's indenfor sektorerne industri, forsyning og jernbane. Dataene strækker sig fra 1977 til 1992 og er månedlige.	Estimerer spreads i samme størrelse som observerbare spreads. Finder at spreads er negativt korrelerede med niveauet af den risikofri rente.
Collin-Dufresne og Goldstein (2001)	Merton (1974)		Estimerer større spreads for virksomheder med lav gering i forhold til tidligere studier, hvilket skyldes antagelsen om gearing. De finder også, at højere risikofri renter giver lavere spreads.
Eom et al. (2004)	Merton (1974) Geske (1977) Longstaff og Schwartz (1995) Leland og Toft (1996) Collin-Dufresne og Goldstein (2001)	182 amerikanske virksomhedsobligationer med simpel kapitalstruktur i perioden 1986 til 1997.	Finder, at modellerne af Merton og Geske estimerer lavere spreads end observerede, imens modellerne af Longstaff og Schwartz, Leland og Toft og Collin-Dufresne og Goldstein estimerer højere spreads end de observerede.
Bharath og Schumway (2004)	Merton (1974) KMV	Amerikansk konkursdata	Finder at KMV-Merton modellen ikke er en tilstrækkelig estimator for konkurs.
Hillegeist et al. (2004)	Altman (1968) Ohlson (1980) Merton (1974)	Amerikansk konkursdata	Finder, at modellen af Merton er bedre til estimering af konkurssandsynligheden sammenlignet med modellerne af Altman og Ohlson.
Feldhütter og Schaefer (2016)	Merton (1976) Black og Cox (1976)	Amerikanske virksomhedsobligationer i perioden 1997 til 2012 med daglige priser.	Estimerer spreads i overensstemmelse med de observerede spreads ved anvendelse af empiriske konkurssandsynligheder.
Chen, R. et al. (2008)	Duffie, Pan og Singleton (2000)	CDS transaktioner for perioden 2000 til 2003 for 60 globale virksomheder.	Estimerer CDS spreads i overensstemmelse med observerede med kun en prisafvigelse på 3%.
Schneider et al. (2010)		Amerikanske CDS spreads i perioden 2001 til 2008. Der anvendes daglige spreads med følgende løbetider angivet i år; 1, 3, 5, 7 og 10.	Estimerer CDS spreads forholdsvis præcist. De finder også at ved et uforudsigeligt jump, vil sandsynligheden for konkurs stige relativt mere for investment grade end for high yield virksomhedsobligationer.
Gündüz og Uhrig-Homburg (2014)		CDS spreads for amerikanske virksomheder i perioden 2003 til 2005. Der anvendes månedlige spreads med forskellige løbetider.	Finder, at der kun er en lille forskel i estimering af CDS spreads for reduced-form og strukturelle modeller.

Tabel 2.1: Tidligere studier (Egen tilvirkning)

2.4.5 Anvendelse af tidligere studier

Vi har nu beskrevet en række tidligere studier indenfor emnet. Disse giver et overblik over litteraturen og de empiriske resultater på området og skaber således rammerne for vores undersøgelse. Vi har anvendt flere af de tidligere studier direkte i vores undersøgelse, hvilket vil blive beskrevet i det følgende.

Vores primære model er en udvidet Merton model, som bygger på teorien fra Eom et al. (2004). Vores model anvender desuden metoden og en afgørende antagelse fra Feldhütter og Schaefer (2013), hvor artiklen har samme problemstilling som Feldhütter og Schaefer (2016), men en anden indgangsvinkel og beskrivelse deraf. Valg af konstant konkursgrænse skyldes resultater fundet af Collin-Dufresne og Goldstein (2001), som viser, at ved løbetider på fem år er der kun en marginal forskel i spreads ved implementering af mean-reverting gearing. Til estimering af værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver anvender vi blandt andet metoderne af Bharath og Schumway (2004) og Feldhütter og Schaefer (2016). Modellen af Altman (1968) bliver brugt som inspirationskilde for inputs til regressionsmodellen. Sidst sammenlignes vores empiriske resultater undervejs med flere tidligere studier.

3 Merton modellen

Understående afsnit beskriver den originale Merton model fra 1974, og dennes tilgang til prisfastsættelse af virksomhedsobligationer. Dette afsnit følges af en beskrivelse af den udvidede Merton model, som vi vil benytte fremadrettet i vores undersøgelse.

3.1 Den originale Merton model

Merton modellen bygger på det teoretiske grundlag i Black & Scholes model fra 1973. Vi antager, at der er tale om et effektivt marked hvor,

- Agenter er pristagere, hvilket vil sige, at handel med aktiver ikke påvirker prisen.
- Der er ingen transaktionsomkostninger.
- Der er ubegrænset mulighed for at tage korte positioner i aktiver, og aktiver er fuldt delelige.
- Lån og udlån kan foretages til samme risikofrie kontinuert tilskrevne rente, r.
- Modigliani-Millers teori om, at værdien af en virksomheds aktiver er uafhængig af dennes kapitalstruktur (Merton, 1974).

Det antages desuden, at værdien af virksomhedens aktiver, V_t, kan beskrives ud fra en geometrisk brown-bevægelse, beskrevet som følgende,

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma V_t dW_t \tag{1}$$

Hvor, μ er drift per periode for virksomheden, og dW_t er tilvæksten ved en standard brown-bevægelse (Lando, 2004). Desuden antages det, at der ikke er omkostninger ved konkurs, det vil sige, at likvidationsværdien er lig med værdien af virksomhedens aktiver, V_t. Betegner vi værdien af virksomhedens aktiver på tidspunkt 0 som V_0, kan ovenstående beskrives ved,

$$V_t = V_0 e^{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W_t} \tag{2}$$

Vi antager endvidere, at den risikofrie rente er konstant og således deterministisk. Vi har således, at prisen på tidspunkt 0, B_0, for et betinget krav bestemt af V_t på tidspunkt t, $B_t(V_t)$, kan beskrives som følgende (Lando, 2004),

$$B_0 = E^Q[e^{-rt} \cdot B_t] \tag{3}$$

Hvor Q er det risikoneutrale mål for værdien af B_0. Under det risikoneutrale mål kan værdien af virksomhedens aktiver beskrives ved,

$$V_t = V_0 e^{\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W_t{}^Q} \tag{4}$$

Hvor W^Q er en brown-bevægelse og drift, μ, nu er udskiftet med r. Således er værdien af aktiverne nu beskrevet i en risikoneutral sammenhæng.

Mertons model antager, at der er tale om en simpel kapitalstruktur med kun to typer af finansiering; en homogen gældsklasse og egenkapital (Merton, 1974). Det krav med førsteret er gæld med hovedstol, F, og residualkravet bliver således egenkapitalen, E_T. Der er en række antagelser vedrørende gælden i modellen. Hvis betalingen på F ikke bliver betalt til gældsejerne, vil disse overtage virksomheden, og således vil egenkapitalen blive værdiløs. Det er endvidere et krav, at der ikke kan udstedes ny senior gæld, og at der ikke er kuponbetalinger på gælden. Desuden er det ikke tilladt at lave dividende udbetalinger eller tilbagekøb af aktier før udløb af gælden. Idet, at egenkapitalen vil være værdiløs, hvis $V_t < F$ kan værdien af egenkapitalen på tidspunkt T defineres således (Merton, 1974),

$$E_T = \max(0, V_T - F) \tag{5}$$

Dette er tilsvarende en call-option på en ikke udbyttebetalende aktie, hvor V_T er kursen på det underliggende aktiv på udløbstidspunktet, og F er exercise-prisen.

Når værdien af gælden skal bestemmes, er det væsentlig at tage højde for egenkapitalens begrænsede ansvar. Det indebærer, at hvis værdien af selskabet bliver mindre end værdien af gælden, kan ejerne vælge at lade selskabet gå konkurs og dermed ikke betale differencen mellem værdien af virksomhedens aktiver og gældens krav. Vi antager i den forbindelse, at aktionærerne vil handle i bedste interesse for dem selv. Det vil sige, at de vil udnytte muligheden for at lade virksomheden gå konkurs, i de tilfælde hvor $V_t < F$ på tidspunkt T. Det betyder, at gældsejerne kun vil modtage likvidationsværdien i stedet for den lovede betaling, F. Er værdien af virksomhedens aktiver derimod større end F, vil de betale beløbet

F og således beholde residualværdien. Under forudsætning af, at gældsejerne kan likvidere til 100% af værdien af virksomhedens aktiver i tilfælde af konkurs, kan værdien af gælden beskrives således,

$$B_T = \min(V_T, F) = F - \max(0, F - V_T) \tag{6}$$

Vi kan se, at funktionen kan sammenlignes med en portefølje bestående af en lang position i et risikofrit aktiv med værdien F ved udløb, samt en kort position i en put option på værdien af virksomhedens aktiver med exercise-prisen F, og samme løbetid som det risikofrie aktiv. Det bemærkes her, at værdien af virksomhedens aktiver kun tildeles gældsejerne og egenkapitalejerne, og at der ingen konkursomkostninger er. Desuden antager vi, at der handles i et marked uden skatter, hvorfor der ikke er skattefordel ved gæld frem for egenkapital. En konsekvens af dette er, at værdien af virksomhedens aktiver er lig værdien af gæld plus værdien af egenkapitalen. Antagelserne medfører således, at forholdet mellem gæld og egenkapital ikke påvirker værdien af virksomhedens aktiver V_t, og således er Modigliani-Millers påstand om irrelevans af kapitalstruktur automatisk en del af modellen (Lando, 2004).

Merton (1974) viser ud fra ovenstående, at værdien af egenkapitalen kan bestemmes ved hjælp af Black-Scholes formel for værdien af en call-option på værdien af virksomheden aktiver. Værdien af egenkapitalen på tidspunkt 0 bliver således,

$$E_0 = BS_{call}(V_0, F, r, \sigma_v, T) = V_0 \cdot N(d_1) - e^{-r \cdot T} \cdot F \cdot N(d_2) \tag{7}$$

Hvor,

$$d_1 = \frac{ln\left(\frac{V_0}{F}\right) + (r + 0.5 \cdot \sigma_V^2) \cdot T}{\sigma_V \cdot \sqrt{T}} \tag{8}$$

$N(\cdot)$ angiver den kumulative standard normalfordeling, r angiver den risikofrie rente, og T tiden til udløb. Det bemærkes endvidere, at ovenstående kun er gældende under antagelse af konstant varians, σ_V^2. $N(d_1)$ kan her blive fortolket som en call-options delta værdi, det vil sige den relative ændring i værdien for egenkapitalen ved ændring i værdien af virksomhedens aktiver, V_t. Det er endvidere givet at,

$$d_2 = d_1 - \sigma_V \cdot \sqrt{T} \tag{9}$$

$N(d_2)$ kan fortolkes som sandsynligheden for, at værdien af virksomhedens aktiver er større end værdien af gælden, F, på udløbstidspunktet. Det vil sige sandsynligheden for, at egenkapitalejerne vil have en værdi større end nul samtidig med, at gældsejerne vil modtage deres fulde krav. Dermed vil $N(-d_2)$ angive sandsynligheden for, at værdien af virksomhedens aktiver er mindre end gælden, hvor værdien af egenkapital vil være nul (Hull, Nelken og White, 2004).

Vi kan af ovenstående bestemme værdien af gælden ud fra følgende formel (Hull, Nelken og White, 2004; Lando, 2004),

$$B_0 = e^{-r \cdot T} \cdot F - BS_{put}(V_0, F, r, \sigma_v, T) = e^{-r \cdot T} \cdot F \cdot N(d_2) + V_0 \cdot N(-d_1) \tag{10}$$

Prisen for en obligation er grundlæggende bestemt ud fra understående relation,

$$B_0 = F \cdot e^{-yT} \tag{11}$$

Hvor, y er yield to maturity. Dette er under antagelse af kontinuert tilskrevne renter, og kan omskrives til følgende for at finde yield to maturity (Lando, 2004),

$$y(T) = \frac{1}{T} \cdot ln\left(\frac{F}{B_0}\right) \tag{12}$$

Det bemærkes, at ovenstående er det lovede afkast på gælden, idet det angiver afkastet i tilfælde af ingen konkurs, og er således forskelligt fra forventet afkast. I den risikoneutrale verden har alle aktiver forventet afkast på r, mens at det lovede afkast er større end r. Vi definerer forskellen mellem de to som spreadet for en obligation, som kan beskrives således,

$$s = y - r = \frac{1}{T} \cdot ln\left(\frac{F}{B_0}\right) - r \tag{13}$$

Vi har nu præsenteret den originale Merton model og dennes antagelser. Dette giver grundlaget for at se på en udvidelse heraf i det følgende afsnit.

3.2 Den udvidede Merton model

Som tidligere beskrevet, antager Merton modellen, at der er tale om en nulkuponobligation, og at det i tilfælde af konkurs er muligt at få 100% af den tilbageværende værdi i virksomheden ved likvidation. Udvidelsen af Merton modellen, som beskrevet af Eom et. al (2004), tillader lempelse af disse restriktioner. Udvidelsen giver mulighed for at anse obligationen som en portefølje af nulkuponobligationer med løbetider matchende de forskellige kupon betalingsdage. Endvidere indfører udvidelsen en recovery rate, R, der tager højde for den begrænsede værdi gældsejerne vil modtage fra den konkursramte virksomhed ved likvidation. En lavere recovery rate vil medføre større tab i tilfælde af konkurs. Den udvidede model inkluderer en payout ratio, som også har påvirkning på konkurssandsynligheden. Payout ratioen indeholder de totale nettobetalinger til både egenkapitalejere og gældsejere relativt til værdien af virksomhedens aktiver. I denne udvidelse af modellen definerer vi desuden K som konkursgrænsen, hvilket givet mulighed for at korrigere grænsen for konkurs. Det betyder, at konkursgrænsen ikke nødvendigvis vil være netop hovedstolen på gælden, men et sted mellem nul og hovedstolen, F. Vi vil i afsnit 4.2 *Bestemmelse af input variable* gennemgå, hvordan denne konkursgrænse fastsættes empirisk. Vi kan nu beskrive det relative forhold mellem den nominelle pris for en virksomhedsobligation og dennes hovedstol, ud fra den udvidede Merton model på følgende måde,

$$\begin{aligned} P(0,T) = \sum_{i=1}^{T-1} D(0,T_i) \cdot E^Q \left[c \cdot I_{\{V_{T_i} \geq K\}} + \min\left(R \cdot c, \frac{V_{T_i}}{F}\right) \cdot I_{\{V_{T_i} < K\}} \right] \\ + D(0,T) \cdot E^Q \left[(1+c) \cdot I_{\{V_T \geq K\}} + \min\left(R \cdot (c+1), \frac{V_T}{F}\right) \cdot I_{\{V_T < K\}} \right] \end{aligned} \tag{14}$$

Hvor c er kuponbetalingerne, $D(0,T_i)$ angiver værdien på tidspunkt 0 for en risikofri nulkuponobligation med udløb på tidspunkt T_i, $I_{\{\cdot\}}$ er en indikator funktion og $E^Q[\cdot]$ er den risikoneutrale forventning på tidspunkt 0 under Q.

Følgende funktioner er desuden kendt,

$$E^Q\left[I_{\{V_t \geq F\}}\right] = N\big(d_2(K,t)\big) \tag{15}$$

Og,

$$E^Q\left[\min(\psi, V_t) \cdot I_{\{V_t<K\}}\right] = V_0 \cdot D(0,t)^{-1} \cdot e^{-\delta t} \cdot N\left(-d_1(\psi,t)\right) + \psi\left[N\left(d_2(\psi,t)\right) - N\left(d_2(K,t)\right)\right] \tag{16}$$

Hvor, δ angiver payout ratio, og $\psi = F \cdot R$, hvilket angiver den forventede nominelle værdi, som modtages af gældejerne ved konkurs. Endvidere er formlerne for d_1 og d_2 givet ved,

$$d_1(x,t) = \frac{ln\left(\frac{V_0}{x \cdot D(0,t)}\right) + (-\delta + 0.5 \cdot \sigma_V^2) \cdot t}{\sigma_V \cdot \sqrt{t}} \tag{17}$$

Og,

$$d_2(x,t) = d_1(x,t) - \sigma_V \cdot \sqrt{t} \tag{18}$$

Hvor, x erstattes af K og ψ. Idet $P(0,T)$ er blevet bestemt ud fra ligning (14), kan spreadet for obligationen nu bestemmes fra følgende formel,

$$s = -\frac{1}{T} \cdot ln\left(P(0,T)\right) - r \tag{19}$$

Spreadet på en obligation vil givet de ovenstående formler blive påvirket af ændringer i de forskellige input variable. Derfor har vi nedenfor opstillet en tabel, der beskriver effekten af en stigning i en given input variabel,

Variabel	Beskrivelse	Påvirkning på spread
V	Værdien af virksomhedens aktiver	Fald i spread, forudsat at hovedstolen på gælden holdes konstant. Det ser vi blandt andet ved, at værdien på put-optionen falder med stigning i V.
E	Værdien af egenkapitalen	Fald i spread, da denne vil medføre stigning i V, alt andet lige.
F	Hovedstolen på gælden	Stigning i spread, da øgning af hovedstolen på gælden vil medføre større gearingsniveau og dermed større risiko.
C	Kuponbetalinger	Fald i spread, da der er mindre risiko ved tidligere betalinger.
R	Recovery rate	Fald i spread, da udbetalingen ved konkurs vil være større.
σ_V	Volatiliteten af virksomhedens aktiver	Stigning i spread, da en øgning i volatiliteten af virksomhedens aktiver vil flytte værdi fra gældejerne til egenkapitalejerne. Årsagen til at værdien forskydes er, at både værdien af call-optionen på egenkapitalen og put-optionen, som gældsejerne er kort i, øges (Lando, 2004).
σ_E	Egenkapitalens volatilitet	Stigning i spread, da øget værdi af egenkapitalens volatilitet alt andet lige vil øge risikoen.
δ	Payout ratio	Stigning i spread, da en øgning medfører et fald i værdien af virksomhedens aktiver, hvilket øger sandsynligheden for, at gældskravet ikke kan opfyldes.
T	Tid til udløb	Effekten på spreadet er ukendt. Spreadet vil som regel kunne beskrives som en bakkeformet funktion af løbetiden. Desuden er der tilfælde, hvor spreadet er monotont faldende med stigende løbetider (Lando, 2004).
r	Risikofrie rente	Fald i spread, grundet den risikofri rentes påvirkning i ligning (19).

Tabel 3.1: Variables påvirkning på spreadet (Egen tilvirkning)

4 Metode

Det følgende afsnit diskuterer de metoder, der benyttes til at foretage undersøgelserne i vores opgave. Det første afsnit 4.1 belyser vores motivation for brugen af CDS data frem for obligations data. Afsnit 4.2 beskriver vores tilgang til estimationen af de input variable, der indgår i modellen, men som ikke kan observeres direkte i markedet. Afsnit 4.3 beskriver vores anvendelse af den udvidede Merton model, da vores praktiske anvendelse fraviger en smule fra den teoretiske beskrevne.

4.1 CDS spreads

Der er argumenter for og imod brugen af CDS spreads som proxy for prisen på kreditrisiko, fremfor brugen af for spreadet imellem den risikofrie rente og virksomhedsobligationsrenten. En af de mest afgørende argumenter, for at CDS spreads kan anvendes, er, at der under normale forhold ikke er forskel på CDS spreads og virksomhedsobligations spreads. Det er grundet arbitrageforhold, som også blev berørt i afsnit 2.2.1 (Bai og Collin-Dufresne, 2011; Zhu, 2006; Blanco og Marsh, 2005). Et argument, for at benytte CDS spreads frem for obligations spreads, er at CDS'er handles i større omfang og således ofte vil indeholde en mere retvisende pris i forhold til kreditrisikoen (Zhu, 2006). Dette underbygges af, at obligationer for det meste kun har indikative priser, hvorimod CDS har angivne købs- og salgspriser. Det kan medføre, at data på obligationer i flere tilfælde vil være længere fra handelsprisen (Hull, Nelken og White, 2004).

Ved valget mellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads er det vigtig at tage højde for, om vores Merton model kan benyttes til estimering af CDS spreads. Idet udstedelsen af CDS'er ikke påvirker kapitalstrukturen i virksomheden, er det rimeligt at antage, at prisen på CDS'er følger prisen på den underliggende gæld. Dette betyder, at vi kan benytte vores Merton model til estimering af CDS spreads på samme vis som virksomhedsobligations spreads (Lando, 2004). Der er dog en række forhold, der kan føre til differencer mellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads. Disse forhold vil blive gennemgået herunder, hvor vi også vil argumentere yderligere for, hvorfor CDS er et godt valg som proxy for spreads i vores undersøgelse.

Longstaff, Mithal og Neis (2003) opstiller en række mulige årsager til differencer mellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads. Den første årsag til difference er, at der kan være forskel i beskatning

mellem virksomheds- og statsobligationer. Årsagen er, at spreadet mellem virksomheds- og statsobligationer i disse tilfælde både vil indeholde en skattekomponent og en konkursrisiko komponent (Longstaff, Mithal og Neis, 2003). Skattekomponenten vil ikke indgå i CDS præmien for konkursrisiko, og spreadet vil herved blive lavere. Skattedifferencen vil være forskellig fra land til land i Europa, og det er derfor svært at kvantificere denne effekt. Den vil derfor ikke fanges af en standard strukturel model. Dette er et argument for at benytte CDS data frem for obligations data. En anden årsag til difference mellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads kan være forskellen i likviditeten mellem virksomheds- og statsobligationer. Det vil være tilfældet, hvis virksomhedsobligationer er mindre likvide end statsobligationer. Dette vil medføre en højere præmie indeholdt i spreadet for virksomhedsobligationer i form af en likviditetspræmie, der ikke vil påvirke spreadet for CDS'er. Der er to tendenser i markedet, der kan føre til dette. Det første tilfælde er under turbolæns i markedet, hvilket kan føre til "flight to quality", som vil øge likviditeten for statsobligationer og mindske likviditeten for virksomhedsobligationer. Denne tendens vil ramme samtlige virksomhedsobligationer. Dertil kommer tilfælde, hvor nogle virksomhedsobligationer er mindre likvide end andre. I dette tilfælde vil virksomhedsobligationen have en yderligere likviditetspræmie, sammenlignet med andre virksomhedsobligationer. Denne likviditets effekt omhandler ikke kreditrisiko, hvilket er et argument for anvendelse af CDS'er. Det bemærkes dog, at der også kan være forskel i likviditeten på CDS'er imellem. (Longstaff, Mithal og Neis, 2003).

Sidst kigger Longstaff, Mithal og Neis (2003) på, om modpartsrisiko kan forklare forskelle imellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads. Hvis der er risiko for, at forsikringssælgeren ikke vil opfylde kravet i tilfælde af konkurs, er CDS'en mindre værd for forsikringskøberen, hvilket vil føre til et lavere spread. Denne modpartsrisiko er ikke eksisterende ved virksomhedsobligationer. Effekten af modpartsrisiko øges med korrelationen mellem risikoen for konkurs for den underlæggende virksomhed og forsikringssælgeren (Bai og Collin-Dufresne, 2011).

Endnu en årsag til differencer er den kontraktuelle definition af en konkurs, der som regel inkluderer restrukturering. Under en restrukturering kan der opstå en situation, hvor obligationsejerne ikke lider et tab, men at forsikringskøber vælger at få det nominelle beløb og afleverer obligationerne, hvis obligationerne kan købes til en kurs under par. Dette forhold vil alt andet lige føre til en øgning af CDS spreads. Muligheden for at aflevere de obligationer, der er "cheapest-to-deliver" vil have samme effekt

(Lando, 2004; Blanco og Marsh, 2005). Forsikringssælgeren har ikke samme kontrol som obligationsholderne over de betingelser, der er i lånene, hvilket også fører til højere spreads for CDS'er sammenlignet med obligationer. Sidst kan omkostningen ved at gå kort i obligationer medføre en stigning i CDS spreadet, da det mindsker arbitrage muligheden omtalt i afsnit 2.2.1 (Bai og Collin-Dufresne, 2011). Der er tidspunkter, hvor der kan være særligt store afvigelser mellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads. Det forekommer under kriser, hvor blandt andet modpartsrisiko og "flight to quality" bliver mere udtalt (Bai og Collin-Dufresne, 2011).

Valget af CDS spreads frem for obligationsdata medfører en mere generel begrænsning i vores opgave, nemlig en begrænset evne til at sammenligne med store dele af den eksisterende litteratur. Generelt benyttes obligationsdata i litteraturen, og således kan vi ikke trække direkte paralleller imellem de amerikanske undersøgelser og vores undersøgelse på det europæiske marked. Til trods for dette, forventer vi stadig sammenlignelige resultater med undersøgelser, der har anvendt obligationsdata.

4.1.1 Delkonklusion

Ovenstående argumenterer både for og imod valg af CDS spreads som proxy for prisen på kreditrisiko, fremfor spreadet imellem den risikofrie rente og virksomhedsobligationsrenten. Det første argument, for at CDS spreads kan benyttes, er, at der under normale forhold ikke vil være forskel imellem CDS spreadet og spreadet imellem den risikofrie rente og virksomhedsobligationsrenten. Ser vi på argumenter for CDS spread, er der generelt større handel på CDS markedet. Desuden er der for obligationer kun opgivet indikative priser, hvorimod CDS'er har angivne købs- og salgspriser. Derimod kan der være påvirkninger på CDS spreads, såsom den kontraktuelle definition af konkurs, som giver argumenter imod valget af CDS spreads. Modpartsrisikoen i CDS spreads er desuden et argument for at benytte obligationsdata i stedet. Den skattemæssige påvirkning, samt påvirkning fra likviditet imellem virksomheds- og statsobligationer er et argument for at vælge CDS spreads. Alt i alt vurderer vi, at CDS data er det bedste valg for vores undersøgelse. Vi vil derfor benytte CDS spreads i modsætning til en række af tidligere studier fra litteraturen.

4.2 Bestemmelse af input variable

I den udvidede Merton model skal nogle af input variablene estimeres eller findes ved hjælp af litteraturen, da disse ikke kan iagttages direkte i markedet. I det følgende vil vi derfor gennemgå, hvordan disse input variable bestemmes.

4.2.1 Payout ratio

Payout ratio bestemmes som det totale cash-flow til både egenkapitalejere og gældsejere divideret med værdien af virksomhedens aktiver. I det totale cash-flow indgår variablene; aktietilbagekøb, aktieemission, dividender og renter, hvorfor payout ratio er givet ved følgende formel,

$$\delta = \frac{Aktietilbagekøb - Aktieemission + Dividender + Renter}{Værdien\ af\ virksomhedens\ aktier} \tag{20}$$

I estimeringen af payout ratio bestemmer vi først det totale cash-flow på helårlig data. Vores fundne data består af halvårlige observationer, og vi benytter derfor et rullende gennemsnit for det sidste års totale cash-flow. I første observerede periode antages, at det totale cash-flow var tilsvarende i perioden før. Det betyder, at vi ganger værdien med to i denne periode, og får derved det totale cash-flow i første periode. Derefter bestemmes payout ratio ud fra ligning (20). Det skal bemærkes, at det kun er halvdelen af vores sample, der har observationer for cash-flow til ejerne. Endvidere er der relativ stor volatilitet fra år til år, hvilket giver store udsving i de estimerede spreads. Disse udsving ses dog ikke tilsvarende på de observerede spreads. Vi har derfor valgt at tage et gennemsnit af vores estimerede payout ratios over hele perioden. Det fundne gennemsnit anvendes på samtlige virksomheder over hele perioden. Dette følger Huang (2012), som også benytter en fast payout ratio i deres model.

4.2.2 Recovery rate

Recovery rate bestemmer, som beskrevet i teorien, hvor stort et tab, der vil være for gældsejerne i tilfælde af konkurs. Studier af Keenan, Shtogrin og Sobehart har ifølge Eom et al. (2004) fundet en gennemsnitlig recovery rate på 51.31%. Derimod benytter Feldhütter og Schaefer (2016) en recovery rate fundet af Moody's for perioden 1982-2012 på 37.8%. Idet sidstnævnte er mere nutidig og dermed retvisende for vores undersøgelsesperiode, vil vi benytte denne i vores model. Det kan diskuteres, om det er retvisende at benytte en fast recovery rate for hele sample, da det også foreslås at benytte fleksible recovery rates

virksomhederne imellem af Eom et al. (2004). Data for forventet recovery for hver virksomhed er ikke tilgængeligt, men vi vil i den senere regressionsanalyse forsøge at inkludere to proxies for recovery rate.

4.2.3 Konkursgrænse

Som beskrevet i gennemgangen af den udvidede Merton model går virksomheden konkurs, hvis værdien af virksomhedens aktiver kommer under en vis konkursgrænse, der ligger mellem nul og hovedstolen på gælden, F. Konkursgrænsen har stor betydning for estimationen af spreads i vores model. Desto større konkursgrænsen, K, bliver, desto større bliver risikoen for konkurs og dermed spreadet. Konkursgrænsen er svær direkte at estimere, og der er flere forskellige tilgange i litteraturen. Eom et al. (2004) benytter totale forpligtelser, imens Bharath og Schumway (2004) benytter kortfristede forpligtelser plus halvdelen af den langfristede gæld i forbindelse med KMW-Merton modellen. I sidstnævnte model beregnes konkurssandsynligheden indenfor det kommende år. Vi beregner ikke konkurs indenfor det næste år, hvorfor det i vores model ikke er relevant i samme grad at skelne mellem langfristet og kortfristet gæld. I forhold til brugen af totale forpligtelser synes den økonomiske teori ikke at underbygge denne rationalisering. De driftsmæssige forpligtelser vil som regel allerede være afspejlet i værdien af virksomhedens aktiver og vil i høj grad ikke være relevant i forhold til konkursgrænsen. Ser vi eksempelvis på arbejdskapitalen, så vil en stor kreditor post som regel ikke være proxy for stor gæld eller risiko for konkurs. Det skyldes, at denne ikke er rentebærende og nærmere forbedrer likviditeten end forværrer den (Plenborg, 2012). Det er et argument for at benytte den totale gæld og ikke de totale forpligtelser. Som beskrevet tidligere vil konkursgrænsen ligge under niveauet for hovedstolen, idet man sjældent erklæres konkurs med det samme, hvis værdien af virksomhedens aktiver kommer under hovedstolen for gælden. Det skyldes, at en del af denne gæld ikke vil være til betaling på dette tidspunkt. Endvidere vil der ved mindre sving under gældsværdien være interesse fra gældejerne i at lade virksomheden køre videre i håb om, at værdien vil stige igen. Dette blandt andet grundet en begrænset recovery rate. For at finde niveauet for konkursgrænsen, som funktion af gælden, har vi valgt at følge Feldhütter og Schaefer (2016). De beregner konkursgrænsen således, at deres gennemsnitlige model-implicitte konkurssandsynlighed matcher den historiske konkurs hyppighed bedst muligt. De finder et gennemsnit på 87% af hovedstolen for gælden for den 20-årige analyserede periode. Vi anvender denne værdi i vores model, da dette estimat med rimelighed kan overføres til vores model.

4.2.4 Værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver

De sværeste input variable at bestemme er værdien af virksomhedens aktiver, V_t, og aktivernes volatilitet, σ_v. Disse er desuden variablene med størst indflydelse på spreadet. Der er forskellige tilgange og metoder til estimering af disse input variable. Vi vil i det følgende beskrive de mest gængse metoder.

Iterationsmetoden

Iterationsmetoden, som ofte er anvendt i litteraturen (Eom et al., 2004; Hillegeist et al., 2004), er beskrevet af Hull (2012). Iterationsmetoden har fået navnet, idet værdien af virksomhedens aktiver og aktivernes volatilitet bestemmes samtidigt. Metoden fungerer ved, at to ligninger med to ubekendte bestemmes simultant. De to ubekendte er her værdien af virksomhedens aktiver og aktivernes volatilitet. Den første af de to formler, metoden anvender, er Mertons formel for bestemmelse af markedsværdien af virksomhedens egenkapital, som er også findes i ligning (7) i teoriafsnittet,

$$E_0 = V_0 \cdot N(d_1) - e^{-rT} \cdot F \cdot N(d_2) \tag{21}$$

Den anden formel, metoden anvender, er givet ved Itôs lemma (Hull, 2012) og bestemmer volatiliteten af egenkapitalen:

$$\sigma_E = \sigma_v \cdot \frac{V_0}{E_0} \cdot \frac{dE_t}{dV_t} \tag{22}$$

Hvor,

$$\frac{dE_t}{dV_t} = N(d_1) \tag{23}$$

Volatiliteten af egenkapitalen, σ_E, er lig volatiliteten af virksomhedens aktiver, σ_v, ganget forholdet imellem aktivernes værdi og egenkapital ganget den relative ændring i egenkapital ved en ændring i værdien af virksomhedernes aktiver. Det kan skrives således,

$$\sigma_E = \sigma_v \frac{V_0}{E_0} N(d_1) \tag{24}$$

I begge formler indgår både V_0 og σ_v, hvorfor det er nødvendigt at bestemme dem samtidigt. Ved den samtidige estimation gættes, der først på en værdi for begge variable ud fra følgende formler,

$$V_0 = E_0 + F \tag{25}$$

$$\sigma_v = \frac{\sigma_E E_0}{E_0 + F} \tag{26}$$

Vi får herved en start værdi for begge parametre, hvorefter vi anvender iteration til bestemmelse af de implicitte værdier, givet deres inputs i formlerne.

Den naive metode

Bharath og Schumway (2004) opstiller en mere simpel metode, som ikke kræver brug af iteration. De opstiller en metode kaldet ”A Naive Alternative”, fremadrettet den naive metode. Metoden skal fange de samme oplysninger som ved brug af iterations metoden, men denne metode er simplere at sætte op og lettere at følge. De argumenterer for, at egenkapitalens risiko er korreleret med risikoen på gælden, hvorefter de opstiller følgende sammenhæng imellem disse,

$$\sigma_D = 0.05 + 0.25 \cdot \sigma_E \tag{27}$$

Argumentet for at have 5 basis punkter fast er, at de repræsenterer volatilitet i rentestrukturen. De 0.25 repræsenterer korrelationen imellem standardafvigelsen for egenkapitalen og standardafvigelsen for gælden. De bestemmer volatiliteten af virksomhedens aktiver som,

$$\sigma_v = \frac{E_0}{V_0}\sigma_E + \frac{F}{V_0}\sigma_D \tag{28}$$

De antager, at værdien af virksomhedens aktiver er lig værdien af virksomhedens egenkapital adderet med hovedstolen af gælden.

$$V_0 = E_0 + F \tag{29}$$

Ved anvendelse af formlerne (27), (28) og (29) kan både værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver estimeres. Den naive metode kan kritiseres ved, at metoden for bestemmelse af volatiliteten for

virksomhedens aktiver ikke bygger på empiriske test, men i stedet på sund fornuft på området ifølge Bharath og Schumway (2004).

Gældsmetoden

En tredje tilgang til beregning af værdien af virksomhedens aktiver samt aktivernes volatilitet benyttes af Feldhütter og Schaefer (2016). Værdien af virksomhedens aktiver beregnes efter samme formel som benyttes ved den naive metode nemlig,

$$\mathrm{V}_0 = E_0 + F \tag{30}$$

Ud fra værdien af aktiverne kan gearingen nu bestemmes ved,

$$L_0 = \frac{F}{V_0} \tag{31}$$

Når denne er bestemt, kan volatiliteten af virksomhedens aktiver bestemmes ud fra estimering af volatilitet for to aktiver, som følger,

$$\sigma_v^2 = (1 - L_0)^2 \sigma_E^2 + L_0^2 \sigma_D^2 + 2L_0(1 - L_0)\sigma_{ED} \tag{32}$$

Hvor σ_{ED} er kovariansen mellem afkastet på egenkapitalen og gælden. Hvis det antages, at gældens volatilitet er nul, reduceres volatiliteten af virksomhedens aktiver til følgende,

$$\sigma_v = (1 - L_0)\sigma_E \tag{33}$$

Dette repræsenterer en nedre grænse for aktivernes volatilitet. Schaefer og Strebulaev (2008) beregner denne nedre grænse og sammenligner med estimationen for aktivernes volatilitet ved brug af ligning (32). De finder, at de to estimater er ens for meget sikre virksomheder, hvor volatiliteten af gælden er begrænset. Ved usikre virksomhedsobligationer er der dog signifikant forskel. Feldhütter og Schaefer (2016) opstiller ud fra dette en metode til at omregne volatiliteten for virksomhedens aktiver ud fra gearingen. Dette gøres ved først at beregne den nedre grænse og derefter gange med en multiplikator, som er bestemt ud fra understående tabel (Feldhütter og Schaefer, 2016). Tabellen er bestemt ud fra empiriske studier fortaget af Schaefer og Strebulaev (2008).

Gearing, L_0	Multiplikationsfaktor
$L_0 < 0{,}25$	1.00
$0{,}25 < L_0 \leq 0{,}35$	1.05
$0{,}35 < L_0 \leq 0{,}45$	1.10
$0{,}45 < L_0 \leq 0{,}55$	1.20
$0{,}55 < L_0 \leq 0{,}75$	1.40
$L_0 > 0{,}75$	1.80

Tabel 4.1: Multiplikatorer ved forskellige gearingsniveauer (Schaefer og Strebulaev, 2008)

Den bedste metode til estimering af værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver kan diskuteres. Derfor har vi valgt at teste de tre metoder empirisk samt at diskutere fordele om ulemper ved hver estimationsmetode i samspil med deres empiriske resultater. Dette gøres i kapitel 6.

4.2.5 Delkonklusion

Vi har nu gennemgået baggrunden for vores valg af CDS spreads fremfor virksomhedsobligations spreads og kan konkludere, at CDS data er passende til vores undersøgelse. Estimeringsmetoden til payout ratio er bestemt, og recovery rate er fundet til 37.8%. Endvidere har vi valgt at benytte en konkursgrænse på 87% af hovedstolen for gælden i undersøgelsen. Sidst præsenteres tre metoder til estimering af værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver, som senere vil blive testet empirisk.

4.3 Anvendelse af den udvidede Merton model

Vi benytter den udvidede Merton model, som beskrevet i afsnit 3.2, hvilket tillader os at benytte en recovery rate forskellig fra 100%. I modsætningen til denne model, antager vi at gælden for hver virksomhed kun består af én nulkuponobligation. Det gøres, idet vi anvender CDS data og ikke virksomhedsobligationer med kuponbetalinger i vores undersøgelse. Denne antagelse benyttes ligeledes af Feldhütter og Schaefer (2013), dette til trods for at de benytter virksomhedsobligationer i deres undersøgelser. Idet der kun er tale om én nulkuponobligation, kan vi følge Feldhütter og Schaefers (2013) tilgang, og beskrive prisen på virksomhedens gæld over hovedstolen, ved hjælp af ligning (14), ud fra følgende formel,

$$P(0,T) = D(0,T) \cdot E^{Q}\left[I_{\{V_T \geq K\}} + \min\left(R, \frac{V_T}{F}\right) \cdot I_{\{V_T < K\}}\right] \tag{34}$$

Ovenstående ligning benyttes sammen med ligningerne (15), (16), (17) og (18) angivet i afsnit 3.2. Det bemærkes i ovenstående, at indikatorfunktionerne er bestemt ud fra konkursgrænsen K, men at det eventuelle tab ved en konkurs bestemmes ud fra hovedstolen. Dette skyldes, at der kun vil være tab, hvis værdien af virksomhedens aktiver kommer under konkursgrænsen, men at tabet i dette tilfælde vil være relativt til hovedstolen og ikke konkursgrænsen. Som beskrevet i afsnit 4.2.2 har vi bestemt vores recovery rate til 38.7% og benytter denne for alle virksomhederne i vores sample.

Idet $P(0,T)$ er bestemt, er det estimerede spread givet ved ligning (19), som er præsenteret i afsnit 3.2. De estimerede spreads bliver efterfølgende sammenlignet med de observerede CDS spreads i markedet. Tilsvarende Eom et al. (2004), beregner vi fire indikatorer for modellens præcision. Disse er gennemsnitlige difference, GD, gennemsnitlige absolutte difference, GAD, gennemsnitlige procentmæssige difference, GPD, og gennemsnitlige procentmæssige absolutte difference, GPAD. Desuden vil vi beregne standardafvigelserne for de fire indikatorer, dette for at se hvor store udsving, der er i modellens præcision. For at få et mere nuanceret billede vil vi plotte sammenhængen mellem de observerede og estimerede spreads, samt fortolke på forklaringsgraden givet ved R^2.

5 Data

I dette følgende afsnit vil vi først beskrive vores indsamling og udvælgelse af data. Herefter vil vi beskrive, hvordan vi opdeler data i subdivisioner for at få bedre overblik over modellens svagheder og styrker. Sidst i sektion 5.3 vil vi præsentere udvalgt data og beskrive tendenser i dette.

5.1 Dataindsamling

I de understående afsnit vil vi beskrive valget af data og valget af perioden samt intervaller. Desuden vil vi beskrive vores overvejelser omkring den risikofrie rente, og sidst behandling af outliers.

5.1.1 Udvælgelse af data

Vi har valgt at hente alt data til vores undersøgelse fra Bloomberg. Vi har valgt Bloomberg som udgangspunkt, da databasen giver god adgang til CDS spreads. Vi valgte at trække alt resterende data fra samme database, da dette sikrer konsistens med hensyn til valuta, konsolidering af koncerner og definitioner.

Vi har valgt det europæiske obligationsmarked, idet der kun i begrænset omfang er foretaget tidligere studier af dette med henblik på estimering af CDS spreads. Det europæiske obligationsmarked har CDS spreads på omkring 500 virksomheder. En stor del af disse CDS spreads er licenserede, hvilket begrænser os til knap 200 virksomheder. Af disse 200 virksomheder har omkring 94 de nødvendige markeds- og regnskabs data tilgængeligt for at kunne foretage vores undersøgelse af den udvidede Merton model. I denne gruppe af er frasorteret virksomheder fra den finansielle sektor og forsikringsbranchen, da disse ikke egner sig til dette studie. Det skyldes, at disse institutioner ofte har op imod 90% gældsfinansiering, hvilket kun ses hos de mindst kreditværdige virksomheder udenfor disse grupper (Eom et al., 2004). Vi har endvidere frasorteret gas og elektricitets forsyningsvirksomheder, da deres omsætning, drift og dermed risiko for konkurs er stærkt påvirket af regulering (Eom et al., 2004). Disse virksomheder vil således påvirkes af politiske tiltag, som ikke kan fanges af modellen.

De virksomheds specifikke CDS spreads er fundet igennem Bloomberg. Vi har valgt femårige CDS'er, da disse er mest likvide, og da datatilgængeligheden er størst på disse (Mengle, 2007). Dataene indeholder både MID, ASK og BID spreads, dette for senere for at kunne bestemme en indikation af

likviditeten på de handlede CDS'er. Det bemærkes at alle spreads i denne opgave er angivet i basis punkter (bp). Ét basis punkt er defineret som én hundrededel af 1%, således er 100 bp lig 1%.

Som proxy for den risikofri rente benytter vi swaprenten med samme løbetid som vores CDS'er. Det skyldes, at studier har vist, at swaprenten er en bedre proxy end den statsobligationer (Feldhütter and Schaefer, 2016). Vi har brugt den femårige renteswap noteret i EUR matchende datoen for de observerede CDS spreads, som også har løbetid på fem år.

I den udvidede Merton model anvender vi følgende data fra Bloomberg,

E	Markedsværdien af virksomhedens egenkapital givet ved antal aktier ganget aktieprisen
σ_E	Et årige volatilitet på virksomhedens aktier bestemt ud fra de seneste 260 bankdage
F	Virksomhedens gæld givet ved summen af kortfristet og langfristet gæld
δ	Udbytteprocenten givet ved summen af dividender, rentebetalinger og netto aktietilbagekøb divideret med markedsværdien af virksomhedens aktiver
r	Den risikofri rente givet ved den femårige Euro-swap rente
s	Mid CDS spread med femårig løbetid

5.1.2 Perioden og intervaller

Den analyserede periode strækker sig fra 30-06-2002 til 31-12-2016, hvilket giver data over 15 år. Vores valg af periode er styret af tilgængeligheden af CDS spreads, da det først fra midten af 2002 er muligt at observere et tilstrækkeligt antal. Vi har endvidere valgt at benytte os af halvårligt data. Vi har valg at benytte halvårligt data for at opnå et større antal observationer end ved kun at benytte helårlige. Da samtlige virksomheder i vores sample rapporterer halvårligt giver dette ikke anledning til problemer. Der kunne argumenteres for at medtage kvartalsdata også. Det er i midlertidig kun omkring halvdelen af vores sample af virksomheder, hvor kvartalsdata er tilgængeligt. Vi har derfor valgt udelukkende at benytte halvårlige data. Vi ender således med en tidshorisont på 15 år med op til 30 observationer per virksomhed.

Det skal bemærkes, at det ikke er alle virksomheder i vores sample, der har data for hele perioden. Det kan diskuteres, om disse virksomheder skal tages ud af sample eller beholdes. Et argument for at beholde

virksomhederne er risikoen for selection bias. Et eksempel på selection bias er det såkaldte survivorship bias. Dette vil opstå, hvis årsagen til manglende datapunkter er konkurs, da man i så fald vil fjerne alle virksomheder, der går konkurs over perioden. Det vil medføre, at vores sample ikke give en god repræsentation af populationen. Derfor har vi inkluderet alle virksomheder på trods af manglede datapunkter.

Der er en mindre forskelle imellem de anvendte datoer for markeds- og regnskabsdata. Det skyldes, at regnskabsdata rapporteres ultimo perioder, imens markedsdata er fundet på sidste bankdag per periode. Dette har været en nødvendighed for, at alt data kan indsamles. Vi vurderer, at dette ikke vil påvirke vores data, idet der maksimalt er tale om en forskel på tre dage i observationerne.

5.1.3 Behandling af outliers

Inden vi påbegynder behandling af vores data, er det vigtigt at tage stilling til behandling af outliers i vores datamateriale. Dette gøres for at sikre, at vores resultater ikke bliver stærkt påvirket af outliers. Vi ser i vores CDS data, at der er få ekstreme spreads, som er svære at forklare økonomisk. Vi vil derfor foretage en justering i observationer over den 99. percentil. Her er to gængse metoder til behandling af outliers særligt relevante. Den første metode er winsorizing, hvor alle observationer over en given percentil får tildelt grænseværdien til denne percentil. Fordelen ved at benytte denne metode er, at der ikke mistes observationer. Den anden metode, der kan benyttes, er at fjerne observationerne over en bestemt percentil. Vi har valgt, at benytte sidstnævnte metode, idet winsorizing medfører et antal fiktive spread værdier. Hvorvidt vores model kan ramme disse fiktive værdier, fortæller ikke om evnen til estimering af spreads i praksis. Derfor udelukkes disse observationer helt fra modellen. Vi ender således med en sample på 2,192 observationer efter, at de observationer over den 99. percentil for CDS spreads er udeladt.

5.1.4 Delkonklusion

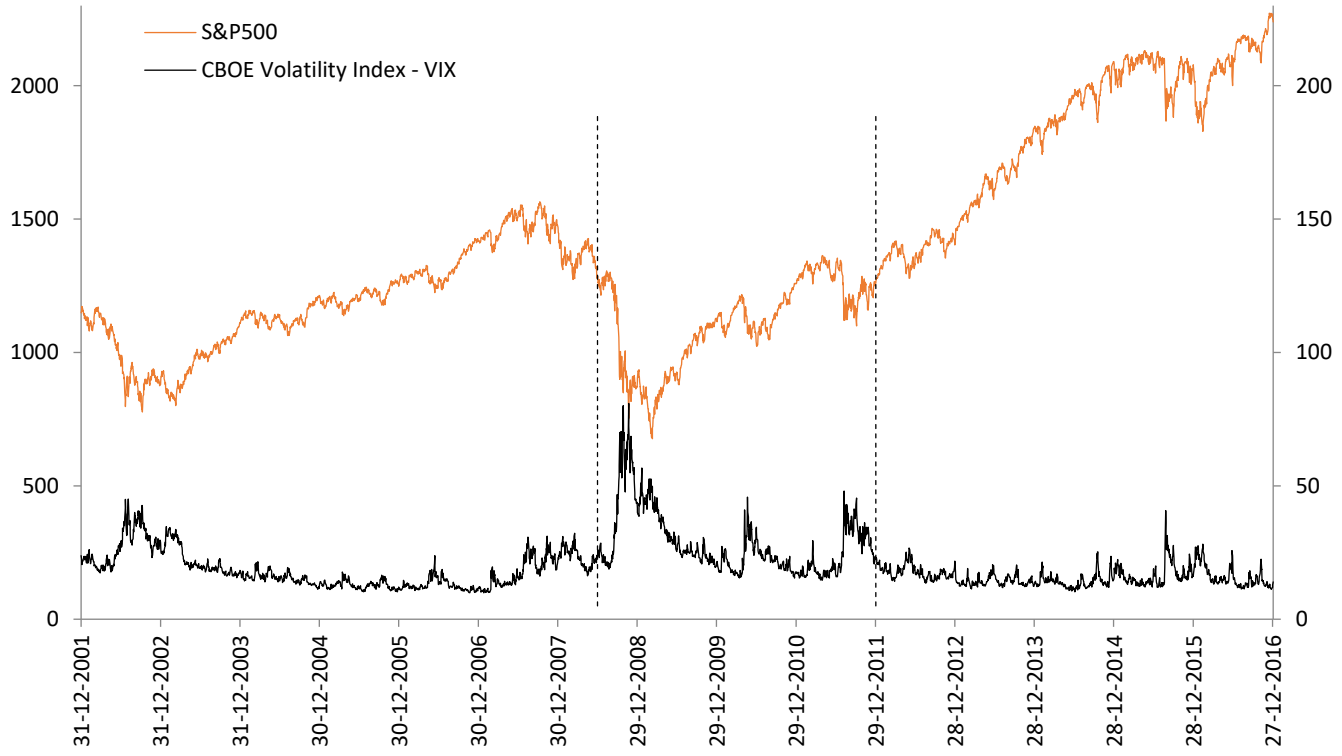
Vi har nu udvalgt data og bestemt vores periode fra 30-06-2002 til 31-12-2016 og benytter data per halvår. Vi ender således med en tidshorisont på 15 år med op til 30 observationer per virksomhed, data fra 94 virksomheder og i alt 2192 datapunkter efter fjernelse af outliers.

5.2 Subdivision af data

Undersøgelser af hele datasættet giver en indikator for vores sample over den undersøgte periode, men viser ikke eventuelle forskelle mellem sikre og usikre virksomheder. Desuden vil en undersøgelse af hele datasættet ikke vise forskelle i situationen på markedet. Det er derfor relevant at opdele vores datasæt for bedre at kunne afgøre, hvor præcis vores model er til estimering af CDS spreads indenfor bestemte grupper og markedsvilkår.

5.2.1 Opdeling i perioder

Vi har valgt at opdele tidshorisonten i de følgende tre perioder med udgangspunkt i den finansielle krise; før krisen i perioden fra 30-06-2002 til 31-12-2007, under krisen i perioden fra 01-01-2008 til 31-12-2011 og efter krisen i perioden fra 01-01-2012 til 31-12-2016. Argumentet for netop denne opdeling ligger i udviklingen af det finansielle marked. Nedenstående figur viser udviklingen i S&P 500 samt VIX indekset over vores undersøgelses periode,



Figur 5.1: Udviklingen i indices (Yahoo S&P, 2017; Yahoo VIX, 2017)

Aktieindekset S&P 500 er et amerikansk indeks for de 500 største virksomheder i USA vægtet efter markedsandel. Vi anvender S&P 500 for at identificere den finansielle krises påvirkning på det finansielle marked. Til trods for at vi benytter europæisk data i undersøgelsen, vurderer vi, at det er rimeligt at forudsætte, at krisen ramte hele verden inden for samme tidsperiode. Desuden forventer vi, at uro på S&P500 i høj grad vil være tæt korreleret med uro på det europæiske marked. Udviklingen i S&P 500 viser, at den finansielle krise startede omkring midten af 2008, og at markedet har haft opadgående trend efter første kvartal af 2009. Vi benytter endvidere VIX indekset, som beskriver den forventede volatilitet på S&P 500, og dermed er en proxy for forventet volatilitet på markedet. VIX indekset kan fortælle om stadiet af uro på markedet og er derfor relevant at se på ved bestemmelse af krise perioden. Det ses på VIX indekset, at der frem til udgangen af 2011 er forventninger om høj volatilitet og dermed usikkerhed på markedet. Vi har på baggrund af den startende nedadgående trend midt i 2008 for S&P 500 og VIX-indeksets store udsving frem til udgang af 2011 fastsat vores krise-periode fra 30-06-2008 til 31-12-2011. Det giver os således de perioder, vi præsenterede i starten af afsnittet; før den finansielle krise (før krisen fremover), den finansielle krise (krisen fremover) og efter den finansielle krise (efter krisen fremover).

5.2.2 Gruppering ud fra observerede spreads

Vi har nu en opdeling på perioderne og vil nu foretage en opdeling ud fra virksomhedernes kreditrisiko. Denne opdeling er motiveret af, at strukturelle modeller er kendt for at underestimere spreads for sikre virksomheder (Feldhütter og Schaefer, 2016). Ved at opdele virksomhederne i grupper kan vi se, hvorvidt vores model er underlagt af samme problemstilling. En sådan opdeling bliver ofte baseret på fem rating kategorier defineret af Moody's (Moody's, 2016). Det har dog ikke været muligt at hente historiske ratings fra Moody's, da disse er licenserede. Det har kun været muligt, at hente de nyeste langsigtede ratings fra Moody's. De nyeste ratings kan dog ikke beskrive virksomhedens kreditrisiko for de seneste 15 år, og endvidere var det ikke muligt at hente disse ratings for alle virksomhederne i vores datasæt. Vi foretager derfor en opdeling af vores datasæt ved at opdele virksomhederne i fem grupper baseret på størrelsen af de observerede CDS spreads. De opstillede intervaller bygger på en empirisk analyse af de observerede CDS spreads fra ultimo 2016, hvor gennemsnitlige CDS spreads er beregnet for de forskellige rating kategorier. Dette giver således inspiration til, hvorledes de forskellige risikogrupper kan opdeles i spreads. Endvidere bygger vores gruppering på en opdeling af observerede CDS spreads i intervaller foretaget af Feldhütter og Schaefer (2016). De fem grupperinger, er præsentere herunder,

[0;35]	CDS spread i bp
[35;70]	CDS spread i bp
[70;170]	CDS spread i bp
[170;400]	CDS spread i bp
[400;750]	CDS spread i bp

Formålet ved opdelingen er, at se hvorledes modellen kan ramme forskellige interval grupperinger, og dermed, hvorledes modellen rammer sikre i forhold til usikre virksomheder. Vores definition af sikre virksomheder indeholder de første to grupperinger med spreads i intervallet [0;70], imens vores definition af usikre virksomheder indeholder de sidste tre grupperinger med spreads i intervallet [70;750].

Den praktiske implementering af grupperingen kan gennemføres på flere måder. Vi har tidligere i afsnit 5.2.1 opdelt vores datasæt i tre perioder. Ved undersøgelse af en given periode kan der regnes et gennemsnitligt observeret spread for hver virksomhed, hvorefter de enkelte virksomheder inddeles i de fem grupperinger (I). Alternativt kan hvert observeret spread fordeles, således at virksomhedernes observationer kan ligge i forskellige grupperinger over tid indenfor samme periode (II). I (I) vil der være stor variation i spreads, da virksomhederne i den givne periode ofte vil ligge i forskellige spread niveauer. Til gengæld kan den anvendes til at se, om den opstillede model bedre estimerer spreads for virksomheder, der generelt tilhører en bestemt gruppe, det vil sige virksomheder, der generelt er sikre eller usikre. Hvis (II) anvendes vil hvert observeret spread være placeret i den tilhørende gruppering, og en virksomhed kan have observationer repræsenteret i flere grupper igennem en given periode. Dette vil gøre, at vi kan fortælle noget, om hvorvidt modellen er bedst til at fange henholdsvis høje og lave spreads, men ikke om hvorvidt modellen er god til at beskrive spreads fra virksomheder, der generelt har høje spreads eller generelt har lave spreads. Da vi ønsker at se på forskellen i modellens evne til at estimere spreads for forskellige typer af virksomheder kreditrisikomæssigt, har vi valgt at benytte metode (I). Metoden regner således et gennemsnitligt observeret spread for hver virksomhed over hver periode, samt et gennemsnit for hele perioden. Virksomhederne fordeles i de tilhørende grupperinger efter, hvilket interval de ligger i. Vi opnår derved den ønskede opdeling af data i fem grupperinger over tre perioder, samt en opdeling i fem grupperinger over hele perioden.

5.3 Deskriptiv data

I det følgende vil vi beskrive udvalgt data ud fra de ovenstående subdivisioner. Vi vil undersøge følgende variable; CDS spread, gearing, egenkapitalens volatilitet og volatiliteten af virksomheden aktiver, da disse er essentielle i forhold til vores model, og idet de har en stor økonomisk påvirkning på kreditrisiko. Argumentet for at foretage denne analyse er, at niveauerne for de valgte variable varierer meget over tidshorisonten givet den finansielle krise. Endvidere vil vi se på forskellene i de forskellige input variable grupperne imellem. Dette kan give et billede af eventuelle uoverensstemmelser med vores forventninger til sammenhænge i data.

5.3.1 CDS spreads

Den første variabel er CDS spreads, som indeholder de observerede MID priser på femårige CDS'er. Det gennemsnitlige CDS spread for vores virksomheder over hele perioden er 108 bp sammenlignet med en median på 71 bp. I afsnit 5.2 har vi fundet frem til følgende tre perioder; før krisen, krisen og efter krisen. Deskriptiv data for CDS spreads fremgår af tabel 5.1. Det gennemsnitlige CDS spread i før-krise perioden er 61 bp sammenlignet med henholdsvis 157 bp og 116 bp for perioderne krisen og efter krisen. Det er således tydeligt, at den finansielle krise har påvirkning på niveauet af CDS spreads. Derudover kan vi se, at niveauet i efter-krise perioden ikke er nede på samme niveau som i før-krise perioden, hvilket tyder på en stadig relativ høj kreditrisiko efter krisen.

Når vi ser på grupperingen i datasættet, får vi en dybere indsigt i fordelingen i de tre perioder. Det er vigtigt at tage højde for antallet af observationer for de individuelle grupper, da disse kan ligge i intervallet fra 6 til 423 observationer. Derudover skal det bemærkes, at vores grupperinger er lavet ud fra størrelsen af observerede CDS spreads, hvorfor grupperne vil afspejle dette. Det betyder, at vi ikke kan konkludere på niveauerne indenfor de forskellige grupperinger i samme grad som, hvis der var benyttet ratings til denne opdeling. Til gengæld kan vi se på fordelingen af observationer i hver gruppe i hver periode og derved fortolke på udviklingen over tid. I før-krise perioden er der 612 observationer placeret i kategorierne [0;35] og [35;70], imens der kun er 173 observationer placeret i kategorien [70;170] og 25 i [170;400]. I krise perioden ser vi et helt andet billede med kun 40 observationer placeret i kategorien [35;70], imens de resterende 615 observationer er placeret i kategorierne [70;170], [170;400] og [400;750]. Det skyldes en markant stigning i det gennemsnitlige spread for størstedelen af vores

virksomheder. Ser vi på efter-krise perioden er denne mere ligeligt fordelt med 250 observationer placeret i kategorierne [0;35] og [35;70], og 477 observationer placeret i kategorierne [70;170], [170;400] og [400;750]. Det kan således konkluderes, at den øgede risiko i krisen har stor effekt på CDS spreadet og dermed fordelingen af virksomheder og observationer grupperne imellem. Iagttager vi standardafvigelserne på de gennemsnitlige CDS spreads i de givne perioder, får vi lignende resultater, standardafvigelsen for krise perioden er 128 bp, imens denne kun er henholdsvis 71 bp og 103 bp for perioderne før og efter krisen.

Gruppering	Gennemsnit	Standardafvigelse	Median	Min	Max	N
Panel A: 30/06/2002-31/12/2016 (Hele perioden)						
[0;35]	28.60	15.98	27.39	4.02	86.39	57
[35;70]	53.13	31.16	49.00	5.00	315.37	644
[70;170]	109.73	94.30	84.55	8.75	736.73	1216
[170;400]	234.42	154.69	221.44	25.53	714.89	259
[400;750]	411.85	132.43	450.27	202.29	603.25	16
Total	107.93	108.51	70.62	4.02	736.73	2192
Panel B: 30/06/2002-31/12/2007 (Før-krisen)						
[0;35]	24.39	11.58	22.91	4.02	72.25	221
[35;70]	50.50	25.58	44.40	15.00	183.75	391
[70;170]	104.27	98.86	66.84	23.00	637.88	173
[170;400]	249.88	145.26	210.99	66.71	586.67	25
[400;750]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total	61.01	70.56	42.43	4.02	637.88	810
Panel C: 30/06/2008-31/12/2011 (Krisen)						
[0;35]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
[35;70]	56.14	19.30	51.37	33.58	118.66	40
[70;170]	109.35	64.34	89.49	38.81	483.41	423
[170;400]	266.38	145.90	231.40	78.88	736.73	178
[400;750]	478.99	114.93	455.64	278.24	662.27	14
Total	156.67	127.61	109.26	33.58	736.73	655
Panel D: 30/06/2012-31/12/2016 (Efter-krisen)						
[0;35]	28.26	4.87	28.95	20.12	36.08	18
[35;70]	53.16	19.43	49.24	22.36	146.97	232
[70;170]	102.24	48.19	89.00	41.40	332.01	325
[170;400]	246.07	136.71	225.65	55.74	714.89	146
[400;750]	422.55	78.29	456.57	269.5	477.17	6
Total	116.28	103.19	77.44	20.12	714.89	727

Tabel 5.1: Observerede CDS spreads i bp (Output R, Egen tilvirkning)

5.3.2 Gearing

Den næste variabel vi vil undersøge, er gearing, som beskriver en virksomheds kapitalstruktur. Den er bestemt af den relative størrelse imellem virksomhedens gæld og værdien af virksomhedens aktiver. Der kan være to forskellige årsager til en stigning i en virksomheds gearing. En virksomhed kan udstede obligationer og derved optage mere gæld, eller markedsværdien af egenkapitalen kan falde. Dataene for gearing fremgår af tabel 5.2. Den gennemsnitlige gearing for virksomhederne igennem hele perioden er 0.34, imens medianen er 0.31. Variablen gearing har et stabilt niveau over de tre perioder med følgende gennemsnit startende med perioden før krisen 0.33, 0.36 og 0.34. Som forventet er den gennemsnitlige gearing højere i perioden under krisen sammenlignet med de to andre perioder. Den øgede gearing i krise-perioden stemmer godt overens med forventningerne, idet gearing er negativt korreleret med markedscyklussen, da en der er tendens til egenkapital emission ved opadgående cyklus og gældsemission ved nedadgående (Korajczyk og Levy, 2003). Det bemærkes dog, at denne øgning af gearing i høj grad kan skyldes fald i værdien af egenkapitalen, og således ikke nødvendigvis er grundet optagelse af ny gæld. Når vi ser på opdelingen i forhold til vores grupperinger fremgår det klart, at virksomheder med høj gearing har relativ højt spread. Det bemærkes desuden, at der indenfor næsten hver kategori findes ekstreme værdi for gearing i begge ender. Der findes således virksomheder i gruppen [0;35] med gearing på 0.86 i før-krise perioden og virksomheder med 0.08 i kategori [170;400] i krise perioden. Resultaterne omkring stigende gennemsnitlig gearing ved stigende spread stemmer overens for alle tre perioder.

Gruppering	Gennemsnit	Standardafvigelse	Median	Min	Max	N
Panel A: 30/06/2002-31/12/2016 (Hele perioden)						
[0;35]	0.15	0.05	0.14	0.08	0.29	57
[35;70]	0.22	0.09	0.21	0.01	0.86	644
[70;170]	0.38	0.16	0.38	0.03	0.92	1216
[170;400]	0.47	0.19	0.47	0.02	0.85	259
[400;750]	0.84	0.13	0.88	0.42	0.93	16
Total	0.34	0.18	0.31	0.01	0.93	2192

Gruppering	Gennemsnit	Standardafvigelse	Median	Min	Max	N
Panel B: 30/06/2002-31/12/2007 (Før-krisen)						
[0;35]	0.22	0.12	0.20	0.01	0.86	221
[35;70]	0.34	0.15	0.32	0.10	0.82	391
[70;170]	0.41	0.17	0.43	0.04	0.87	173
[170;400]	0.59	0.18	0.61	0.30	0.89	25
[400;750]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total	0.33	0.17	0.30	0.01	0.89	810
Panel C: 30/06/2008-31/12/2011 (Krisen)						
[0;35]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
[35;70]	0.16	0.04	0.16	0.04	0.26	40
[70;170]	0.33	0.13	0.31	0.08	0.81	423
[170;400]	0.45	0.16	0.46	0.08	0.85	178
[400;750]	0.78	0.13	0.81	0.54	0.91	14
Total	0.36	0.17	0.33	0.04	0.91	655
Panel D: 30/06/2012-31/12/2016 (Efter-krisen)						
[0;35]	0.11	0.02	0.11	0.08	0.15	18
[35;70]	0.25	0.14	0.21	0.02	0.75	232
[70;170]	0.32	0.17	0.32	0.02	0.92	325
[170;400]	0.51	0.16	0.53	0.08	0.85	146
[400;750]	0.76	0.19	0.8	0.42	0.93	6
Total	0.34	0.19	0.30	0.02	0.93	727

Tabel 5.2: Gearing (Output R, Egen tilvirkning)

5.3.3 Egenkapitalens volatilitet

Vi ser nu på egenkapitalens volatilitet, som beskriver volatiliteten på virksomhedernes aktieafkast over det sidste år. Denne input variabel giver en indikation af virksomhedens finansielle usikkerhed, da virksomheden ved høj volatilitet alt andet lige vil have større risiko og derved et højere CDS spread. Deskriptiv data fremgår af tabel 5.3. Den gennemsnitlige volatilitet af egenkapitalen for hele perioden er 0.30, imens medianen er 0.27. Fordelingen på de tre perioder viser et billede lignende gearingen med værdierne 0.29, 0.36 og 0.28 for de tre respektive perioder startende med før-krise perioden. Standardafvigelsen på de observerede værdier over de tre perioder ligger i intervallet [0.10; 0.15], med laveste niveau i perioden efter krisen. Når vi ser på hele perioden ses det, at den gennemsnitlige værdi for egenkapitalens volatilitet er større for [170;400] end for [400;750], som ligger på niveau med [35;70]. Der er relativt få observationer i gruppen [400;750], hvorfor dette kan være et tilfælde. Desuden ser vi, at den højeste observerede værdi ligger i gruppen [70;170] og ikke i gruppen med de højeste spreads.

Det er sandsynligvis grundet denne gruppes størrelse af observationer, hvilket giver større mulighed for ekstreme værdier. Således ser vi en vis sammenhæng mellem grupperne og egenkapitalens volatilitet, men også at denne sammenhæng ikke er fuldstændigt konsistens i vores data.

Gruppering	Gennemsnit	Standardafvigelse	Median	Min	Max	N
Panel A: 30/06/2002-31/12/2016 (Hele perioden)						
[0;35]	0.20	0.07	0.17	0.11	0.41	57
[35;70]	0.27	0.10	0.24	0.12	0.71	644
[70;170]	0.31	0.14	0.27	0.09	1.43	1216
[170;400]	0.37	0.14	0.34	0.17	0.98	259
[400;750]	0.27	0.08	0.26	0.17	0.46	16
Total	0.30	0.14	0.27	0.09	1.43	2192
Panel B: 30/06/2002-31/12/2007 (Før-krisen)						
[0;35]	0.24	0.09	0.21	0.12	0.58	221
[35;70]	0.28	0.11	0.25	0.13	0.71	391
[70;170]	0.33	0.19	0.26	0.14	1.01	173
[170;400]	0.38	0.28	0.31	0.18	1.30	25
[400;750]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total	0.29	0.14	0.24	0.12	1.30	810
Panel C: 30/06/2008-31/12/2011 (Krisen)						
[0;35]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
[35;70]	0.27	0.09	0.24	0.15	0.49	40
[70;170]	0.34	0.14	0.30	0.09	1.43	423
[170;400]	0.44	0.16	0.40	0.20	0.97	178
[400;750]	0.41	0.15	0.37	0.22	0.71	14
Total	0.36	0.15	0.32	0.09	1.43	655
Panel D: 30/06/2012-31/12/2016 (Efter-krisen)						
[0;35]	0.17	0.04	0.16	0.11	0.27	18
[35;70]	0.23	0.06	0.22	0.15	0.46	232
[70;170]	0.28	0.07	0.27	0.16	0.54	325
[170;400]	0.37	0.12	0.34	0.18	0.88	146
[400;750]	0.29	0.1	0.27	0.17	0.46	6
Total	0.28	0.10	0.26	0.11	0.88	727

Tabel 5.3: Egenkapitalens volatilitet (Output R, Egen tilvirkning)

5.3.4 Volatiliteten af virksomhedens aktiver

Den sidste variabel, vi vil beskrive, er volatiliteten af virksomhedens aktiver, som er estimeret ud fra den naive metode beskrevet i afsnit 4.2.4. Vi benytter den naive metode, da vi i kapitel 6 vil vise, at denne metode giver de pæneste resultater for vores model. Volatiliteten af virksomhedens aktiver er estimeret

ud fra variablerne gearing og egenkapitalens volatilitet. En stigning i gearingen vil mindske effekten af egenkapitalens volatilitet på volatiliteten af virksomhedens aktiver. Deskriptiv data er præsenteret i tabel 5.4. Den gennemsnitlige volatilitet af virksomhedens aktiver over hele perioden er 0.24, imens medianen er 0.22. I krise perioden er niveauet lidt højere med en værdi på 0.27, imens perioderne før og efter krisen er henholdsvis 0.23 og 0.22. Forskellen mellem krisen og ikke-krise perioderne er dog mindre udtalt end ved egenkapitalens volatilitet. Det tyder på, at stigning i egenkapitalen volatilitet er forsaget af ændringer i gearingen og ikke af ændringer i volatiliteten af virksomhedens aktiver (Feldhütter og Schaefer, 2013). Variablen er relativt stabil virksomhederne imellem sammenlignet med egenkapitalens volatilitet med standardafvigelser i intervallet [0.06; 0.10] over de tre perioder. Ligesom vi så ved egenkapitalens volatilitet, er der ikke konsistent stigende sammenhæng mellem spreads og aktivernes volatilitet. Betragter vi hele perioden, har vi stigende sammenhæng fra gruppen [0;35] til gruppen [170;400], men et fald for [400;750]. Det kan som tidligere argumenteret, skyldes de få observationer for [400;750]. Sammenligner vi endvidere med vores data på gearing tyder det på, at det er effekten fra høj gearing, der alt andet lige mindsker aktivernes volatilitet i denne gruppe. En forklaring kan således være, at disse virksomheder ikke har større volatilitet af virksomhedens aktiver, men udelukkende bliver risikable i deres høje gearingsniveau og derfor har høje spreads. En alternativ forklaring kan være, at den naive metode får problemer med estimering af aktivernes volatilitet, idet der kommer for høje gearingsniveauer. Problemet kan skyldes, at den naive metode generelt har en antagelse om begrænset volatilitet på gælden. Hvis denne antagelse er forkert, så underestimerer vi volatiliteten af virksomhedens aktiver ved høje gearingsniveauer. Der er dog ikke empiriske tegn på underestimering af spreads ved høje gearingsniveauer.

Gruppering	Gennemsnit	Standardafvigelse	Median	Min	Max	N
Panel A: 30/06/2002-31/12/2016 (Hele perioden)						
[0;35]	0.19	0.06	0.16	0.11	0.36	57
[35;70]	0.23	0.08	0.21	0.12	0.59	644
[70;170]	0.24	0.09	0.22	0.09	0.92	1216
[170;400]	0.26	0.10	0.24	0.12	0.79	259
[400;750]	0.14	0.03	0.13	0.1	0.23	16
Total	0.24	0.09	0.22	0.09	0.92	2192

Gruppering	Gennemsnit	Standardafvigelse	Median	Min	Max	N
Panel B: 30/06/2002-31/12/2007 (Før-krisen)						
[0;35]	0.21	0.08	0.19	0.12	0.47	221
[35;70]	0.23	0.09	0.20	0.11	0.59	391
[70;170]	0.24	0.13	0.20	0.11	0.85	173
[170;400]	0.24	0.16	0.21	0.10	0.76	25
[400;750]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Total	0.23	0.10	0.20	0.10	0.85	810
Panel C: 30/06/2008-31/12/2011 (Krisen)						
[0;35]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
[35;70]	0.24	0.08	0.22	0.14	0.42	40
[70;170]	0.27	0.10	0.25	0.09	0.92	423
[170;400]	0.31	0.10	0.28	0.16	0.68	178
[400;750]	0.21	0.08	0.21	0.12	0.4	14
Total	0.27	0.10	0.25	0.09	0.92	655
Panel D: 30/06/2012-31/12/2016 (Efter-krisen)						
[0;35]	0.16	0.04	0.15	0.11	0.25	18
[35;70]	0.20	0.04	0.19	0.13	0.39	232
[70;170]	0.22	0.05	0.21	0.14	0.44	325
[170;400]	0.25	0.07	0.23	0.14	0.55	146
[400;750]	0.16	0.05	0.14	0.12	0.23	6
Total	0.22	0.06	0.21	0.11	0.55	727

Tabel 5.4: Volatiliteten af virksomhedens aktiver (Output R, Egen tilvirkning)

5.3.5 Delkonklusion

Det kan konkluderes, at vores datasæt i høj grad følger de forventede tendenser. Vi ser et generelt højere spread niveau i krise perioden, men også højere niveauer for både virksomhedens volatilitet samt gearingen, hvilket antyder, at vi i denne periode også vil estimere højere spreads. Desuden så vi en generelt stigende tendens for både egenkapitalens volatilitet og gearing ved stigende spreads grupperne imellem. Således kan vi konkludere, at der ikke umiddelbart er uoverensstemmelser i vores forventninger til data, som skal behandles særskilt.

6 Test af metode til bestemmelse af input variable

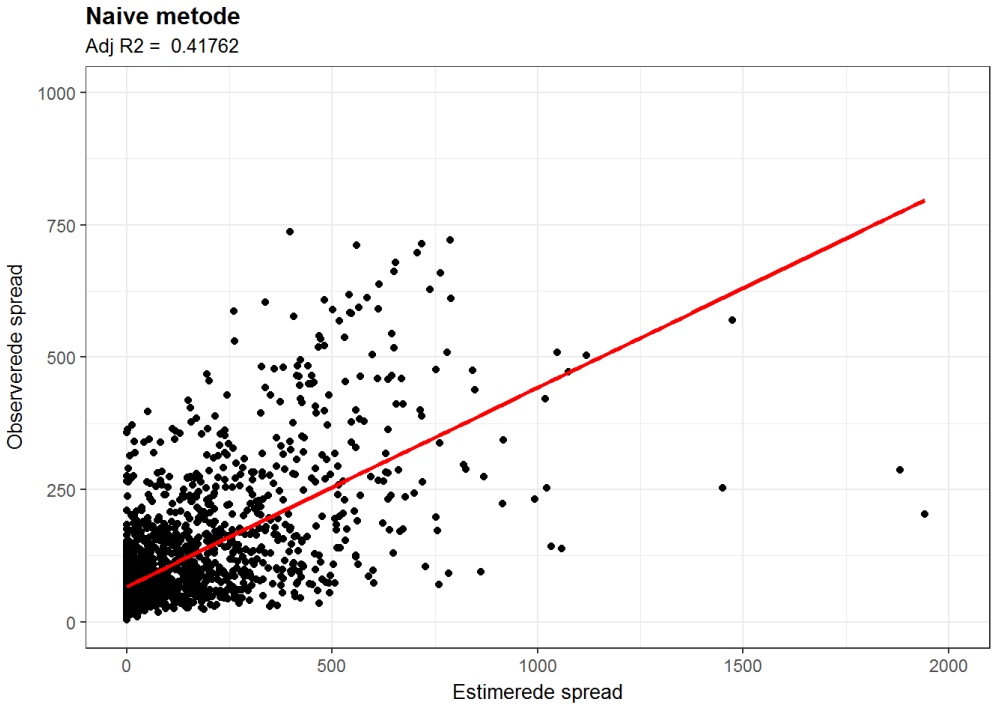
I foregående er metode samt indsamling og valg af data blevet gennemgået. Inden vi kan præsentere de endelige resultater for modellen, vil vi teste de forskellige tilgange til beregning af værdien af virksomhedens aktiver samt volatiliteten for at opnå en model med så præcise estimater som muligt. Vi vil desuden diskutere fordele og ulemper ved de tre tilgange præsenteret i afsnit 4.2.4.

Inden vi kan påbegynde vores test, skal vi først have fastlagt vores tilgang til test af input variable, som også senere vil bruges til at se på vores endelige resultater. De følgende anvendte indikatorer for modellens præcision er defineret i afsnit 4.3. Vi benytter først og fremmest GD, denne fortæller noget om niveauet for vores estimeringer, og dermed også om der er systematiske over- eller underestimeringer. For at bestemme hvor godt modellen faktisk rammer, det vil sige, hvor langt den i gennemsnit er fra det observerede spread, benytter vi GAD. Fordelen ved GAD er, at et for højt og et for lavt modelleret spread ikke udligner hinanden på samme måde som ved brug af GD. For at få ekstra viden omkring præcisionen af vores model tilføjer vi GPD samt GPAD. Disse indikatorer fortæller os om, hvor langt modellen i gennemsnit rammer forkert procentmæssigt. Det vil sige, at den tillægger mindre værdi ved store afvigelser for høje observerede CDS spread og større værdi ved tilsvarende afvigelser for mindre observerede CDS spreads. Sidst vil vi plotte de modellerede spreads imod de observerede og se på trenden, samt forklaringsgraden angivet af R^2.

Den naive metode testes først ved at beregne værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver, ud fra formlerne angivet i metodeafsnittet. Fordelen ved denne metode er dens simple opbygning og dermed lette implementering. Først bestemmes værdien af virksomhedens aktiver ved en antagelse, om at den bogførte værdi af gælden tilnærmer sig markedsværdien. Da denne antagelse ofte benyttes i den finansielle teori, vurderes den rimelig. Ved bestemmelse af volatiliteten antages en korrelation mellem gældens volatilitet og egenkapitalens volatilitet, hvilket virker rimeligt. Svagheden er, at korrelationsgraden ikke er kendt, og dermed bliver valgt med begrænset empirisk og teoretisk grundlag. Ligeledes tillægges en antaget konstant, som vælges med baggrund i risiko på rentekurven. Resultaterne for den naive metode er præsenteret herunder,

Modelleret spread (SD)	Observeret spread (SD)	GD (SD)	GAD (SD)	GDP (SD)	GAPD (SD)
109.53	107.93	1.60	87.52	-12%	101%
(186.54)	(108.51)	(142.83)	(112.88)	(145%)	(104%)

Tabel 6.1: Naive metode, hvor SD angiver standardafvigelse (Output Excel, Egen tilvirkning)

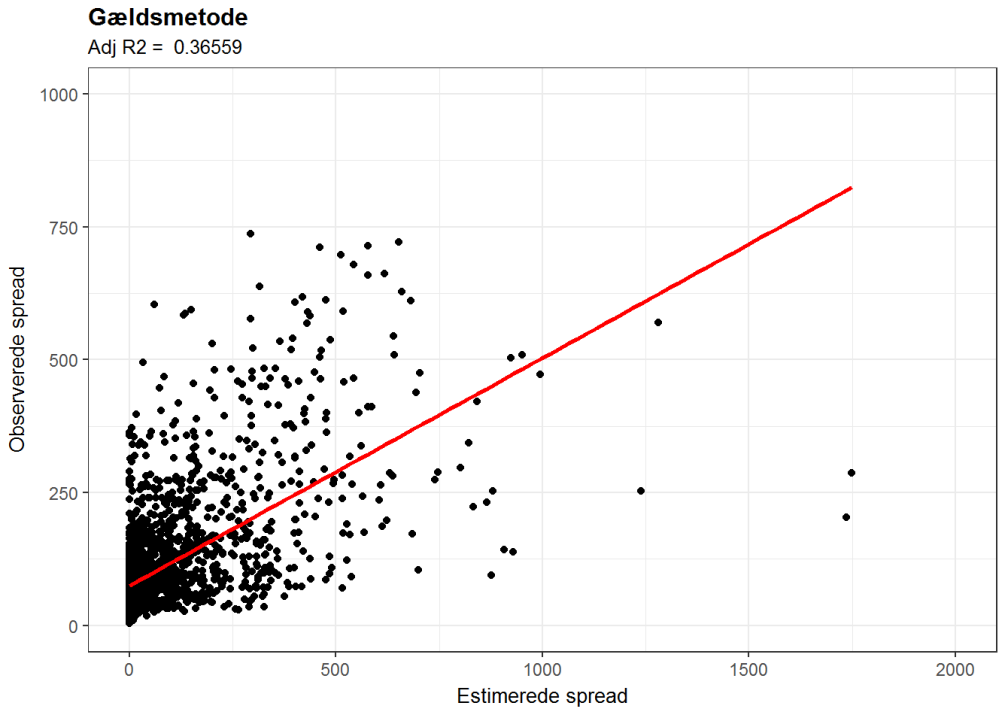


Figur 6.1: Naive metode (Output R, Egen tilvirkning)

Vi tester nu gældsmetoden fra Schaefer og Strebulaev (2008), som er præsenteret af Feldhütter og Schaefer (2016). Værdien af virksomhedens aktiver beregnes på samme vis som ved den naive metode, mens volatiliteten beregnes ud fra en nedre grænse med en multiplikator bestemt af gearing efter tabel 4.1, præsenteret i metodeafsnittet. Fordelen ved denne metode er, at de forskellige intervaller samt multiplikationsfaktorer er bestemt ud fra empirisk data, hvorfor der ved denne metode er udført en form for optimering. Denne form for optimering har dog mindre rod i den økonomiske teori og er en mere praktisk tilgang. Dette gør således, at resultaterne muligvis ikke kan benyttes på alle typer virksomheder, samt at der ikke kan argumenteres for dem økonomisk i samme grad. Resultaterne er præsenteret herunder,

Modelleret spread (SD)	Observeret spread (SD)	GD (SD)	GAD (SD)	GDP (SD)	GAPD (SD)
77.55	107.93	-30.38	82.59	-42%	92%
(153.11)	(108.51)	(122.95)	(96.01)	(108%)	(71%)

Tabel 6.2: Gældsmetode, hvor SD angiver standardafvigelse (Output Excel, Egen tilvirkning)

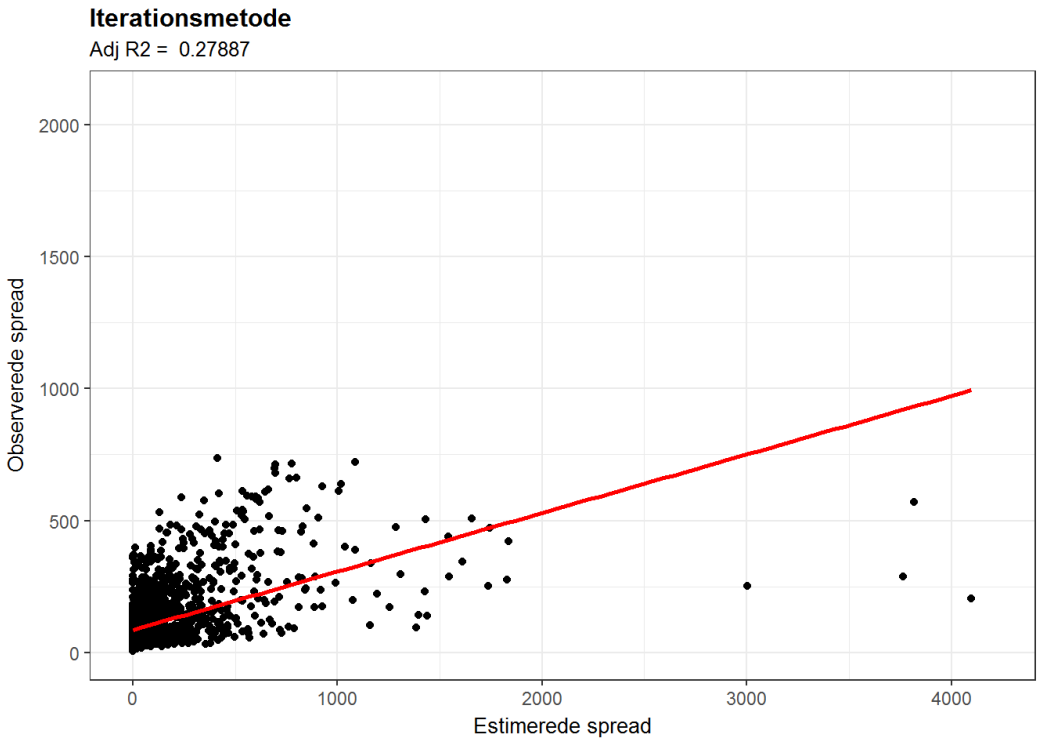


Figur 6.2: Gældsmetode (Output R, Egen tilvirkning)

Sidst vil vi teste iterationsmetoden, som er populær i litteraturen og blandt andet benyttes af Eom et al. (2004) og Hillegeist et al. (2004). Metoden implementeres i vores model gennem en VBA kode, der løser formlerne (21) og (24) angivet i metodeafsnittet simultant via en solver funktion, som ændrer på input variablene værdien og volatiliteten af virksomhedens aktiver. VBA koden kan findes i appendiks 4. Den åbenlyse fordel ved denne metode er, at den bunder i to økonomiske teorier nemlig Merton og Itôs lemma. Imidlertid har denne metode det problem, at den ikke er praktisk tilpasset til Merton modellen. Den har således ikke empirisk grundlag i modsætning til gældsmetoden. Resultaterne for iterationsmetoden er præsenter herunder,

Modelleret spread (SD)	Observeret spread (SD)	GD (SD)	GAD (SD)	GDP (SD)	GAPD (SD)
100.37	107.93	-7.56	99.96	-30%	103%
(258.51)	(108.51)	(221.26)	(197.53)	(150%)	(113%)

Tabel 6.3: Iterationsmetode, hvor SD angiver standardafvigelse (Output Excel, Egen tilvirkning)



Figur 6.3: Iterationsmetode (Output R, Egen tilvirkning)

Ser vi på resultaterne for ovenstående kan det diskuteres, hvilken metode der er bedst at anvende. Som udgangspunkt vil den mere teoretisk robuste model iterationsmetoden være at foretrække. I vores tilfælde er der imidlertid stor difference imellem præcisionen for denne metode sammenlignet med den naive metode og gældsmetoden. Det vurderes, at den væsentlig højere præcision her er at foretrække frem for det mere robuste teoretiske fundament. Her ses særligt på GAD, der er markant større end ved de konkurrerende metoder ligesom at standardafvigelsen er væsentligt større.

Vi vil nu tage valget mellem den naive metode og gældsmetoden, to metoder, der er relativt tæt beslægtet i opbygningen. Ser vi først på deres GAPD samt GAD, har gældsmetoden en mindre fordel, men de to

modeller ligger meget tæt. Desuden har gældsmetoden lavere standardafvigelser på disse indikatorer sammenlignet med den naive metode. Når vi ser på GD rammer den naive model bedre både målt numerisk og i procent, hvilket betyder, at den niveaumæssigt rammer mere præcist. Sidst betragtes plottene, hvor vi ser to plots med samme tendenser. Når vi ser på plottene ses det dog, at underestimeringsproblemet ved lave spreads er mere markant for gældsmetoden. Endvidere ser vi, at R^2 angiver en større sammenhæng mellem modellen for den naive metode end for gældsmetoden med R^2 værdier på henholdsvis 0.42 og 0.37. Der er således gode argumenter for at vælge både den naive metode og gældsmetoden. Vi vurderer dog, at der er en overvægt af resultaterne, der taler for den naive metode, idet der ligges vægt på den højere forklaringsgrad. Hertil kommer, at den naive metode ikke er opbygget ud fra et bestemt datasæt, men ud fra sund fornuft på området. Vi vil således benytte den naive metode fremadrettet.

7 Empiriske resultater udvidede Merton model

I det følgende vil vi præsentere resultaterne for vores model og sammenligne med de observerede spreads. Vi vil fortolke på resultaterne i de tidligere beskrevne opdelinger i perioder og grupperinger, for at give et mere nuanceret billede af modellens præcision.

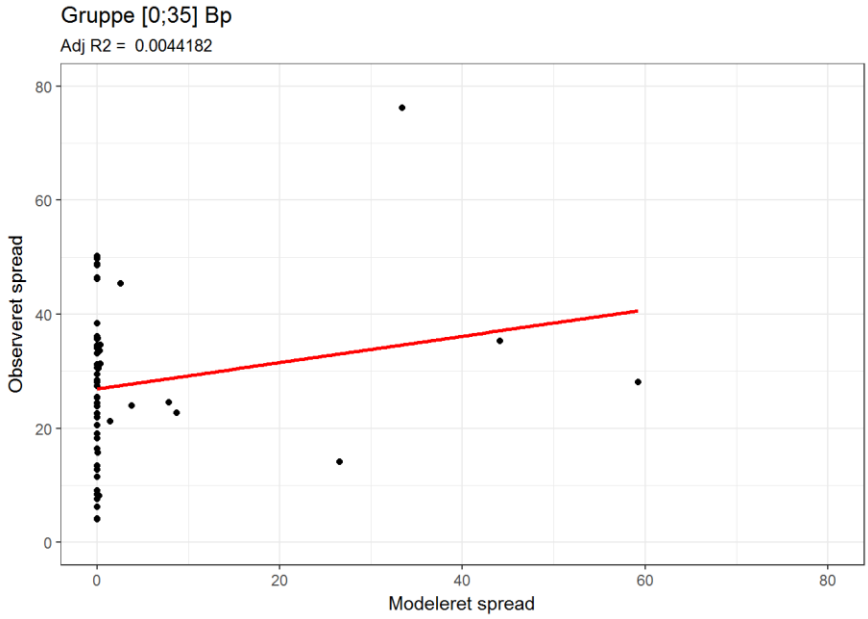
I tabel 7.1 er vores estimerede CDS spreads fra den udvidede Merton model sammenlignet med de observerede CDS spreads, og indikatorerne for modellens præcision er angivet. De fire paneler repræsenterer de tre forskellige tidsperioder samt hele perioden. Panel A indeholder data fra hele den undersøgte periode, panel B indeholder data fra før-krise perioden, panel C indeholder data fra under-krise perioden, og panel D indeholder data fra efter-krise perioden. I tabel 7.1 fremgår interval grupperinger i første kolonne. Anden kolonne indeholder vores gennemsnitlige modellerede spread og tredje kolonne indeholder det gennemsnitlige observerede spread. I de følgende fire kolonner fremgår indikatorerne for modellens præcision GD, GAD, GPD og GPAD. Den sidste kolonne viser antallet af observationer i den givne gruppering, N. Generelt kan det siges, at de numeriske værdier er det bedste sammenligningsgrundlag ved spreads i samme niveau. Det skyldes, at de procentvise parametre kan tage meget ekstreme værdier i tilfælde af overestimering af meget små spread, hvorved der ofte observeres GPD og GPAD med værdier over 300%. Er der til gengæld stor forskel i spread niveauet, kan de numeriske værdier benyttes i mindre grad, idet en afvigelse på 30 bp er mere markant ved et observeret spread på 20 bp end ved et observeret spread på 400 bp. I de følgende vurderinger af de empiriske resultater vil vi anvende både numeriske og procentvise difference værdier.

Gruppering	Modelleret spread (SD)	Observeret spread (SD)	GD (SD)	GAD (SD)	GPD (SD)	GPAD (SD)	N
Panel A: 30/06/2002-31/12/2016 (Hele perioden)							
[0;35]	3.34	28.60	-25.26	27.10	-88%	96%	57
	(11.02)	(15.98)	(18.01)	(15.04)	(41%)	(13%)	
[35;70]	34.78	53.13	-18.35	55.33	-45%	109%	644
	(84.11)	(31.16)	(77.36)	(57.06)	(144%)	(105%)	
[70;170]	124.61	109.73	14.89	97.07	4%	102%	1216
	(198.39)	(94.3)	(160.23)	(128.31)	(149%)	(108%)	
[170;400]	229.04	234.42	-5.38	133.66	9%	82%	259
	(229.02)	(154.69)	(183.82)	(126.03)	(124%)	(93%)	
[400;750]	415.67	411.85	3.83	124.99	2%	34%	16
	(202.08)	(132.43)	(162.86)	(99.37)	(44%)	(28%)	
Total	109.53	107.93	1.60	87.52	-12%	101%	2192
	(159.83)	(108.51)	(125.53)	(98.3)	(116%)	(78%)	
Panel B: 30/06/2002-31/12/2007 (Før-krisen)							
[0;35]	20.73	24.39	-3.67	31.09	-38%	117%	221
	(59.84)	(11.58)	(55.77)	(46.40)	(164%)	(121%)	
[35;70]	62.31	50.50	11.81	64.75	10%	129%	391
	(106.48)	(25.58)	(99.3)	(76.14)	(183%)	(130%)	
[70;170]	145.35	104.27	41.08	119.34	13%	118%	173
	(248.85)	(98.86)	(202.97)	(169.03)	(167%)	(118%)	
[170;400]	276.43	249.88	26.55	190.63	2%	74%	25
	(376.27)	(145.26)	(337.5)	(277.1)	(119%)	(92%)	
[400;750]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Total	75.31	61.01	14.29	71.11	-3%	122%	810
	(164.32)	(70.56)	(134.11)	(114.58)	(174%)	(124%)	
Panel C: 30/06/2008-31/12/2011 (Krisen)							
[0;35]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
[35;70]	13.82	56.14	-42.32	53.29	-75%	97%	40
	(38.58)	(19.30)	(40.99)	(24.6)	(75%)	(42%)	
[70;170]	108.40	109.35	-0.95	101.17	-8%	99%	423
	(187.18)	(64.34)	(169.51)	(135.92)	(137%)	(96%)	
[170;400]	270.39	266.38	4.01	147.45	2%	67%	178
	(238.35)	(145.90)	(193.16)	(124.36)	(89%)	(59%)	
[400;750]	465.71	478.99	-13.29	117.81	1%	29%	14
	(167.95)	(114.93)	(171.66)	(121.28)	(45%)	(34%)	
Total	154.28	156.67	-2.39	111.18	-9%	89%	655
	(216.67)	(127.61)	(171.57)	(130.63)	(123%)	(85%)	

Gruppering	Modelleret spread (SD)	Observeret spread (SD)	GD (SD)	GAD (SD)	GPD (SD)	GPAD (SD)	N
Panel D: 30/06/2012-31/12/2016 (Efter-krisen)							
[0;35]	0.03	28.26	-28.23	28.23	-100%	100%	18
	(0.09)	(4.87)	(4.85)	(4.85)	(0%)	(0%)	
[35;70]	30.04	53.16	-23.13	57.51	-49%	111%	232
	(81.42)	(19.43)	(76.880)	(55.91)	(155%)	(119%)	
[70;170]	82.49	102.24	-19.75	79.05	-28%	84%	325
	(123.16)	(48.19)	(106.48)	(73.9)	(111%)	(77%)	
[170;400]	282.00	246.07	35.93	142.27	22%	70%	146
	(225.54)	(136.71)	(185.28)	(123.49)	(96%)	(70%)	
[400;750]	514.11	422.55	91.56	183.28	14%	47%	6
	(270.41)	(78.29)	(205.89)	(110.19)	(60%)	(34%)	
Total	107.34	116.28	-8.94	84.47	-26%	90%	727
	(171.8)	(103.19)	(121.26)	(87.39)	(126%)	(92%)	

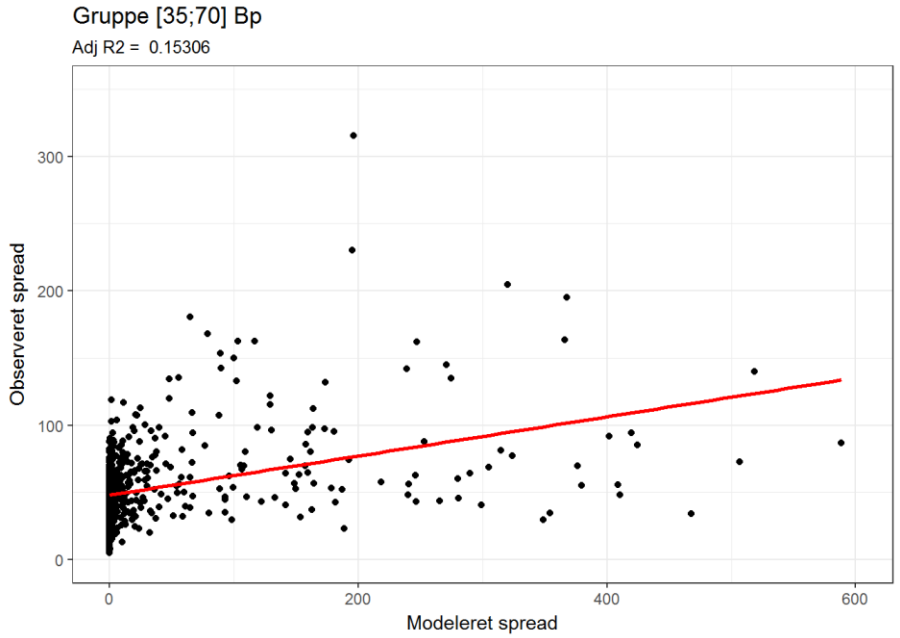
Tabel 7.1: Empiriske studier af den udvidede Merton model, hvor SD angiver standardafvigelse (Output R, Egen tilvirkning)

Ud fra vores resultater ses det tydeligt, at vores forudsigelse af spreads for virksomheder i [0;35] gruppen generelt er for lav. I før-krise perioden rammer den for lavt, men formår dog at producere nogle større spreads og opnår derved en GPD på -38%, og en GD på -3.67 bp. Under krise perioden befinder ingen virksomheder sig i denne gruppering. I efter-krise perioden kan modellen slet ikke producere spreads, det resulterer i et maksimalt spread på 0.36 bp og et gennemsnitligt spread på 0.03 bp. Det giver en GPD på -100%, og modellen har således ingen forklaringsgrad. For hele perioden ses et tilsvarende billede med alt for lave genererede spreads. Det bemærkes dog, at der kun er 57 observationer i alt, hvilket giver en vis usikkerhed omkring tilfældigheden i vores resultater. Det ses tydeligt på vores plot, at næsten samtlige spreads estimeres til nul og modellen har således yderst begrænset forklaringsgrad for virksomhederne i denne gruppe.



Figur 7.1: Gruppe [0;35] bp (Output R, Egen tilvirkning)

Når vi ser på resultaterne for gruppe [35;70] i før-krise perioden er der umiddelbart en rimelig forudsigelighedsgrad, taget i betragtning at den udvidede Merton model er kendt for problemer med relativt sikre virksomheder. Estimeringerne er i gennemsnit 10% for høje og GD er kun 11.81 bp, hvilket er overraskende givet en forventning om underestimering. Der er dog en GPAD på 111%, hvilket vidner om, at når modellen formår at producere spreads højere end nul bliver disse for høje, hvilket også vises af plottet i figur 7.2. Det ses desuden, at der i denne periode i gennemsnit estimeres spreads på 64.75 bp, hvilket tyder på, at der er færre med estimater omkring nul i denne periode sammenlignet med de følgende perioder. Kigger vi på krise perioden rammer denne væsentligt under de observerede spreads med en GPD på -75%, dog er GPAD lidt mindre med 97% i forhold til perioden før. Det bemærkes desuden af vores sample af virksomheder i [35;70] under kriseperioden er begrænset med kun 40 observationer, da de fleste virksomheder har for høje gennemsnitlige spreads til at få denne gruppering. Ser vi på efter-krise perioden forbedres modellens evne til at forudsige spreads. Modellen rammer i gennemsnit 49% under og har en GPAD på 111%. Det følgende plot for hele perioden viser, at modellen generelt producerer flere spreads større end nul, men at der stadig er en begrænset forklaringsgrad med R^2 på kun 0.15.

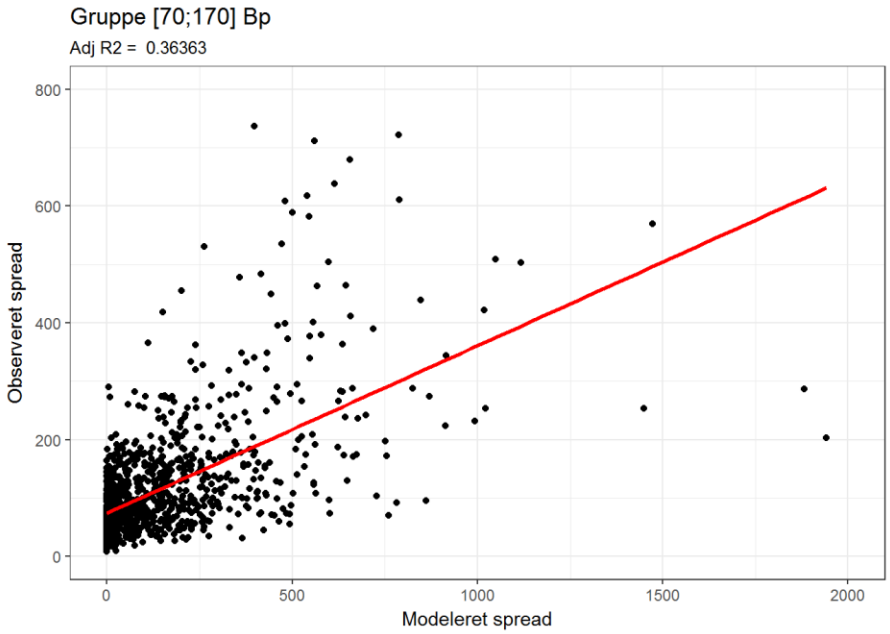


Figur 7.2: Gruppe [35;70] bp (Output R, Egen tilvirkning)

I de første to grupperinger, bestående af relativt sikre virksomheder, kan vi konkludere, at der er tendens til markant underestimering af spreads på vores europæiske data. Dette stemmer overens med resultater fundet Eom et al. (2004) på det amerikanske marked, der også ser markant underestimering ved obligationer med lille risiko.

For virksomheder i gruppe [70;170] er forudsigelsesgraden bedre, og det varier, hvorvidt modellen overestimerer eller underestimerer spreads i de forskellige perioder. I før-krise perioden giver modellen en positiv GD på 41.08 bp og en lav GPD på 13%. Men med en GPAD og standardafvigelse på 118%, tyder det på en stadig begrænset forklaringsevne. Ser vi på krise perioden bliver den systematiske afvigelse negativ med GPD på 8%, imens den absolutte falder til en GPAD på 99%. I perioden efter krisen forbedres den absolutte forudsigelse med GAD på 79.05 bp mod 101.17 bp under krisen. Der opnås GPAD på 84% med en relativ lavere standardafvigelse på 77% mod 96% i krisen. Dette giver mindre risiko for ekstreme forskelle imellem modellerede og observerede spreads, hvilket styrker forudsigelserne i denne gruppering. Derudover er den systematiske difference lidt lavere med GPD på -28%. For at summere, efter-krise perioden rammer generelt bedre end de andre perioder, men der er større grad af underestimering af spreads. Betragtes [70;170] gruppen for hele perioden, er der markante forbedringer sammenlignet med de første to grupperinger. Vi ser en lille systematisk afvigelse med GPD

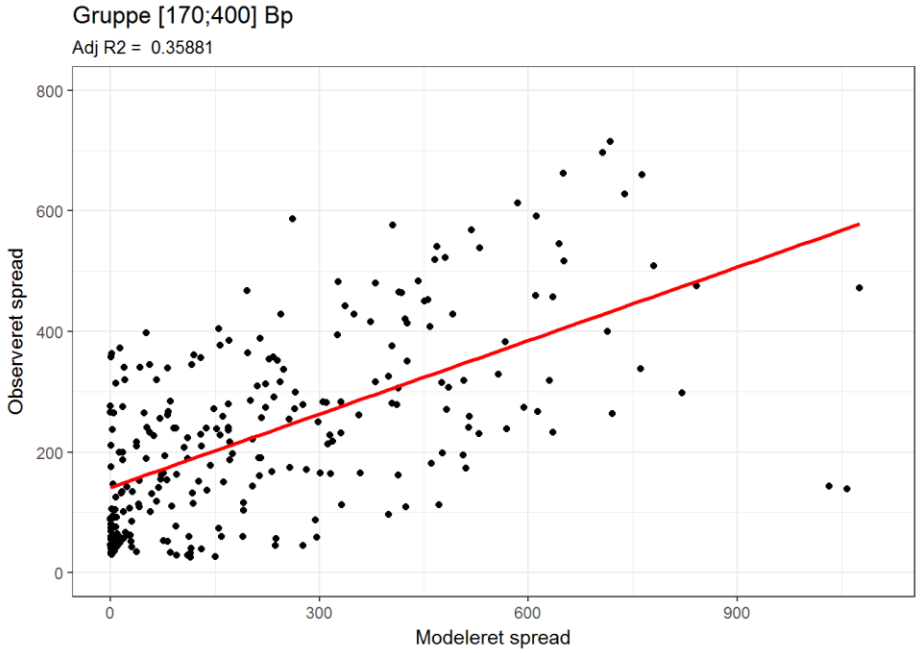
på 4% og GD på 14.89, og det ses, at GPAD er mindre med 102%. Når vi kigger på det nedenstående plot, ser vi en bedre sammenhæng imellem de modellerede og observerede spreads med en R^2 værdi på 0.36.



Figur 7.3: Gruppe [70;170] bp (Output R, Egen tilvirkning)

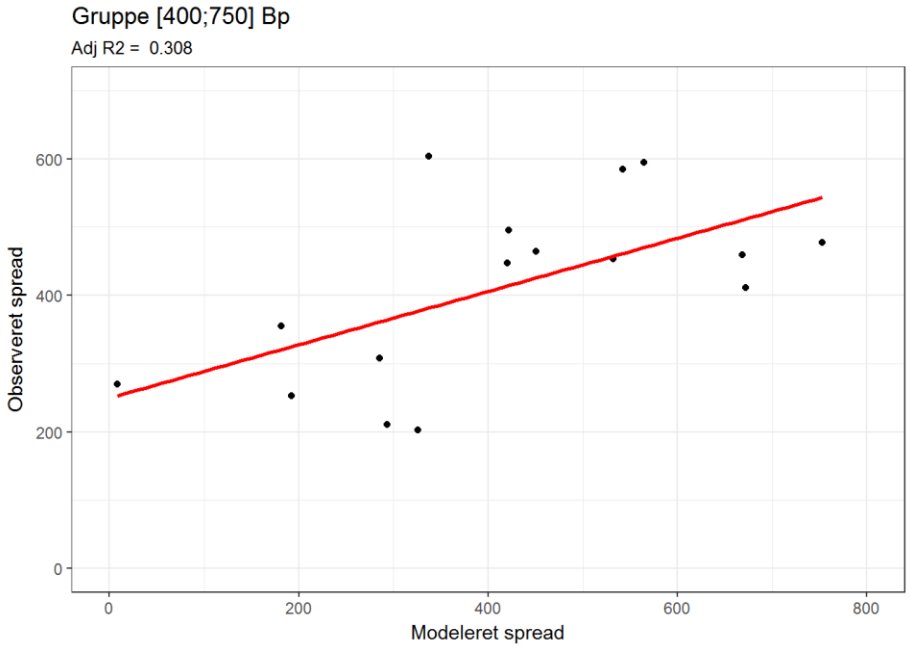
Virksomhederne i gruppen [170;400] i før-krise perioden har næsten ingen systematisk difference med en GPD på 2% og GD på 26.55. Der ses desuden en forbedring i GPAD med en værdi på 74% sammenlignet med en GAPD for alle grupperne for denne periode på 122%. Antallet af observationer er kun 25, hvorfor sample er så lille at brugen af information muligvis siger mere om netop de tre virksomhederne, som er i denne gruppe end om den generelle estimationsevne for virksomheder med spreads i dette niveau. Kigger vi på resultater fra krise perioden, har vi væsentligt flere observationer, og også bedre resultater end vi har set for nogle af de mere sikre grupperinger. Vi har her en GPD på 2% ligesom i før-krise perioden, og ydermere en GAPD på 67%, og standardafvigelser på henholdsvis 89% og 59%. De lavere standardafvigelser gør, at der er begrænset risiko for at få ekstreme differencer. Vores model har bedre forudsigelse for mere usikre virksomheder i forhold til sikre virksomheder, hvilket stemmer overens med vores forventninger. Ser vi på efter-krise perioden har vi nu systematisk overestimation med GPD på 22% og GPAD på 70%, samt standardafvigelser på 96% og 70%, hvilket er en forværring sammenlignet med krise perioden. Kigger vi på hele perioden ses forbedrede tendenser,

nemlig lav GPD på 9%, dog en smule højere end [70;170] gruppen på 4%. Til gengæld er GPAD nu 82% sammenlignet med 102% for [70;170] gruppen. Når vi ser på nedenstående plot ses en mindre forværring af R^2 sammenlignet med [70;170] gruppen, hvilket i høj grad skyldes, at der stadigvæk bliver estimeret værdier tæt på nul, der i denne gruppe giver større differencer.



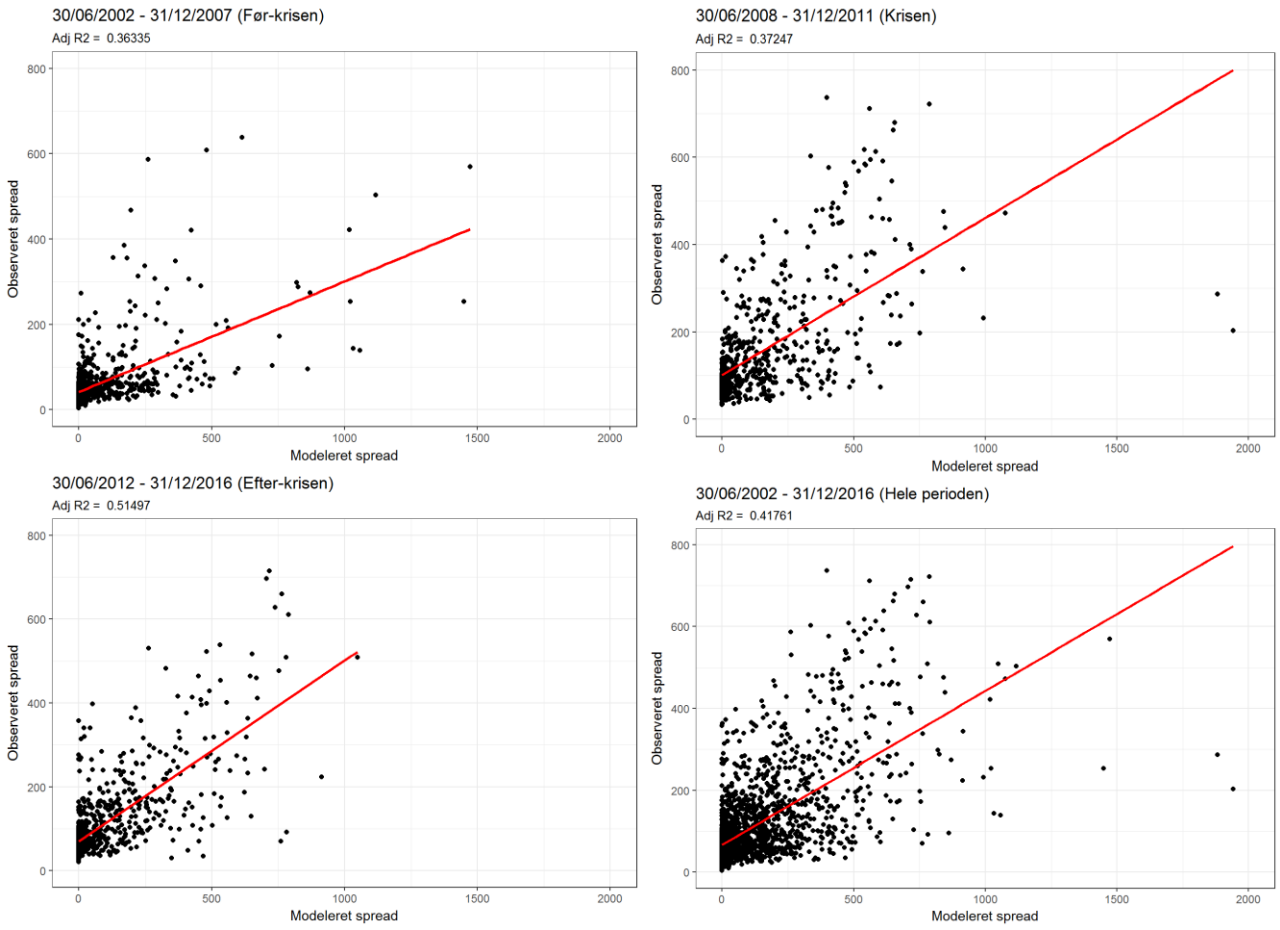
Figur 7.4: Gruppe [170;400] bp (Output R, Egen tilvirkning)

Der er ingen virksomheder i før-krise perioden, der har gennemsnitlige spreads over 400 bp. Under krisen er der 14 observationer, og det er derfor begrænset hvor meget information, der er heri. Vi ser en evne til at forudse spreads, der ligner [170;400] gruppen, men med endnu mindre GPAD på 29% og mindre standardafvigelse på henholdsvis 45% for GPD og 34% for GPAD. Når vi ser på efter-krise perioden har vi kun 6 observationer og med forværrede resultater sammenlignet med krise perioden. Her ses en GPD på 14% og GPAD på 47% og standardafvigelser på 60% og 34%, hvilket højst sandsynligt skyldes antallet af observationer. Når vi ser på nedenstående plot, kan vi se at [400;750] gruppen har mindre problemer med estimeringer tæt på nul, men alligevel en forværret R^2 værdi på 0.31. Dette skyldes sandsynligvis, at modellen har svært ved at ramme de meget høje observerede spreads.



Figur 7.5: Gruppe [400;750] bp (Output R, Egen tilvirkning)

Kigger vi på totalerne i de forskellige perioder, kan vi se, at krise perioden har den bedste forklaringsgrad givet de estimerede afvigelser. Krise perioden har GPD på -9% og GPAD på 89%, imod GPD på -3% og GPAD på 122% i før-krise perioden, og GPD -26% og GPAD på 90% i efter-krise perioden. Sammenlignet med krise perioden har perioden før krisen mindre præcision, men mindre gennemsnitlig afvigelse. Derimod har efter-krise perioden nogenlunde samme forudsigelighed, men større systematisk underestimation. Iagttager vi de nedenstående plots for de forskellige perioder, fremgår det, at modellen har bedst forklaringsgrad for efter-krise perioden med R^2 på 0.51. Størrelsen af R^2 er betydeligt højere i efter-krise perioden sammenlignet med krise perioden, imens at forskellen imellem disse perioder er mindre ved de procentmæssige differencer. Vi kan således slutte, at modellen rammer bedst i efter-krisen perioden. Dette skyldes et højere spread niveau end i før-krise perioden, hvilket passer bedre til modellen. Sammenlignet med krise perioden er der desuden færre observationer med ekstreme værdier for vores input variable, som vores model har svært ved at fortolke,



Figur 7.6: Illustrationer af de tre undersøgte perioder og hele perioden (Output R, Egen tilvirkning)

Betragtes alle grupper i hele perioden ses, at modellen i gennemsnit rammer tæt på det korrekte niveau med GD på 1.60 og GPD på -12%. Endvidere har modellen en GAD på 87.52, og en forklaringsgrad på 0.42. Det vil sige, at modellen har nogen forklaringsgrad for de observerede spreads, men størstedelen af spreadet ikke kan forklares af modellen.

7.1 Delkonklusion

Vi kan af vores modellerede spreads se, at modellen har lav forklaringsgrad for virksomhederne i grupperne [0;35] og [35;70]. Der er en bedre forklaringsgrad for de resterende grupper, men med tilpas lav præcision til, at modellen kan siges at have begrænset evne til at estimere observerede spreads. Vores resultater på europæisk data er i overensstemmelse med de resultater, der er fundet i tidligere studier på det amerikanske marked af Eom et al. (2004). De finder en stærk underestimering ved lave spreads og

en bedre, men stadig begrænset forklaringsgrad for højere spreads. I før-krise perioden er der generelt lavere spreads, og modellen har flere observationer den estimerer til nul, hvilket giver en forværring af forklaringsgraden. I krise perioden forbedres modellen, da der er stigende spreads, men i denne periode findes også flere ekstreme værdier for input variable, hvor modellen har svært ved at lave korrekte estimater. I efter-krise perioden har modellen størst forklaringsgrad i et økonomisk miljø med gennemsnitligt højere spreads end før krise perioden, men med færre ekstreme værdier for vores input variable.

8 Følsomhedsanalyse

Vores empiriske resultater er nu præsenteret, og det er derfor nærtliggende at stille spørgsmålstegn ved robustheden af modellen. Vi vil derfor i det følgende afsnit foretage en følsomhedsanalyse af de eksogent bestemte variable for at se, hvor stor en betydning disse har for modellens resultater.

Vi har tre input variable, som er bestemt eksogent i modellen, og hvor samme værdi er benyttet for alle virksomheder, nemlig recovery rate, konkursgrænsen og payout ratio. Vi vil starte med følsomhedsanalysen for recovery rate, som er præsenteret herunder,

Recovery rate	R^2	Modelleret spread	Observeret spread	GD	GAD	GDP	GAPD
0.28	0.43	126.32	107.93	18.39	97.61	1%	111%
0.33	0.42	117.69	107.93	9.76	92.06	-6%	106%
0.38	0.42	109.53	107.93	1.60	87.52	-12%	101%
0.43	0.41	101.89	107.93	-6.04	84.06	-19%	97%
0.48	0.40	94.81	107.93	-13.12	81.39	-25%	94%
0.53	0.39	88.35	107.93	-19.58	79.60	-30%	92%
0.58	0.38	82.57	107.93	-25.35	78.54	-35%	90%
0.63	0.37	77.53	107.93	-30.39	78.18	-40%	88%

Tabel 8.1: Følsomhedsanalyse for recovery rate (Output Excel, Egen tilvirkning)

Betragter vi tabellen, kan det ses, at modellen ikke er følsom overfor mindre ændringer, hvilket stemmer overens med Hulls (2012) teoretiske fortolkning, om begrænset afhængighed af recovery rates for CDS spreads. Vi ser dog, at forklaringsgraden falder og niveauet for estimeringerne bliver for lavt ved større stigninger. Dette er interessant, idet Eom et al. (2004) benytter en recovery på 51.3%, hvor vores model vil have en mere begrænset forklaringsgrad. Dog må det generelt siges, at følsomheden for recovery rate er begrænset.

Konkursgrænsen bliver fastsat som en grænseværdi, der er en bestemt andel af den totale gæld i virksomheden. Spørgsmålet er således, hvor langt under hovedstolen af gælden værdien af virksomhedens aktiver skal være, før det vil føre til en konkurs. Der er ikke sikkerhed omkring denne værdi, hvorfor vi vil teste følsomheden nedenfor,

Konkursgrænse	R^2	Modelleret spread	Observeret spread	GD	GAD	GDP	GAPD
67%	0.32	59.57	107.93	-48.36	82.75	-57%	89%
72%	0.35	70.35	107.93	-37.58	81.30	-48%	89%
77%	0.38	82.28	107.93	-25.65	81.31	-38%	91%
82%	0.40	95.35	107.93	-12.58	83.43	-26%	96%
87%	0.42	109.53	107.93	1.60	87.52	-12%	101%
92%	0.43	124.77	107.93	16.85	94.13	2%	109%
97%	0.44	141.02	107.93	33.09	103.05	19%	119%
100%	0.44	151.22	107.93	43.29	109.36	29%	125%

Tabel 8.2: Følsomhedsanalyse for konkursgrænse (Output Excel, Egen tilvirkning)

Det ses tydeligt, at modellen er mere følsom overfor konkursgrænsen end for recovery rate. Særligt ved faldende konkursgrænse ses en faldende forklaringsgrad og hurtigt en tendens til underestimering. Således skal denne fastsættes med større forsigtighed.

Sidst vil vi se på følsomheden for payout ratio. Denne er bestemt som et gennemsnit af en delmængde af data, og usikkerheden omkring denne er derfor relativ stor. Hvis vi havde haft den nødvendig data for alle observationer, ville der have været større sikkerhed om dennes værdi. Givet usikkerheden af payout ratio er det relevant at foretage en følsomhedsanalyse, hvilket fremgår nedenfor,

Payout ratio	R^2	Modelleret spread	Observeret spread	GD	GAD	GDP	GAPD
2.7%	0.40	91.37	107.93	-16.56	82.31	-29%	94%
3.2%	0.40	97.07	107.93	-10.85	83.67	-24%	96%
3.7%	0.41	103.12	107.93	-4.80	85.37	-18%	98%
4.2%	0.42	109.53	107.93	1.60	87.52	-12%	101%
4.7%	0.42	116.31	107.93	8.38	90.25	-6%	105%
5.2%	0.43	123.48	107.93	15.56	93.63	1%	108%
5.7%	0.43	131.06	107.93	23.13	97.60	8%	113%
6.2%	0.44	139.06	107.93	31.13	102.17	16%	117%

Tabel 8.3: Følsomhedsanalyse for payout ratio (Output Excel, Egen tilvirkning)

Vi ser af ovenstående tabel, at vores model i begrænset grad er følsom overfor ændringer i payout ratioen. Ved ændringer på et procentpoint i begge retning vil modellen stadig opretholde en høj R^2 værdi og have

rimelige resultater med hensyn til både niveau og præcision, selvom der ved faldende værdi er tendens til underestimering. Af dette kan sluttes, at vores model ikke er følsom overfor mindre ændringer i vores payout ratio.

8.1 Delkonklusion

Det kan af ovenstående konkluderes, at vores model er mest følsom overfor ændringer i konkursgrænsen, idet de eksogene variable betragtes. Desuden er modellen begrænset følsom overfor ændringer i de tre undersøgte input variable. Modellen er således forholdsvis robust med begrænset ændring i forklaringsgrad indtil større ændringer i eksogene input variable.

9 Kritik af den udvidede Merton model

Som det fremgår af kapitel 7 har den udvidede Merton model manglende præcision i sine estimater. Vi vil i dette afsnit se nærmere på nogle af årsagerne til den manglende præcision. Først vil vi se på, hvilke praktiske problemer modellen har gennem analyse af vores empiri, og derefter se på hvilke antagelser eller praktisk opbygning af modellen, der endvidere giver modellen problemer.

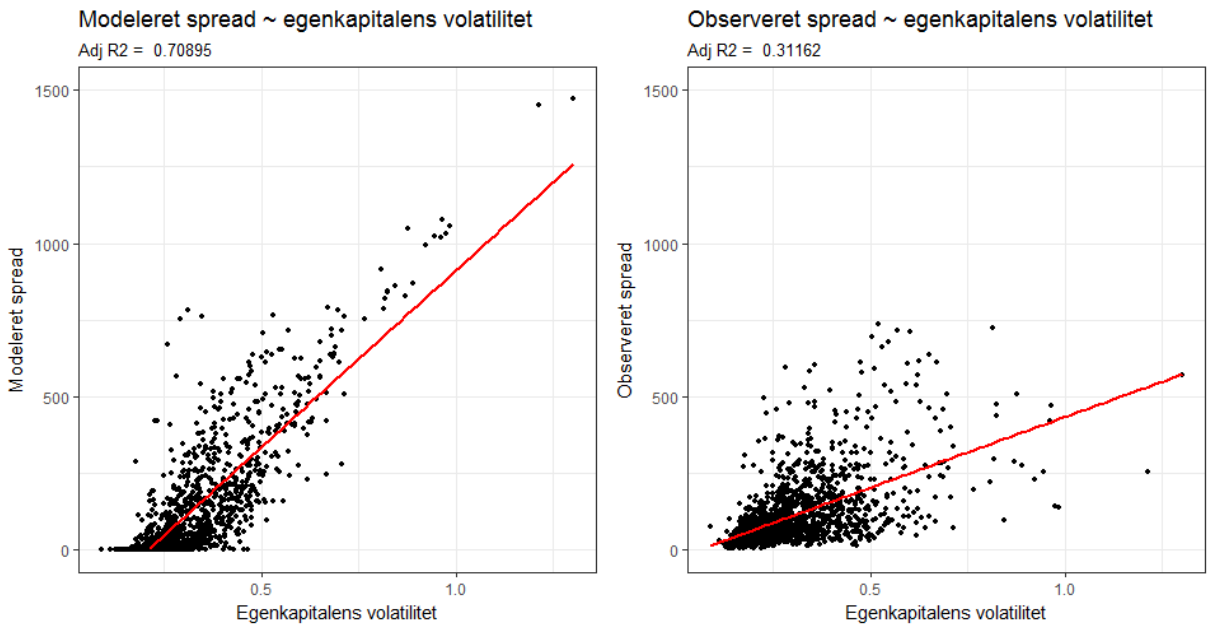
9.1.1 Konkurssandsynligheder

En af de største problemstillinger i den udvidede Merton model er, at den ved tilpas sikre virksomheder estimerer konkurssandsynligheder meget tæt på nul og dermed spreads meget tæt på nul. Ser vi på vores data har 46.7% en estimeret konkurssandsynlighed på 1% eller mindre. Dette betyder, at tæt på halvdelen af vores modellerede spreads ligger utrolig tæt på nul. I denne gruppe er det højeste estimerede spread kun 12 bp, imens det gennemsnitlige observerede spread i samme gruppe er 57 bp, og det højeste observerede er 364 bp. Det fremgår således, at modellen undervurdere spreads for relativt sikre virksomheder. Problemstillingen ved dette er, at de faktiske konkurssandsynligheder sjældent er så små, som modellen estimerer (Feldhütter og Schaefer, 2016). Der er flere årsager til, at dette problem opstår. Den vigtigste årsag til problemet er de grundlæggende antagelse i Merton omkring, at værdien af virksomhedens aktiver følger en geometrisk brown bevægelse. Har en virksomhed tilpas høj værdi af aktiver i forhold til konkursgrænsen og ikke tilpas høj volatilitet, vil den estimerede konkurssandsynlighed givet den udvidede Merton model få uforholdsmæssig lav værdi. Dette bunder i, at jumps ikke er tilladt i modellen, og således er ekstreme udsving ikke mulige ifølge modellen, selvom disse kan forekomme i praksis. Problemet kan tydeligt ses i alle vores opdelte gruppereringer, men det er mest udbredt i spread grupperne [0;35] og [35;70], hvor store dele af de estimerede spreads har værdier omkring nul. Problemet om meget lave estimerede konkurssandsynligheder kan eksempelvis løses ved brug af empiriske konkurssandsynligheder i stedet, hvilket blandt andet gøres af Feldhütter og Schaefer (2016), som beskrevet i afsnit 2.4.

9.1.2 Egenkapitalens volatilitet

Analyseres den udvidede Merton model fremgår det hurtigt, at den største drivkraft til generering af spreads er egenkapitalens volatilitet, som observeres i markedet. Hvis den udvidede Merton model skal have høj forklaringsgrad må egenkapitalens volatilitet have stor forklaringsgrad for de observerede

spreads. Nedenfor er illustreret sammenhængen mellem egenkapitalens volatilitet og henholdsvis de modellerede og observerede spreads,



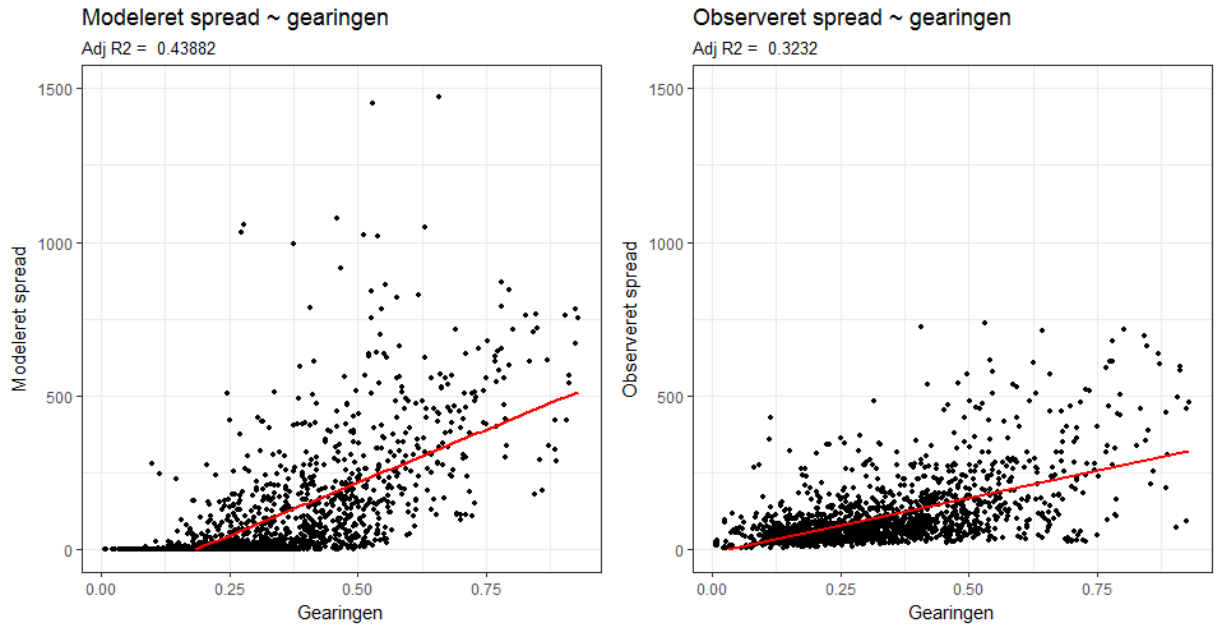
Figur 9.1: Illustrationer af sammenhængen mellem egenkapitalens volatilitet og de modellerede og observerede spreads (Output R, Egen tilvirkning)

Af figur 9.1 kan vi se, at egenkapitalens volatilitet har stor forklaringsgrad for de modellerede spreads, og at figuren viser en stærkt stigende trend. På samme figur fremgår, at forklaringsgraden af egenkapitalens volatilitet overfor de observerede spreads er langt lavere, og at figuren viser en fladere trend. Dette fortæller os således, at den udvidede Merton alt andet lige vil overestimere spreads for virksomheder med høj volatilitet af egenkapitalen og underestimere spreads for virksomheder med lav volatilitet af egenkapitalen. Vi vil derfor senere i vores regressionsmodel tage højde for denne systematiske fejlestimation vedrørende egenkapitalens volatilitet for at opnå den bedst mulige endelige model.

9.1.3 Gearing

Vi vil nu se på sammenhængen imellem gearing og henholdsvis modellerede og observerede spreads. Når vi iagttager figur 9.2, kan vi se, at forklaringsgraden af gearing overfor de modellerede spreads er højere end overfor de observerede spreads. Vi har samme situation som ved egenkapitalens volatilitet, hvor der estimeres højere spreads ved højere værdier af gearing end de observerede spreads. Desuden

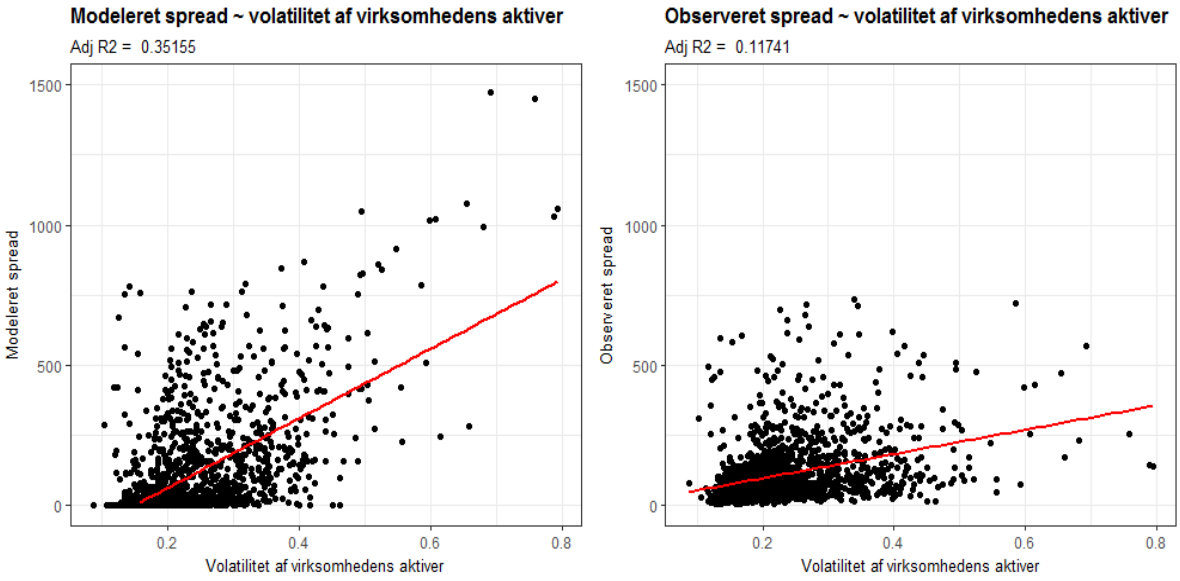
kan vi se, at de modellerede spreads ligger i et niveau omkring nul indtil gearingen får en værdi højere end 0.2. Dette er ikke tilfældet for de observerede spreads, som selv ved lave værdier af gearing ligger på et højere niveau.



Figur 9.2: Illustrationer af sammenhængen mellem gearing og de modellerede og observerede spreads (Output R, Egen tilvirkning)

9.1.4 Volatiliteten af virksomhedens aktiver

I relation til de to ovenstående problemstillinger, er det ikke overraskende, at der også er problemer med forklaringsgraden af volatilitet af virksomhedens aktiver overfor det observerede spread. Figur 9.3 viser sammenhængen imellem volatilitet af virksomhedens aktiver og henholdsvis det modellerede og observerede spread. I estimationen af aktivernes volatilitet i kapitel 6 fandt vi den metode, der gav bedst sammenhæng imellem det modellerede og observerede spread. Den manglende sammenhæng mellem volatiliteten af virksomhedens aktiver og det observerede spread skyldes derfor med høj sandsynlighed den manglende sammenhæng mellem det observerede spread og henholdsvis egenkapitalens volatilitet og gearing. Problemet ligger således ikke i estimationsmetoden.



Figur 9.3: Illustrationer af sammenhængen mellem volatiliteten af virksomhedens aktiver og de modellerede og observerede spreads (Output R, Egen tilvirkning)

Vi kan se, at det modellerede spread i langt højere grad er forklaret af volatiliteten af aktiverne ligesom, at trenden er markant mere stigende. Dette er i overensstemmelse med fund af Eom et al. (2004), om at modellen er utrolig afhængig af volatilitet af virksomhedens aktiver til estimering af spreads sammenlignet med praksis.

9.1.5 Teoretiske problemstillinger

Ud over de empiriske problemstillinger i den udvidede Merton model har den også nogle generelle teoretiske problemstillinger, som kan være medvirkende til den begrænsede forklaringsevne. Først kan nævnes, at den udvidede Merton model har det problem, at den antager, at der først kan forekomme konkurs ved udløb. Dette til trods for, at konkurs kan forekomme på alle tidspunkter i perioden. Muligheden for konkurs inden udløb vil øge den estimerede konkursrisiko og således resultere i højere spreads, end dem vi har estimeret. Antagelsen svækkes blandt andet af Black og Cox, og Longstaff og Schwartz, som beskrevet i afsnit 2.4. Den udvidede Merton model antager desuden, at der er én type homogen gæld. Denne antagelse svækkes også af Black og Cox, der tillader prioritetsfordeling af værdien af virksomhedens aktiver mellem gældsejerne ved konkurs.

Endnu en teoretisk problemstilling er, at den udvidede Merton model ikke tillader løbende justering af kapitalstrukturen. Det vil sige, at modellen ikke tillader, at virksomheden løbende ændrer dennes gæld i

forhold til værdien af virksomhedens aktiver. Dette vil man som oftest se i praksis, da mange virksomheder har en målsætning omkring deres kapitalstruktur. Collin-Dufresne og Goldstein implementerer muligheden for ændring af kapitalstruktur ved, at virksomhedens kapitalstruktur vil bevæge sig mod et gennemsnitsniveau, som beskrevet i afsnit 2.4.

Et andet problem ved den udvidede Merton model ligger i grundlaget for denne, nemlig antagelsen om at værdien af virksomhedens aktiver kan handles på markedet. Antagelsen om dette ligger i, at den udvidede Merton model er opbygget omkring Black-Scholes arbitrageargument, hvor man kan købe og sælge det underliggende aktiv. I den udvidede Merton model er det underliggende aktiv værdien af virksomhedens aktiver. Værdien af virksomhedens aktiver kan ikke handles direkte på markedet og kan således ikke bruges i en arbitrage portefølje i praksis. Det betyder, at arbitrageargumentet, der ligger til grund for modellen, ikke er opfyldt (Lando, 2004). Der er desuden en række andre antagelser i den udvidede Merton model, som ikke er gældende i praksis, og i høj grad vil have påvirkning på ovennævnte arbitrageargument. Først kan nævnes skatte- og transaktionsomkostninger, der antages at være nul, men i praksis kan have påvirkning på spreadet. Desuden antager modellen, at investorer har samme ind- og udlånsrente, hvilket i praksis ikke er tilfældet. Dette gør igen arbitrageargumentet svagere, og dermed prisfastsættelse ud fra dette argument mindre præcis.

Der vil i vurdering af kreditrisiko ofte indgå en række kvalitative vurderinger, som ikke er implementeret i modellen. Sådanne kvalitative inputs kan blandt andet inkorporeres via scorecards. Sidst kan det nævnes, at der en række input variable, såsom inputs fra resultatopgørelsen og inputs, der beskriver markedssituationen, som ikke indgår i den udvidede Merton model, men som i høj grad kan have en forklaringsevne. Disse input variable vil vi forsøge at identificere og implementere i den efterfølgende regressionsanalyse.

9.1.6 Delkonklusion

Det fremgår tydeligt, at den udvidede Merton model har en række systematiske årsager til fejl, som vil kunne udbedres på forskellig vis. Desuden er en række antagelser i modellen tvivlsomme, hvorfor det må forventes, at modellen kan forbedres yderligere. Det er tydeligt, at der i høj grad sker underestimering af konkurssandsynligheder for sikre virksomheder, og at de modellerede spreads i al for høj grad er afhængige af egenkapitalens volatilitet. Endvidere fandt vi, at de observerede spreads kun i lille grad

afhænger af volatiliteten af virksomhedens aktiver. Det argumenterer for, at der må være andre faktorer, der ikke indgår i den udvidede Merton model, der bedre kan forklare det observerede spread. Vi vil undersøge disse faktorer i de følgende afsnit.

10 Regressionsanalyse

Vi har nu opstillet den udvidede Merton model samt foretaget diverse robusthedstest for inputs til modellen. Som det ses af ovenstående resultater, er der stadig store fejlestimeringer i modellen, der ikke umiddelbart kan løses ved justering af inputs. Vi vil derfor i det følgende afsnit se nærmere på årsagerne til disse fejlestimeringer og opstille en regressionsmodel. Regressionsmodellen skal beskrive forskellen mellem de estimerede spreads fra den udvidede Merton model og de observerede spreads, defineret som differencen. Dette således, at vores udvidede Merton model i samspil med en regressionsmodel kan give en forbedret estimation af spreadet.

10.1 Valg af input variable til regressionsmodel

Som nævnt ovenfor vil vi opstille en regressionsmodel til at beskrive og dermed kunne korrigere for differencen mellem det estimerede spread fra den udvidede Merton model og det observerede spread. Inden dette kan gøres, skal det bestemmes hvilke input variable fra modellen, der systematisk er årsag til fejlestimering. Desuden skal det bestemmes hvilke input variable, der ikke er inkluderet i modellen, men kan have forklaringsgrad for det observerede spread. Vi vil i dette afsnit foretage en økonomisk analyse af diverse input variable, hvorefter vi vil teste dem i forbindelse med en regressionsmodel i de følgende afsnit.

Vi kan opdele de variable, der indgår i den udvidede Merton model og kan give systematiske fejl i vores model i fire kategorier. Den første er målingen af gældsandel og kapitalstruktur. Den anden er variable, der relaterer sig til værdien af virksomhedens aktiver og estimering af denne, hvor den tredje omhandler volatiliteten af virksomhedens aktiver. Disse blev allerede testet i kapitel 6, inden vi præsenterede resultaterne for den udvidede Merton model, hvorfor der er mindre sandsynlighed for, at dette er kilde til fejl. Sidst kan estimering af recovery rates være årsag til fejlestimering (Eom et al., 2004). De fire nævnte mulige fejlkilder omhandler inputs til modellen, som muligvis ikke har den korrekte påvirkning i modellen eller har behov for bedre specifikation, end det er tilfældet i modellen. Ud over de input variable, der har direkte indflydelse på modellen, vil vi også teste input variable, som ikke relatere sig til eller indgår i modellen. I det følgende vil vi gennemgå samtlige variable, vi vurderer kan være relevante for forklaring af differencen imellem vores modellerede spread og observerede spread. Vi vil kort beskrive, hvordan input variablene påvirker kreditrisikoen og dermed CDS spreadet.

Vi har tidligere i opgaven præsenteret data til brug i vores udvidede Merton model, men vil i det følgende sammen med valget af diverse variable beskrive indsamlingen af data til brug i vores regression. Vi beskriver dog kun, hvis det er relevant at gennemgå, hvorfor udvælgelse af helt almindelige regnskabsdata ikke vil blive beskrevet. Alt data er hentet fra Bloomberg og for samme periode, som vi har resultater fra den udvidede Merton model.

Virksomhedens økonomiske sundhed

I vores Merton model er virksomhedens økonomiske sundhed ikke direkte inkluderet, hvorfor denne information muligvis kan forbedre vores estimation. Vi vil benytte egenkapitalafkast som proxy herfor. Vi vil forvente, at højt egenkapitalafkast alt andet lige vil betyde, at der er tale om en sundere virksomhed og dermed give et lavere spread, idet der vil være lavere konkursrisiko i en sund virksomhed. For at bestemme egenkapitalafkastet har vi hentet et ”Total return index”, hvor der er korrigeret for dividender, således at det historiske afkast bedst muligt kan afspejle forventninger til fremtiden. Ud fra indekset bestemmes det årlige afkast ud fra en ln funktion.

I den udvidede Merton model er der ingen fokus på resultatopgørelsen for virksomheden. Der kan argumenteres for at virksomheders ultimative eksistensgrundlag er koblet med aktivernes indtjeningsevne, hvilket også beskriver virksomhedens økonomiske sundhed. Det giver således mening af teste indtjeningsevne, når det ses på kreditrisiko (Altman, 1968). Vi vil derfor teste EBITDA over totale aktiver, dette for at se om en højere relativ indtjeningsevne vil føre til lavere spreads. Denne inputvariabel er en omformning af Altmans inputvariabel, som er givet ved EBIT over totale aktiver (Altman, 1968). Vi har valgt EBITDA frem for EBIT, da denne i mindre grad påvirkes af forskelle i regnskabspraksis (Plenborg, 2012).

Virksomhedens omsætningshastighed

I relation til ovenstående vil vi ligeledes teste virksomhedens omsætningshastighed, det vil sige omsætning over totale aktiver. Denne vil fortælle noget om virksomhedens evne til at generere omsætning og derfor fortælle, om dette har betydning for kreditrisikoen for virksomheden. Altman finder denne sammen med EBITDA over totale aktiver særdeles signifikant ved bestemmelse af konkursrisiko og finder, at virksomhedens omsætningshastighed ikke har stor forklaringsgrad i sig selv, men har i

samspil mod indtjeningsevnen (Altman, 1968). Vi vil forvente en negativ påvirkning af spreadet ved stigende omsætningshastighed.

Den økonomiske situation på markedet

Relationen mellem den generelle økonomiske situation og CDS spread forventes at være negativ. Det skyldes først og fremmest, at der er større sandsynlighed for lavere recovery rate under en recession. Desuden vil der være generel større usikkerhed på markedet samt større konkursrisici, hvilket vil øge spreadet. Endvidere så vi i vores periodeopdeling, at der var forskel på både størrelsen af spreads samt præcisionen for modellen, hvilket den økonomiske situation muligvis kan hjælpe med at forklare. Som mål for den generelle økonomiske situation benytter, vi et afkast for aktiemarkedet. Markedsafkastet bestemmes på samme måde, som egenkapitalafkast, nemlig gennem et ”Total return index”. Som proxy for vores marked har vi valgt at benytte S&P Europe 350, da denne indeholder de større europæiske virksomheder, hvilket er det marked, vores virksomheder befinder sig i.

I tillæg til ovenstående vil vi benytte en dummy for den finansielle krise, som tager værdien 1 under krisen. Vi så i afsnit 5.3, at der i krise perioden generelt var højere spreads, men også højere volatilitet på virksomhedens aktiver og et højere gennemsnitligt gearingsniveau. Vi vurderer, at stigningen i input variablene ikke kan fange den fulde effekt af krisen. Det skyldes den større generelle usikkerhed og volatilitet på markedet, som kan ses på VIX indekset i afsnit 5.2. Denne vil have et ekstra bidrag til spreadet, som ikke beskrives af markedsafkastet eller ændringer i de virksomhedsspecifikke inputvariable.

Illikviditet på markedet

Relationen mellem CDS’ernes illikviditet og spread forventes at være negativ, det vil sige desto mere illikvide CDS’erne er desto højere vil spreadet være. Dette skyldes, at der ved lav likviditet vil blive pålagt en likviditetspræmie. Illikviditeten angives som forskellen mellem bid og ask prisen på CDS, hvorfor en høj værdi vil være ensbetydende med lav likviditet. Der er derfor positiv relationen imellem CDS spread og målet af for illikviditet, da større værdi angiver lavere likviditet. Det bemærkes, at denne input variabel ikke beskriver kreditrisiko. Vi vælger dog stadig at medtage denne, både for at undgå omitted variable bias og for at opnå en muligt øget forklaringsgrad i vores model.

Virksomhedens størrelse

Vi tester, om fejlestimeringer kan forklares af størrelsen af virksomhederne på trods af, at Eom et al. (2004) ikke finder denne input variabel signifikant. Forventningen vil være, at der vil være større risiko ved mindre virksomheder og således negativ korrelation mellem størrelse og CDS spread. Desuden kan størrelsen af virksomheden være korreleret med andre faktorer, der kan have forklaringsgrad. Vi benytter værdien af virksomhedens aktiver, som den bestemmende værdi for størrelsen af virksomheden.

Recovery rate

Da vi har valgt at have en fastsat recovery rate for samtlige virksomheder i vores sample, kan dette være årsag til fejlestimation af spreads. Vi medtager derfor i vores regression proxies for recovery rate. Den første proxy vi benytter er størrelsen af anlægsaktiver, hvilket i modellen benyttes relativt til værdien af virksomhedens aktiver. En højere værdi af anlægsaktiver vil alt andet lige give en højere recovery rate, hvilket vil medføre et lavere spread. Vi vil derfor forvente, at der vil være en negativ sammenhæng mellem anlægsaktiver over værdien af virksomhedens aktiver og CDS spreadet. Endvidere benytter vi anlægsinvesteringer relativt til værdien af aktiverne, da denne kan fortælle noget om forventet recovery rate, da lavere kapitalinvestering ofte vil betyde lavere vækstmuligheder, men også højere recovery rates (Eom et al., 2004).

På Bloomberg hentes ”Property, plant and equipment”, der repræsenterer anlægsaktiverne, for alle virksomheder for hvert halvår og divideres med vores beregnede værdi af virksomhedens aktiver for at finde andelen. For at finde anlægsinvesteringerne henter vi data for investeringer per halvår og beregner herfra de samlede investeringer for de sidste 12 måneder, hvilket divideres med værdien af virksomhedens aktiver for at få vores nøgletal.

Likviditet i virksomheden

Current ratio er givet ved kortsigtede aktiver over kortsigtede passiver og giver således en indikation for virksomhedens likviditetssituation. Hvorvidt den kommer til at have forklaringsgrad kan diskuteres, idet vi kigger på CDS’er med en femårig løbetid. Virksomhedens kortsigtede likviditet kan dog have påvirkning på konkursrisikoen, hvorfor vi tester om den er signifikant. Det forventes at en forøgelse i likviditeten vil medføre lavere spreads.

Inputs fra den udvidede Merton model

Vi vil i tillæg til de ovenstående parametre teste om virksomhedens gearing, egenkapitalens volatilitet, volatiliteten af virksomhedens aktiver og den risikofrie rente har yderligere forklaringsgrad end, hvad der fanges af den udvidede Merton model. Ved at foretage denne test kan vi se, om disse parametre er årsag til enten over eller underestimering af spreads.

Vi så i vores kritik af den udvidede Merton model, at modellen tillagde for meget vægt på egenkapitalens volatilitet og gearingen. Det vil i vores model give positivt fortegn til begge, idet de således er skyld i overestimering. Vores forventning er derfor, at disse koefficienter vil være positive, hvilket medfører en negativ korrektion af spreadet i vores Merton model.

Den risikofri rente indgår som element i vores udvidede Merton model. Vi ser ikke umiddelbart nogen økonomisk sammenhæng mellem den risiko frie rente og vores difference, men vælger at teste den, idet den ændrer sig over perioderne og derfor muligvis kan have en påvirkning.

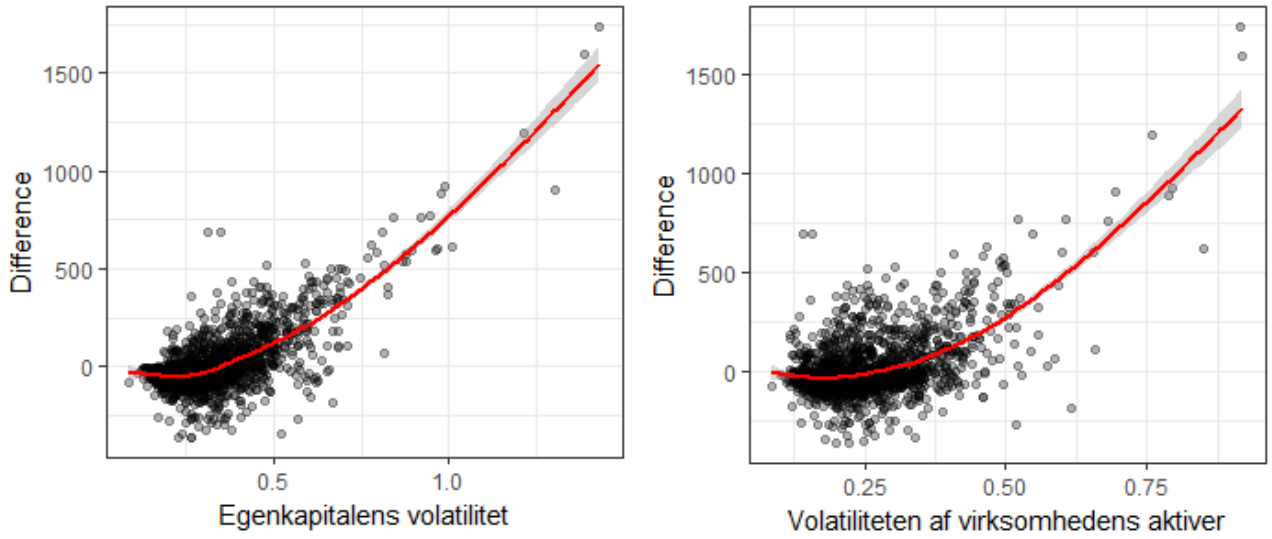
For at benytte inputs fra den udvidede Merton model yderligere har vi valgt at medtage en dummy for lav konkurssandsynlighed. Dummyen beskriver de virksomheder, der ifølge vores udvidede Merton model har en konkurssandsynlighed under 1%. Vi har valgt at medtage denne dummy, idet vi forventer, at der ved disse meget lave konkurssandsynligheder er behov for at korrigere yderligere i forhold til, hvad der fanges ved implementering af de resterende variable.

Vi har nu fundet input variable til at forklare de områder, som vi vurderer, at den udvidede Merton model ikke afdækker tilstrækkeligt. Vi vil derfor afgrænse os fra at inkludere yderligere variable, idet vi vurderer, vi har identificeret de væsentligste. Vi har valgt at afgrænse os, idet der er en lang række regnskabsmæssige nøgletal, der kunne testet, men at vi i høj grad ville komme ud i problemer med multikollinaritet, da mange vil være tæt korrelerede. I øvrigt vil disse i høj grad kun kunne forklare de samme tendenser, som vores allerede valgte input dækker tilstrækkeligt. Vi vurderer derfor, at de valgte input variable er tilstrækkelige til at opbygge en model og kan nu begynde at undersøge disse input variable nærmere.

10.2 Undersøgelse af input variable til regressionen

Som tidligere beskrevet vil vi foretage regressionen på differencen mellem vores modellerede spread fra den udvidede Merton model og det observerede spread, for efterfølgende at kunne mindske denne difference. Dette betyder således, at forklaringsgraden af vores input variable bliver målt på differencen fra den udvidede Merton model og ikke de observerede spreads. Dette vil betyde, at hvis en inputvariabel, der påvirker kreditrisiko, fanges fuldstændig af Merton, vil den ikke kunne forklare noget i vores regression, og således heller ikke vise sammenhæng i et plot. I det følgende vil vi opstille plots af vores variable imod vores difference for at se efter sammenhænge og desuden undersøge, om transformation af inputvariable vil kunne øge sammenhængen.

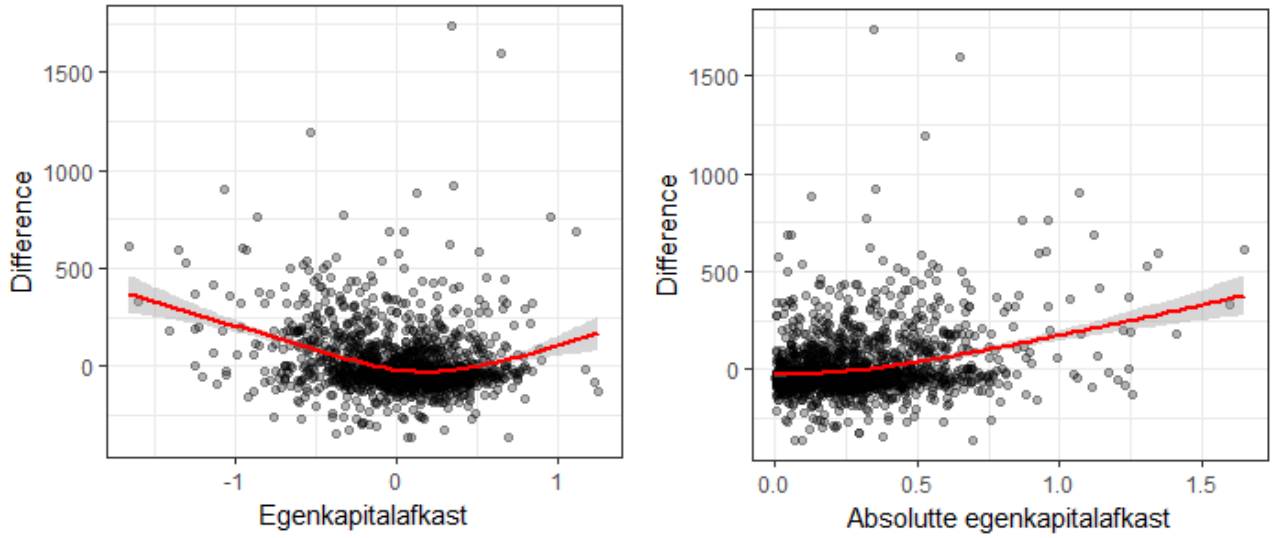
Vi starter med at se på plottet for sammenhængen mellem difference og egenkapitalens volatilitet i figur 10.1. Her ses en tydelig positiv sammenhæng, hvilket antyder, at der ved høje observationer af egenkapitalens volatilitet er overestimerede spreads. Dette følger vores forventninger til egenkapitalens volatilitet, som beskrevet ovenfor. Vi ser et lignende billede for volatiliteten af virksomhedens aktiver, hvorfor denne vil have samme fortolkning. De to plots ses herunder,



Figur 10.1: Illustrationer af sammenhængen mellem differencen og henholdsvis egenkapitalens volatilitet og volatiliteten af virksomhedens aktiver (Output R, Egen tilvirkning)

Ser vi videre på plottene i figur 10.2, kan det ses, at der tilnærmelsesvist er en smilende kurve for egenkapitalafkast. En smilende kurve fortæller, at der er høj difference ved meget høje eller meget

negative værdier, hvorimod der er lavere differencer ved værdier for egenkapitalafkast tæt på nul. Vi transformerer derfor variablen, så alle værdierne bliver absolutte for egenkapitalafkastet på x-aksen. Vi ser en rimelig tydelig lineær sammenhæng i vores plot, hvorfor vi fastholder at benytte den absolutte værdi af egenkapitalafkastet i vores model. Den teoretiske forklaring på dette mønster er, at der generelt er meget risiko ved at være i stand til at generere meget høje afkast, ligesom at der er stor risiko og usikkerhed omkring virksomheder, der har haft meget negative afkast. Plottet for egenkapitalafkast samt plottet for det absolutte egenkapitalafkast ses herunder,



Figur 10.2 Illustrationer af sammenhængen mellem differencen og henholdsvis egenkapitalafkast og absolutte egenkapitalafkast (Output R, Egen tilvirkning)

Plottene for de resterende 10 numeriske variable, der ses i appendiks 3, viser ikke trend. Det bemærkes, at vores to dummy variable ikke illustreres. Til trods for manglende trend har de 10 numeriske variable en interessant økonomisk fortolkning, hvorfor vi fastholder at teste deres signifikans. Vi gør dette, da vi i regressionsprocessen sørger for, at alle insignifikante variable senere vil blive ekskluderet af modellen. Vi tester dem desuden, fordi nogle af disse variable muligvis kan have forklaringsgrad i samspil med de øvrige variable, hvilket ikke fanges i vores plots. Dertil kommer, at egenkapitalens volatilitet muligvis har fordrejet billedet tilpas meget til at sammenhængene imellem de andre inputvariable og differencen først kan ses, når påvirkningen fra egenkapitalens volatilitet rettes ind.

Vi har i tillæg til ovenstående undersøgelse testet, hvorvidt der vil være bedre forklaringsgrad ved logtransformering af vores input variable, hvilket kan ses i appendiks 3. Der er imidlertid ingen af

plottene, der taler for en sådan transformering, hvorfor vi fastholder vores input variable som præsenteret ovenfor. Vi kan derfor nu præsentere vores endelige input variable til test i vores regressionsmodel, samt forkortelser herfor, som vil blive benyttet fremadrettet.

Absolutte egenkapitalafkast	AEA
Anlægsaktiver over værdien af virksomhedens aktiver	A/V
Anlægsinvesteringer over værdien af virksomhedens aktiver	AI/V
Current Ratio	CR
Dummy for den finansielle krise	D_{FK}
Dummy for lav konkurssandsynlighed	D_{KS}
EBITDA over totale aktiver	E/TA
Egenkapitalens volatilitet	σ_E
Gearing	L
Illikviditet	IL
Markedsafkast	r_M
Omsætning over totale aktiver	O/TA
Risikofri rente	r_f
Værdien af virksomhedens aktiver	V
Volatiliteten af virksomhedens aktiver	σ_V

Tabel 10.1: Oversigt over input variable til regressionsmodellen (Egen tilvirkning)

10.3 Opstilling af regressionsmodel

I anden del af vores undersøgelse ønsker vi at opstille en regressionsmodel til beskrivelse af differencen, hvilket defineres som forskellen mellem det observerede spread og det estimerede spread fra den udvidede Merton model. Det er således formålet, at regressionsmodellen skal forklare den del af CDS spreadet, som den udvidede Merton model ikke fanger.

10.3.1 Multipel lineær regression

Vi vil gerne opstille en multipel lineær regressionsmodel, der kan forklare differencen ud fra en række input variable, der er præsenteret i ovenstående afsnit. For at anvende en lineær regression skal de underliggende antagelser være opfyldt. Vi betragter en multipel lineær regressionsmodel med to forklarende variable, som gives ved følgende ligning,

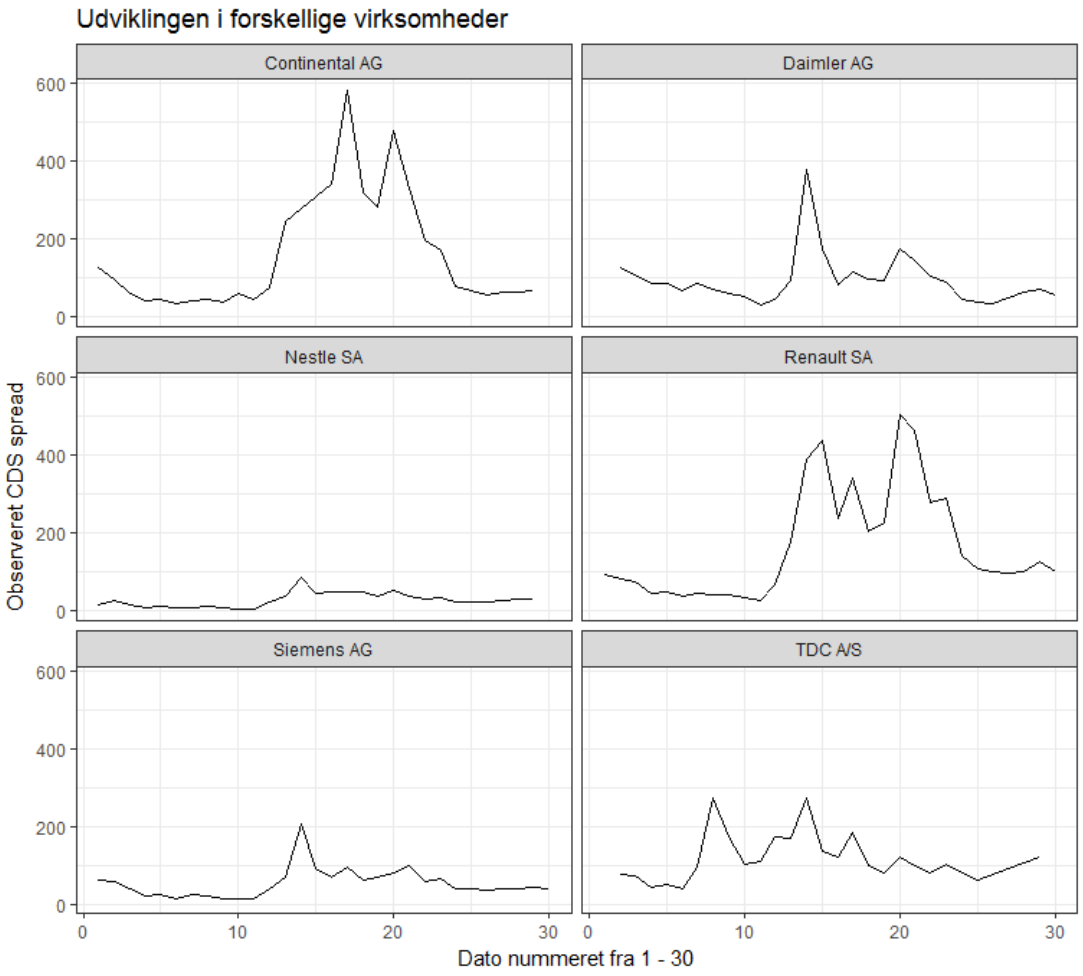
$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \epsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \tag{35}$$

Hvor antagelserne er,

- ϵ_i har en betinget middelværdi på nul givet X_{1i} og X_{2i}. Det vil sige $E(\epsilon_i | X_{1i}, X_{2i}) = 0$.
- $(X_{1i}, X_{2i}, Y_i), i = 1, \dots, n$ er uafhængigt og identisk fordelt trukket fra deres fælles fordeling.
- Store outliers er sjældne: X_{1i}, X_{2i}, og Y_i har såkaldte finite fourth moments.
- Kovariaterne opfylder ingen perfekt multikollinearitet, det vil sige, at der for ethvert i ikke findes tal c_1 og c_2 forskellige fra nul så $c_1 X_{1i} + c_2 X_{2i} = 0$.
- $\epsilon_1, \dots, \epsilon_n$ er homoskedastiske, det vil sige $Var[\epsilon_i | X_{1i}, X_{2i}] = \sigma^2$ for alle i. (Stock og Watson, 2012)

10.3.2 Paneldata

Antagelserne for lineær regression er problematiske i forhold til vores datasæt. Det skyldes, at vores datasæt har funktion som paneldata, hvor vi har flere observationer over tid for samme virksomheder. Det betyder, at der kan være systematik i fejlleddene, hvor de ikke er uafhængigt og identisk fordelt. Paneldata kaldes også ”Cross sectional time series data” og er opbygget således, at der er observationer for en række enheder, hvor hver enhed er observeret over en tidshorisont (Stock og Watson, 2012). I vores datasæt er enhederne de 94 virksomheder, som er observeret over en 15-årig periode, og fremadrettet vil vi anvende begrebet virksomhed i stedet for enhed i beskrivelse af paneldata regressioner. Vores data er ikke balanceret, det betyder at nogle virksomheder er observeret på flere tidspunkter end andre. Det skyldes, at data for alle virksomheder ikke har været tilgængeligt på alle tidspunkter, da det eksempelvis ikke er alle perioder, der er handlet CDS’er på alle virksomhederne. Observationerne for hver virksomhed er korreleret over tid, idet de virksomhedsspecifikke data kun ændrer sig til en hvis grad per tidspunkt. Det betyder, at der grupperes på hver virksomhed, så vi kan tillade korrelation indenfor hver virksomhed. På følgende figur fremgår udviklingen i det observerede CDS spread over tid for seks tilfældige virksomheder i vores datasæt,



Figur 10.3: Udviklingen i forskellige virksomheder (Output R, Egen tilvirkning)

Vi kan se, at der er korrelation imellem observationerne for en givet virksomhed ved, at linjerne ikke bevæger sig tilfældigt over perioden. Desuden viser figuren, at virksomhederne umiddelbart ikke er korrelerede med hinanden, men at der i midten af tidsperioden er større volatilitet i de observerede CDS spreads grundet den finansielle krise.

10.3.3 Multikollinearitet

En af antagelserne ved lineær regression er, at der ikke må være perfekt multikollinearitet, hvilket ligeledes gælder for paneldata regressioner. Når der er multikollinearitet i en model, betyder det, at nogle af input variablene er stærkt korrelerede, hvilket gør det svært at fortolke de enkelte koefficienter i modellen. Multikollinearitet påvirker ikke modellens forklaringsgrad, men i stedet hvorvidt det er muligt at forklare de enkelte input variables påvirkning på den afhængige variabel. Vi opstiller en

korrelationsmatrice for vores 15 input variable for at vurdere, om variablene lider af multikollinearitet. Nedenstående tabel viser et uddrag af den estimerede korrelationsmatrice, som findes i appendiks 1,

	σ_E	L	σ_V	IL	V	AEA	D_{KS}
σ_E	1.00	0.39	0.91	0.62	-0.21	0.53	-0.60
L		1.00	0.04	0.51	-0.21	0.25	-0.67
σ_V			1.00	0.42	-0.19	0.43	-0.44
IL				1.00	-0.20	0.46	-0.46
V					1.00	-0.14	0.21
AEA						1.00	-0.26
D_{KS}							1.00

Tabel 10.2: Uddrag af korrelationsmatrice (Appendiks 1)

Vi kan se, at korrelationen imellem egenkapitalens volatilitet og volatiliteten af virksomhedens aktiver er meget høj med en værdi på 0.91. Det skyldes, at aktivernes volatilitet beregnes på baggrund af egenkapitalens volatilitet og gearing, hvorfor det giver mening af disse er højt korrelerede. Variablen dummy for lav konkurssandsynlighed er negativt korreleret med egenkapitalens volatilitet og gearing med værdier på henholdsvis -0.60 og -0.67, og variablen illikviditet er korreleret med egenkapitalens volatilitet med en værdi på 0.62. Dummy for lav konkurssandsynlighed beregnes på baggrund af virksomhedens konkursrisiko givet den udvidede Merton model, hvor egenkapitalens volatilitet og gearing er en del af denne beregning. Det giver god økonomisk mening at ved en lavere egenkapital volatilitet og lavere gearing vil dummy for lav konkurssandsynlighed få værdien 1, hvilket signalerer lavere konkursrisiko. Variablen illikviditet er observeret direkte i markedet og vil ved en stigning signalere større illikviditet i markedet, hvilket stemmer godt overens med en større volatilitet på markedet proxiet af egenkapitalens volatilitet. Det kan diskuteres, hvornår en variabel skal fjernes på baggrund af multikollinearitet. Antagelsen i lineære regressioner drejer sig om fravær af perfekt multikollinearitet, hvilket vi ikke har i blandt vores input variable. Vi vælger at fjerne volatiliteten af virksomhedens aktiver, σ_V, på baggrund af den høje korrelation med egenkapitalens volatilitet, og da aktivernes volatilitet er estimeret, imens egenkapitalens volatilitet er observeret direkte i markedet. Vi finder ikke, at korrelationsværdierne er høje nok for variablene dummy for lav konkurssandsynlighed og illikviditet til

at fjerne dem på grund af multikollinearitet. Ved at fjerne volatiliteten af virksomhedens aktiver har vi 14 input variable tilbage.

10.3.4 Paneldata regression

Regressionsmodeller for paneldata kan opstilles ud fra forskellige underliggende antagelser. Ved paneldata regression kan vi kontrollere for de følgende effekter,

1. Faktorer der ikke hensigtsmæssigt kan observeres eller måles ved almindelig multipel regression,
   a. Faktorer der er konstante over tid, men som varierer virksomhederne imellem.
   b. Faktorer der varierer over tid, men som er konstante over virksomheder.
2. Faktorer der kan være skyld i omitted variable bias, hvis fjernet fra modellen.

Det er alle effekter, der er svære at fange ved multiple lineære regressioner. Effekterne 1.a. og 1.b. kan ved en multipel lineær regression implementeres ved hjælp af dummy variable, men ved et højt antal af virksomheder og tidsperioder vil dette være uhensigtsmæssigt, da modellen vil blive meget omfattende og uoverskuelig (Stock og Watson, 2012).

For at måle de effekter som normalt er uobserverbare i en almindelige multipel lineære regression, opdeles fejlledet i flere led. Der er to former for effekter, den individuelle effekt som er specifik per virksomhed men konstant over tid, og tidseffekten som er konstant over virksomheder men varierer over tid. De to effekter er de samme, der nævnes i starten af afsnittet. En paneldata regressionsmodel med begge effekter er givet ved,

$$y_{it} = \beta x_{it} + u_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \tag{36}$$

Hvor $i = 1, \dots n$ er den individuelle virksomhed, $t = 1, \dots T$ er tidsenheden, ϵ_{it} er det idiosynkratiske fejlled med middelværdi 0, u_i er det individuelle fejlled, og λ_t er det tidsrelaterede fejlled. Det bemærkes at u_i er konstant over tid, imens λ_t er konstant over virksomhederne (Stock og Watson, 2012). En paneldata regressionsmodel kan enten have en af effekterne eller begge givet forholdene i det undersøgte datasæt. Hvis begge effekter skal indgå, kræver det, at datasættet er balanceret, hvilket ikke er tilfældet i vores. Valg af estimationsmetode til sådanne modeller afhænger af egenskaberne af fejlleddene. Det idiosynkratiske fejlled antages oftest at være pænt fordelt og uafhængigt af de forklarende variable, det

individuelle fejlled og det tidsrelaterede fejlled. Hvor at det individuelle og tidsrelaterede fejlled enten kan være uafhængigt af de forklarende variable eller korreleret (Croissant og Millo, 2008).

I vores datasæt har vi både en individuel effekt og en tidsrelateret effekt. Den individuelle effekt skyldes, at virksomhederne har forskellige karakteristika, vi ikke kan fange i det observerede data, men som påvirker niveauet af det observerede CDS spread. Denne effekt er konstant over tid. Den tidsrelaterede effekt skyldes volatiliteten i markedet over den undersøgte periode. Under den finansielle krise var der større volatilitet på markedet, som beskrevet i afsnit 5.2. Vores datasæt er ikke balanceret, hvorfor vi ikke kan anvende begge effekter. Vi vælger derfor at anvende den individuelle effekt, da denne er svær at observere på andre måder, imens vi tillægger en dummy variabel for den finansielle krise for at fange den ikke konstante volatilitet på markedet over tidsperioden. Fremadrettet vil vi derfor kun behandle den individuelle effekt.

10.3.5 Valg af paneldata regressionsmodel

I vores valg af model skal vi fortage valget imellem modellerne ”Fixed effects” og ”Random effects”. Vi har på nuværende tidspunkt følgende model med den individuelle effekt,

$$y_{it} = \beta_1 x_{it} + u_i + \epsilon_{it} \tag{37}$$

Forskellene imellem ”Fixed effects” og ”Random effects” ligger sig til antagelserne omkring korrelationen af fejlleddene. Når det individuelle fejlled antages at være korreleret med de forklarende variable, vil den almindelige OLS estimator for koefficienterne være inkonsistent. I stedet skal fejlledet behandles som et sæt parametre, u_i, svarende til antallet af virksomheder. Det betyder, at alle virksomhederne får deres egen faste effekt, som er konstant over tid, svarende til værdien på fejlledet u_i. Denne model betegnes ”Fixed effects”, og her vil en OLS estimation opnå konsistente koefficienter for modellen (Croissant og Millo, 2008).

Når det individuelle fejlled i stedet er ukorreleret med de forklarende variable, så er det idiosynkratiske fejlled også ukorreleret med disse. Ud fra dette vil OLS estimatoren i princippet opnå konsistente koefficienter. OLS estimatoren bliver dog inkonsistent, idet det individuelle fejlled over virksomhederne vil skabe korrelation i de samlede fejlled. I denne situation skal der bruges en ”Random effects” model, som anvender generalized least squares (GLS) estimation (Croissant og Millo, 2008).

Ved valget imellem at anvende en ”Fixed effects” model eller en ”Random effects” model kan vi foretage en Hausman test. I en Hausman test er nul hypotesen, at de individuelle fejlled ikke er korreleret med de forklarende variable, hvilket er situationen i en ”Random effects” model. Den alternative hypotese er, at de individuelle fejlled er korreleret med de forklarende variable, som er tilfældet i en ”Fixed effects” model (Hausman og Taylor, 1981). Vi anvender statistik programmet *R* i forbindelse med regressionsanalysen, hvor koden for valg af regressionsmodel fremgår i appendiks 5.

Vi foretager en Hausman test og får følgende resultat,

```
Hausman test

data: DIF ~ σE + IL + AEA + DKS + L + rM + rf + V + A/V +
E/TA + O/TA + CR + AI/V + DFK

Chisq = 219.1

df = 14

p-value < 2.2e-16
```

Tabel 10.3: Hausman test (Output R, Egen tilvirkning)

Tabellen viser en p-value på under 0.01. Det betyder, at vi forkaster nul hypotesen på et 1 % signifikansniveau om, at de individuelle fejlled er ukorrelerede, hvorfor vi skal anvende en ”Fixed effects” model. Vores model er nu givet ved,

$$\begin{aligned} DIF_{it} = u_i + \beta_1\sigma_E + \beta_2 IL_{it} + \beta_3 AEA_{it} + \beta_4 D_{KS,it} + \beta_5 L_{it} + \beta_6 r_{M,it} + \beta_7 r_{f,it} + \beta_8 V_{it} \\ + \beta_9 A/V_{it} + \beta_{10} E/TA_{it} + \beta_{11} O/TA_{it} + \beta_{12} CR_{it} + \beta_{13} AI/V_{it} \\ + \beta_{14} D_{FK,it} + \epsilon_{it} \end{aligned} \tag{38}$$

Hvor u_i er konstant over tid men specifik per virksomheden.

10.3.6 Heteroskedasticitet og autokorrelation

I den nuværende model, anvendes OLS metoden i en ”Fixed effects” model. Vi har indtil nu antaget, at det idiosynkratiske fejlled er pænt fordelt og uafhængigt af de forklarende variable samt det individuelle fejlled, som beskrevet i afsnit 10.3.4. Hvis dette ikke er tilfældet, og det idiosynkratiske fejlled i stedet

er heteroskedastisk og autokorreleret, skal vi i stedet for OLS metoden anvende en feasible GLS (FGLS) metode. Vi kan anvende en Breusch-Pagan test til at teste nul hypotesen om, at vores fejlled fra regressionen er homoskedastiske. Alternativ hypotesen er, at vores fejlled fra regressionen er heteroskedastiske, og variansen således varierer over tid (Breusch og Pagan, 1979). Vi foretager en Breusch-Pagan test og får følgende resultater,

```
Breusch-Pagan test
data: DIF ~ σE + IL + AEA + DKS + L + rM + rf + V + A/V
+ E/TA + O/TA + CR + AI/V + DFK

BP = 160.05

df = 14

p-value < 2.2e-16
```

Tabel 10.4: Breusch-Pagan test (Output R, Egen tilvirkning)

Vi estimerer en p-value på under 0.01 og kan derfor forkaste nul hypotesen på et 1 % signifikansniveau, om at fejlleddene er homoskedastiske. Vi har derfor heteroskedastiske fejlled i vores model. Vi vil nu teste vores fejlled fra regressionen for autokorrelation. Indenfor paneldata er Wooldridge testen den mest anvendte ved test for autokorrelation. Nul hypotesen er, at der ikke er autokorrelation hos fejlleddene i regressionen, imens alternativ hypotesen er, at der er autokorrelation (Wooldridge, 2002). Vi får følgende resultater,

```
Wooldridge's test
data: DIF ~ σE + IL + AEA + DKS + L + rM + rf + V + A/V
+ E/TA + O/TA + CR + AI/V + DFK

chisq = 68.116

p-value < 2.2e-16
```

Tabel 10.5: Wooldridge's test (Output R, Egen tilvirkning)

Vi kan se, at p-value er under 0.01, hvorfor vi afviser nul hypotesen på et 1 % signifikansniveau, om at fejlleddene ikke indeholder autokorrelation. Vi har nu fundet, at vores fejlled både er heteroskedastiske

og autokorrelerede. Det betyder, at vi skal bruge en general FGLS metode i vores ”Fixed effects” model. Den generelle FGLS metode kan opdeles i to processer, først estimeres en ”Fixed effects” model, hvorefter residualerne bliver brugt til at bestemme en kovariansmatrice for fejlleddene som anvendes i FGLS metoden. Denne metode er robust overfor heteroskedasticitet og autokorrelation indenfor hver gruppe.

10.3.7 Delkonklusion

Det er fundet, at en paneldata regression er den relevante model. Først korrigerede vi for multikollinearitet, hvilket medførte udeladelse af en enkelt variabel; volatiliteten af virksomhedens aktiver. Den individuelle effekt blev fundet passende til vores datasæt, og vi valgte en ”Fixed effects” model, idet vores Hausman test viste, at de individuelle fejlled er korrelerede. Vi udførte herefter en Breusch-Pagan test, der konkluderede, at vores fejlled er heteroskedastiske. Efterfølgende testede vi, om der var autokorrelation hos fejlleddene. Det gjorde vi ved en Wooldridge’s test, der viste, at vores fejlled var autokorrelerede. For at tage højde for heteroskedasticiteten og autokorrelationen valgte vi at benytte en FGLS metode, der er robust herfor. Vi kan herved slutte, at den endelige model opfylder alle underliggende antagelser.

10.4 Reduktion af input variable

Vi har nu en model, hvor alle underliggende antagelser er opfyldt. Vi skal nu fjerne de insignifikante variable. Der er forskellige metoder til dette, men vi vælger at anvende en stepwise backward regression. Her opstilles først en model med alle input variablene inkluderet, hvorefter den mest insignifikante fjernes. Denne proces fortsættes indtil alle variablene er signifikante (Makridakis, Wheelwright og Hyndman, 1998). Idet vi ikke har værdier for alle input variable for alle observationer, vil antallet af observationer vil variere i de følgende modeller. Det vil sige, at antallet af observationer bliver afhængig af, hvilke input variable modellen inddrager. Vi vælger at anvende så mange observationer som muligt i hver regressionsmodel, hvilket betyder, at vores regressionsmodel kan få flere observationer ved at fjerne en variabel med mange manglende observationer. Vi foretager en diskussion af den valgte metode til behandling af antal observationer i kapitel 13, og vil derfor ikke kommentere på antallet af observationer, som indgår i regressionsmodellerne i dette afsnit. Vi opstiller regressionsmodellen og får følgende output med alle 14 input variable,

Model2F

Unbalanced Panel: n = 57, T = 1-30, N = 1237

Coefficients	Estimate	Std. Error	z-value		Pr(>|z|)	
σ_E	1,159.4	7.9	147.6	<	2.2E-16	***
IL	-8.1	0.1	-55.2	<	2.2E-16	***
AEA	-9.2	2.1	-4.5	<	7.5E-06	***
D_{KS}	46.8	1.2	40.7	<	2.2E-16	***
L	376.4	6.4	58.6	<	2.2E-16	***
r_M	131.5	2.7	48.8	<	2.2E-16	***
r_f	-554.0	62.3	-8.9	<	2.2E-16	***
V	1.4E-04	0.0	3.0	<	2.8E-03	**
A/V	-16.9	5.6	-3.0	<	2.7E-03	**
E/TA	276.6	14.3	19.3	<	2.2E-16	***
O/TA	8.6	5.0	1.7	<	8.5E-02	.
CR	3.1	0.8	3.9	<	1.1E-04	***
AI/V	-66.2	25.1	-2.6	<	8.4E-03	**
D_{FK}	-70.0	2.1	-34.0	<	2.2E-16	***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Multiple R-squared: 0.8109

Tabel 10.6: Output fra regressionsmodellen Model2F (Output R, Egen tilvirkning)

Den mest insignifikante input variabel er omsætning over totale aktier, O/TA, hvorfor vi fjerner denne som den første. Vi opstiller modellen igen uden denne variabel og ser, om der er flere insignifikante variable. Denne procedure gentages indtil alle variable er signifikante. Vi fjerner på baggrund af denne procedure også input variablen anlægsinvesteringer over værdien af virksomhedens aktiver, AI/V. Vi har nu en model, hvor de resterende 12 input variable er signifikante for hele perioden.

For at øge robustheden af modellen vil vi nu teste modellen i de tre undersøgte perioder, defineret i afsnit 5.2, for at se, hvorvidt de enkelte input variable har et konsistent bidrag til den afhængige variabel. Det bemærkes, at variablen dummy for den finansielle krise udgår i disse test, siden den vil være konstant i alle perioder. Når vi tester modellen i de tre undersøgte perioder, kan vi se, at variablen absolutte egenkapitalafkast, AEA, skifter fortegn i de forskellige perioder. Den har derved ikke en konsistent påvirkning på den afhængige variabel, og den ekskluderes fra modellen. Variablene værdien af

virksomhedens aktiver, V, risikofri rente, r_f, current ratio, CR, og anlægsaktiver over værien af virksomhedens aktiver, A/V, har samme problem, siden de alle varierer imellem positive og negative værdier for de forskellige perioder. Deres påvirkning på den afhængige variabel er derfor ikke konsistent, hvorfor vi fjerner dem fra modellen. Det betyder, at vores model nu er reduceret til 7 input variable med følgende output,

Model6F

Unbalanced Panel: n = 70 , T = 1-30 , N = 1584

Coefficients	Estimate	Std. Error	z-value		Pr(>|z|)	
σ_E	1,063.0	4.4	243.3	<	2.2E-16	***
IL	-6.5	0.1	-99.8	<	2.2E-16	***
D_{KS}	44.4	0.6	68.5	<	2.2E-16	***
L	345.3	3.5	98.8	<	2.2E-16	***
r_M	117.7	1.1	104.4	<	2.2E-16	***
E/TA	254.0	7.4	34.3	<	2.2E-16	***
D_{FK}	-75.0	1.1	-65.3	<	2.2E-16	***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Multiple R-squared: 0.8001

Tabel 10.7: Output fra regressionsmodellen Model6F (Output R, Egen tilvirkning)

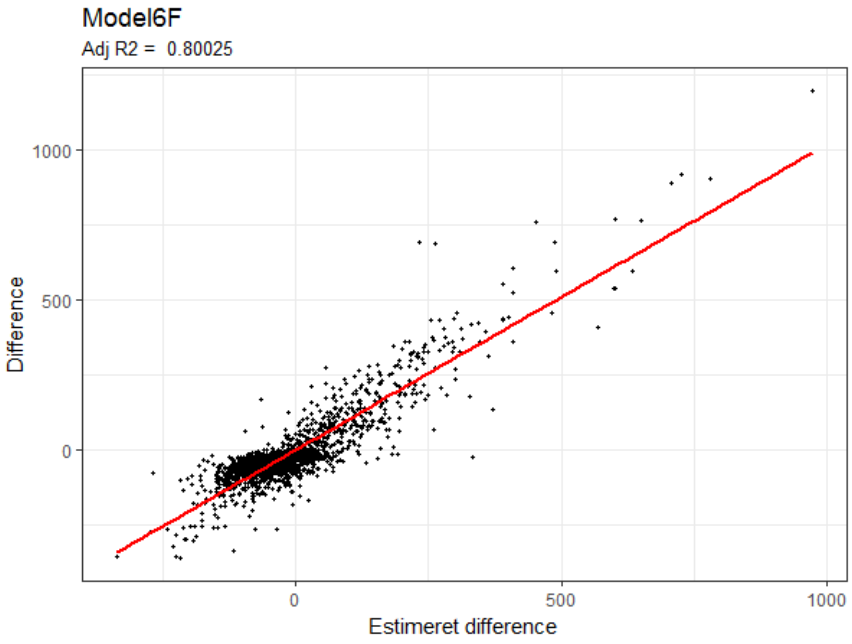
Vi har nu en endelig model, hvor alle input variable er signifikante på et 1 % signifikansniveau, vi har en høj R^2 værdi på 0.80, og antallet af observationer er 1,584. Vi vil i det følgende se på modellens præcision, og om den formår at forbedre den udvidede Merton model som forventet.

11 Empiriske resultater regressionsmodel

Den opstillede regressionsmodel estimerer differencen imellem det modellerede spread fra den udvidede Merton model og det observerede spread i markedet. Modellen består af syv forklarende variable, som alle er signifikante og giver en høj R^2 værdi. Vi vil i det følgende først uddybe regressionsmodellens præcision og derefter fortolke de estimerede parametre. Herefter vil vi beskrive fordelingen af residualerne og sidst sammenlægge den udvidede Merton model og regressionsmodellen for at se, hvorvidt den udvidede Merton model bliver forbedret.

11.1 Modellens præcision

For at få et grafisk billede af modellens præcision kan vi plotte den estimerede difference på x-aksen og den reelle difference på y-aksen. Derefter kan vi beregne den lineære sammenhæng imellem de to variable og se på forklaringsgraden af denne. Figuren kan ses nedenfor,



Figur 11.1: Illustration af sammenhængen mellem estimeret difference og difference for regressionsmodellen Model6F (Output R, Egen tilvirkning)

Punkterne ligger forholdsvis pænt fordelt langs den bedste rette linje. Forklaringsgraden har en værdi på 0.80, ligesom vi så præsenteret i den endelige regressionsmodel i afsnit 10.4. Der ligger lidt flere punkter

over linjen ved højere differencer, hvilket signalerer svag underestimering af større differencer. Alt i alt må der dog sige at være en pæn lineær forklaringsgrad for differencerne fra den udvidede Merton model.

11.2 Forklarende variable og estimerede koefficienter

Inden vi kan påbegynde vores analyse af de forklarende variable og estimerede koefficienter, er det vigtigt at forstå, hvorledes resultaterne fra regressionsmodellen senere vil blive implementeret i vores model. Vores endelige estimation af spreads er givet ved det estimerede spread fra den udvidede Merton model fratrukket differencen estimeret i regressionsmodellen,

$$S_{Endelige} = S_{Merton} - D_{Regression} \tag{39}$$

Således vil en positiv koefficient i vores regressionsmodel fører til lavere spreads, hvorimod en negativ koefficient vil fører til højere spreads.

Vores endelige model indeholder syv forklarende variable samt et intercept per virksomhed. De forklarende variable har alle god økonomisk mening, og vi vil i det følgende kommentere på deres estimerede koefficienter og dets påvirkning på differencen. De virksomhedsspecifikke ”Fixed effects” intercepts har en gennemsnitlig værdi på - 429.6 med rimelig variation i værdierne, hvilket fremgår af følgende tabel,

Fixed effects			
min	mean	median	max
-603.5	-429.6	-420.4	-294.6

Tabel 11.1: Overblik over “Fixed effects” for regressionsmodellen Model6F (Output R, Egen tilvirkning)

Alle værdierne kan aflæses i appendiks 2. De estimerede intercepts tyder på general underestimering i den udvidede Merton model, idet resultatet af regressionsmodellen fratrækkes det modellerede spread fra den udvidede Merton model, hvorfor en negativ værdi vil resultere i et højere samlet spread. Interceptet kan ikke fortolkes alene, da koefficienterne har stor betydning for det endelige spread, hvor især egenkapitalens volatilitet har en kraftig påvirkning med sin positive værdi på 1,063. Det bemærkes i denne sammenhæng, at koefficienterne ikke kan sammenlignes 1 til 1, idet der er forskel i

størrelsesforholdet for input variablene. Eksempelvis er der observationer for egenkapitalens volatilitet i intervallet [0.09;1.3], hvorimod illikviditeten observeres i intervallet [0.5;70.5]. Dette betyder, at koefficienterne kan være markant forskellige, imens påvirkningen på det endelige spread ved en normal ændring i inputvariablene kan være den samme. Dette betyder, at størrelsen på koefficienterne er svære at fortolke. Årsagen til, at interceptet varierer virksomhederne imellem, er, som beskrevet i afsnit 10.3.4, at virksomhederne har nogle uobserverbare karakteristika, som påvirker niveauet af det observerede spread for den enkelte virksomhed. Det betyder, at virksomheder med et stort negativt intercept får estimeret et højere endeligt spread, og virksomheder med et lavt negativt intercept får estimeret et lavt endeligt spread, dette forudsat at alle input variable er identiske. Det er imidlertid ikke tilfældet, og vi vil i stedet se, at interceptet korrigerer det endelige spread, ved at modvirke kraftige påvirkninger fra blandt andet egenkapitalens volatilitet, gearingen og EBITDA over totale aktiver. Således kan interceptet ikke fortolkes alene, men skal forstås i samspil med niveauet for de input variable, der observeres for den enkelte virksomhed.

Vi vil nu fortolke fortegnene på de forklarende variable, hvor vi vil starte med de variable, der ikke indgår i den udvidede Merton model. Variablen illikviditet, IL, har i vores model en estimeret koefficient på -6, hvilket medfører, at det endelige spread vil øges ved stigende illikviditet, idet den negative værdi fratrækkes fra det modellerede udvidede Merton spread. Den økonomiske baggrund for dette er, at investorer skal aflønnes for at påtage sig en mindre likvid position i form af en likviditetspræmie, som ikke har med selve kreditrisikoen at gøre. Desuden er højere illikviditet på markedet ofte forbundet med højere risiko på markedet. Der vil derfor blive tillagt ekstra basis punkter til spreadet, som den udvidede Merton model ikke tager højde for, men som nu korrigeres af illikviditets input variablen. Variablen dummy for den finansielle krise, D_{FK}, har også en koefficient med en negativ værdi, hvilket vil resultere i et større endeligt spread. Det skyldes, at vores udvidede Merton model ikke tager højde for krisen, hvor der er større usikkerhed på markedet, hvorfor spreads vil være højere, alt andet lige. Ved at tilføje vores dummy får vi en stigning i det endelige spread på 75 bp. Det stemmer forholdsvis godt overens med vores fund i kapitel 7, som finder, at det gennemsnitlige observerede spread under krisen er 95 bp højere end i perioden før krisen og 40 bp højere end perioden efter krisen. Det skal påpeges, at under den finansielle krise vil størrelserne på input variablene ændre sig efter den højere risiko, som i sig selv vil skabe højere spreads. Vi vurderer dog, at den større generelle usikkerhed og volatilitet på markedet vil

have et ekstra bidrag til spreadet, som en dummy variabel kan fange, hvilket bekræftes af dens signifikans i modellen.

Variablen EBITDA over totale aktiver, E/TA, har en koefficient med en positiv værdi, hvilket vil resultere i et lavere endeligt spread. Det skyldes, at variablen er en proxy for virksomhedens indtjeningsevne og økonomiske sundhed. Derfor vil en højere værdi signalere, at virksomheden klarer sig godt og derved medvirke til et mindre endeligt spread. Variablen markedsafkast, r_M, har også en koefficient med en positiv værdi og vil derfor mindske det endelige spread ved positive værdier og øge spreadet ved negative værdier. Den økonomiske tankegang bag dette er, at markedsafkastet fungerer som en proxy for den generelle markedssituation. Når markedet er i nedgang, vil der generelt være større risiko for konkurs, og vice versa, hvilket vil føre til henholdsvis højere og lavere spread. Variablen dummy for lav konkurssandsynlighed, D_{KS}, har samme fortegn som de ovenstående to variable. Når dummy variablen har en værdi på 1, og virksomheden derfor har lav sandsynlighed for konkurs, vil den mindske det endelige spread. Det giver god økonomisk mening, da sikre virksomheder alt andet lige vil have lavere spreads. I det modsatte tilfælde, vil dummy variablen blive 0 og denne effekt vil derfor udgå, så det endelige spread ikke mindskes.

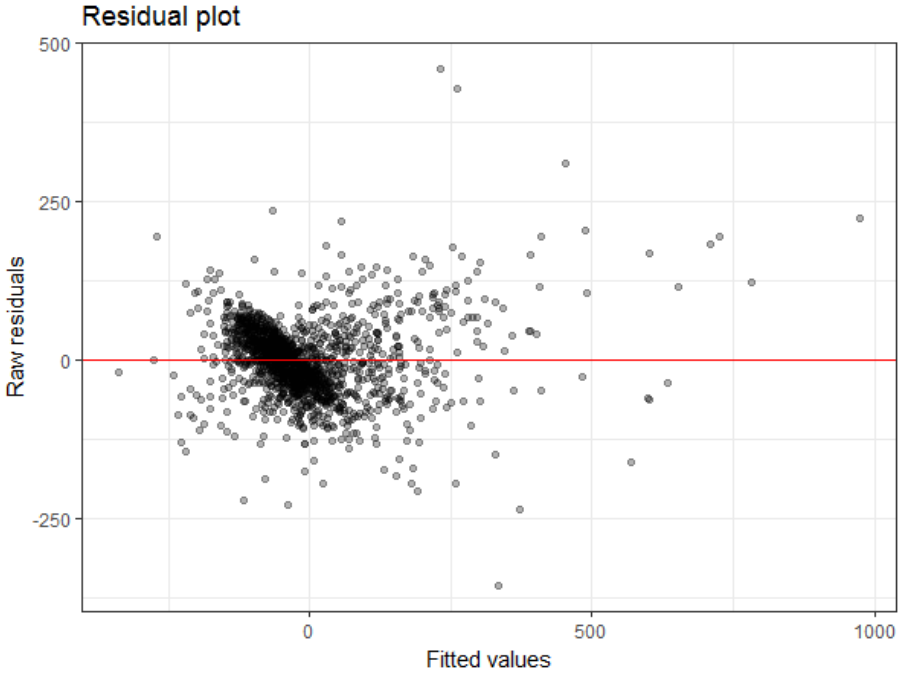
De fem omtalte variable, der nu er præsenteret i ovenstående afsnit, indgår ikke i den udvidede Merton model. Deres signifikans i modellen og påvirkning på det endelige spread bekræfter derved, at vores regressionsmodel kan bidrage med yderligere forklaring, som vores udvidede Merton model ikke indeholder.

De forklarende variable egenkapitalens volatilitet, σ_E, og gearingen, L, indgår begge i vores estimerede udvidede Merton model, hvilket medfører, at de skal fortolkes anderledes end de tidligere beskrevne variable. Her vil deres effekt på det endelige spread forstås, som en korrektion af deres bidrag til den udvidede Merton model. Når vi kigger på den udvidede Merton model, vil høje værdier af egenkapitalens volatilitet og gearing medføre højere modellerede spreads. I vores regressionsmodel har vi estimeret positive koefficienter for begge variable, hvorfor dette vil medføre en reduktion af det endelige spread. Det betyder, at den udvidede Merton model overestimerer risikoen ved stigende værdier af de to variable, hvorfor regressionsmodellen nedkorrigerer deres effekt på det endelige spread. Den udvidede Merton models overestimering af risikoen for egenkapitalens volatilitet og gearing blev identificeret i afsnit 9.1.2

og 9.1.3. I afsnit 9.1.2 blev det tydeliggjort i figur 9.1, at vores udvidede Merton model overestimerer spreadet ved høje værdier af egenkapitalens volatilitet sammenlignet med de observerede spreads. Vi har samme situation for variablen gearing, som fremgår af afsnit 9.1.3. Her er overestimeringen ikke ligeså kraftig, hvorfor koefficienten i regressionsmodellen ikke er ligeså stor, som for egenkapitalens volatilitet, hvilket med rimelighed kan sammenlignes, idet gearing og egenkapitalens volatilitet ligger tilnærmelsesvist i samme interval.

11.3 Modellens residualer

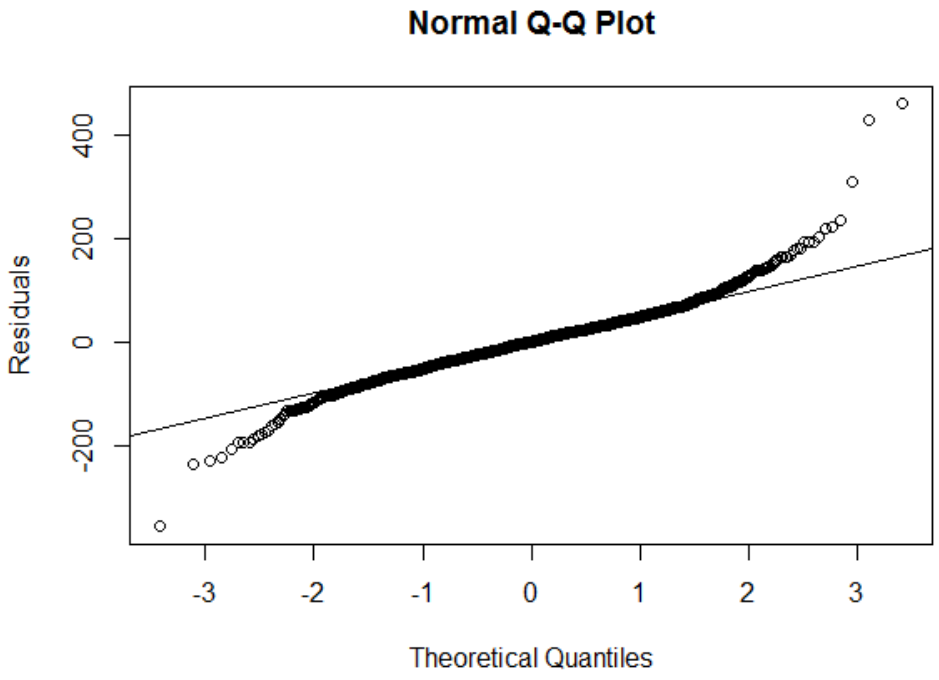
Vi vil nu opstille et residual plot, hvor de estimerede differencer fra regressionsmodellen fremgår på x-aksen, imens residualerne fra modellen, det vil sige forskellen imellem de reelle differencer fra den udvidede Merton model og de estimerede differencer fra regressionsmodellen, fremgår på y-aksen. Plottet kan ses nedenfor,



Figur 11.2: Residual plot for regressionsmodellen Model6F (Output R, Egen tilvirkning)

Formålet med plottet er at tjekke, om der er heteroskedasticitet hos residualerne. Hvis variansen over x-aksen er forholdsvis konstant, så er residualerne homogene, ellers er de heteroskedastiske. I vores opstillede paneldata regression har vi anvendt en FGLS estimationsmetode, og har således korrigeret for

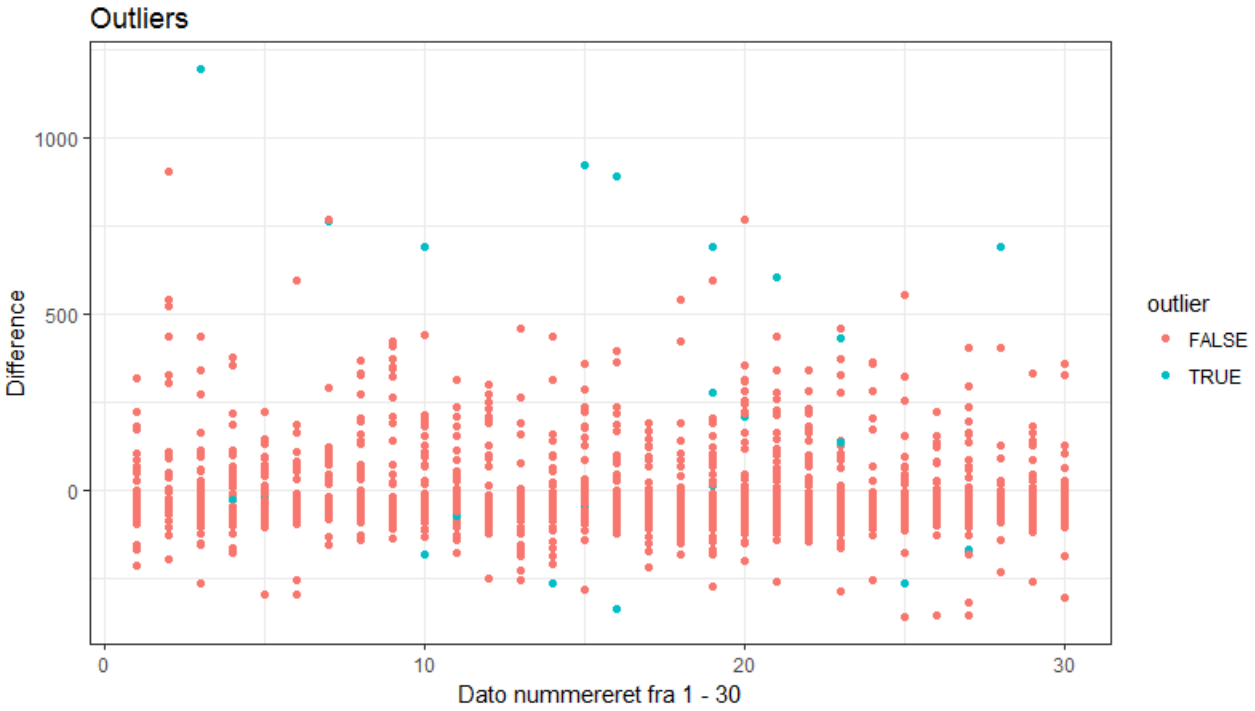
de heteroskedastiske fejlled, vi fandt ved Breusch-Pagan testen i afsnit 10.3.6. Når vi ser på plottet, er variansen forholdsvis konstant over de fittede værdier med enkelte outliers, hvilket taler for homogenitet hos residualerne. Plottet understøtter validiteten af vores model ved, at der ikke er uhensigtsmæssig systematik i residualerne. For at se nærmere på fordelingen af residualerne laver vi et QQ-plot. Et QQ-plot tjekker, hvorvidt vores residualer er normalfordelte. Desuden giver det en indikation af eventuel systematik i den afhængige variabel. Plottet kan ses nedenfor,



Figur 11.3: QQ-plot for regressionsmodellen Model6F (Output R, Egen tilvirkning)

Det fremgår af plottet, at størstedelen af residualerne ligger pænt fordelt langs linjen, hvilket taler for normalitet. Problemet opstår, når vi kigger på halerne, der afviger forholdsvis meget fra linjen. Vi kan se, at enkelte punkter ligger langt fra linjen, hvilket oftest vil kategoriseres som outliers. Disse outliers indikerer en systematisk fejlestimering i vores model. Normalt vil en transformation af data kunne hjælpe på afvigende haler, hvorfor vi tidligere i regressionsprocessen prøvede at log transformere vores difference. Men idet vi både har positive og negative værdier kræver en sådan transformation, at der tillægges en konstant, så alle værdier bliver positive, hvorefter de kan log transformeres. Denne metode resulterede dog ikke i en forbedring af normaliteten i residualerne, hvorfor vi fastholdte vores originale tilgang.

Vi vil nu se nærmere på de punkter, der umiddelbart kategoriseres som outliers, da en eventuel ekskludering af disse kan gøre QQ-plottet pænere og forbedre modellen. Vi har i afsnit 5.1.3 *Behandling af outliers*, argumenteret for at fjerne den øverste percentil af de observerede CDS spreads. Vi har nu en situation, hvor et antal residualer har meget høje positive og negative værdier, hvilket adskiller dem fra resten af residualerne. Hvis disse residual outliers alle er i forbindelse med observation af ekstreme værdier af vores afhængige variabel, differencen, kan der argumenteres for at fjerne dem, hvis dette forbedrer modellen. Vi kan opstille følgende plot, hvor vi viser tidspunkterne på x-aksen og differencen på y-aksen,



Figur 11.4: Plot af differencen over tid med markering af residual outliers (Output R, Egen tilvirkning)

Vi har markeret de værdier af residualerne, som kategoriseres som outliers, og farvet disse så vi kan se, hvorvidt de skyldes ekstreme værdier af differencen. Det fremgår af plottet, at de punkter, der er residual outliers, ikke udelukkende skyldes ekstreme værdier for differencen. Der er flere punkter, der findes ved normale værdier af differencen, hvorfor der ikke er systematik mellem de fundne residual outliers og den afhængige variabel. Vi kan konkludere, at ekskludering af ekstremværdier af differencen ikke vil fjerne alle vores residual outliers og derved ikke forbedre vores QQ-plot og model betydeligt. Vi vælger på baggrund af dette at beholde alle observationer af differencen i vores model.

11.4 Robusthedstest

Vi vil i følgende afsnit teste robustheden af vores endelige regressionsmodel. I regressionsprocessen testede vi modellen på de forskellige perioder for at sikre konsistente bidrag fra de forklarende variable. I robusthedstesten implementerer vi modellen i vores interval grupperinger for at se, hvorvidt parameter estimater og forklaringsgrad påvirkes.

I vores reducerede datasæt, bestående af 1,584 observationer, er antallet af observationer for grupperingerne [0;35] og [400;750] ikke tilstrækkelige til at implementere regressionsmodellen. Vi implementerer derfor kun regressionsmodellen på de resterende tre interval grupperinger og får følgende output,

Model:	Reg. Model		Gruppe [35;70]		Gruppe [70;170]		Gruppe [170;400]	
N =	1584		405		936		182	
Coefficients								
σ_E	1063.0	***	686.4	***	1059.1	***	1281.9	***
IL	-6.5	***	-7.1	***	-6.4	***	-9.8	***
D_{KS}	44.4	***	28.1	***	52.4	***	72.9	***
L	345.3	***	306.9	***	347.6	***	477.1	***
r_M	117.7	***	62.6	***	121.8	***	108.8	***
E/TA	254.0	***	155.9	***	13.3	.	221.0	***
D_{FK}	-75.0	***	-37.0	***	-85.2	***	-96.1	***
Fixed effects								
Mean:	-429.6		-264.8		-401.4		-580.7	
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1								
Multiple R-squared:	0.8001		0.6518		0.8148		0.8691	

Tabel 11.2: Output for regressionsmodellen Model6F og tre interval grupperinger (Output R, Egen tilvirkning)

Af tabellen fremgår, at koefficienterne i alle interval grupperinger har samme fortegn, som den endelige regressionsmodel. Koefficienterne er desuden signifikante på et 1 % signifikansniveau undtagen EBITDA over totale aktiver for gruppe [70;170], der kun er signifikant på et 10 % signifikansniveau.

Vores regressionsmodel har derfor en hvis robusthed, idet at koefficienter har en konsistent påvirkning på den estimerede difference. Når vi iagttager niveauerne af de forskellige koefficienter, ser vi en betydelig variation. For gruppen [35;70] er koefficienten for egenkapitalens volatilitet en mindre størrelse sammenlignet med de andre grupper, hvilket signalerer lav robusthed af vores regressionsmodel i denne gruppe. Vi ser desuden, at størrelsen af den gennemsnitlige værdi af ”Fixed effects” for samme gruppe er betydeligt mindre negativ. Det bemærkes dog, at de to effekter til dels vil udligne hinanden.

Forklaringsgraderne af de tre interval grupperinger er henholdsvis 0.65, 0.82 og 0.87. I forhold til robustheden af modellen, kan vi se, at vores regressionsmodel er bedre til at forklare spreads i højere niveauer. Det bekræftes af koefficienter i grupperne [70;170] og [170;400], der ligger niveaumæssigt tættere på koefficienterne i vores regressionsmodel. Alt i alt er vores regressionsmodel robust i grupper med mellem og høje spread niveauer og mindre robust i grupper med lave spread niveauer.

12 Empiriske resultater endelige model

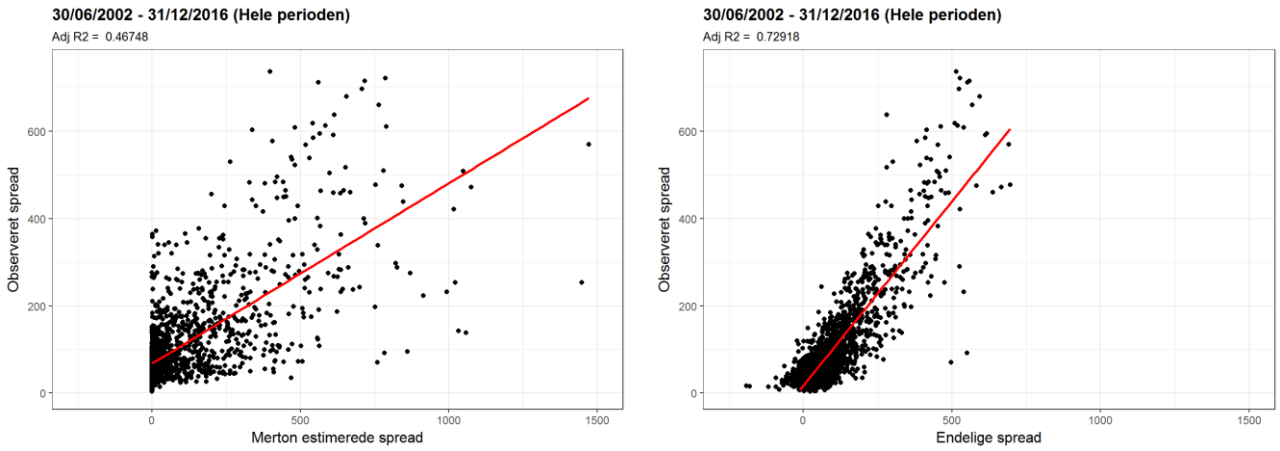
Vi har behandlet de forklarende variable, fortolket koefficienterne, set på residualernes fordeling og foretaget robusthedstest. Vi kan nu estimere de endelige spreads efter implementering af både den udvidede Merton model og regressionsmodellen ud fra ligning (39) i afsnit 11.2.

Det endelige spread beregnes på baggrund af de 1,584 observationer, der er tilgængelige i begge modeller, idet at regressionsmodellen har ekskluderet de resterende 608 observationer på grund af manglende værdier. De samlede resultater fra den udvidede Merton model fra kapitel 7 *Empiriske resultater udvidede Merton model* bygger på alle 2,192 observationer og kan derfor ikke sammenlignes med de nye resultater, hvor regressionsmodellen benyttes. Vi fjerner derfor de tilsvarende 608 observationer fra den udvidede Merton model og estimerer resultaterne igen, så disse kan sammenlignes med regressionsmodellen. Det skal fremhæves, at de estimerede spreads er de samme som tidligere, det er i stedet de gennemsnitlige værdier og præcisionen af modellen for opdelingerne på spread intervaller og tidsperioder, der ændrer sig grundet færre observationer.

Vi vil først sammenligne resultaterne for hele perioden med alle grupperinger. Derfor opstiller vi både en tabel med resultater samt et plot for den udvidede Merton model og den nye kombinerede model,

Modelleret spread	Observeret spread	GD	GAD	GDP	GAPD
(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)
Merton og regressionsmodel					
110.59	110.59	0.00	43.12	9%	68%
(110.68)	(109.51)	(59.50)	(40.98)	(122%)	(101%)
Oprindelige Merton model					
103.88	110.59	-6.71	85.86	-24%	96%
(181.34)	(109.51)	(133.09)	(101.88)	(128%)	(88%)

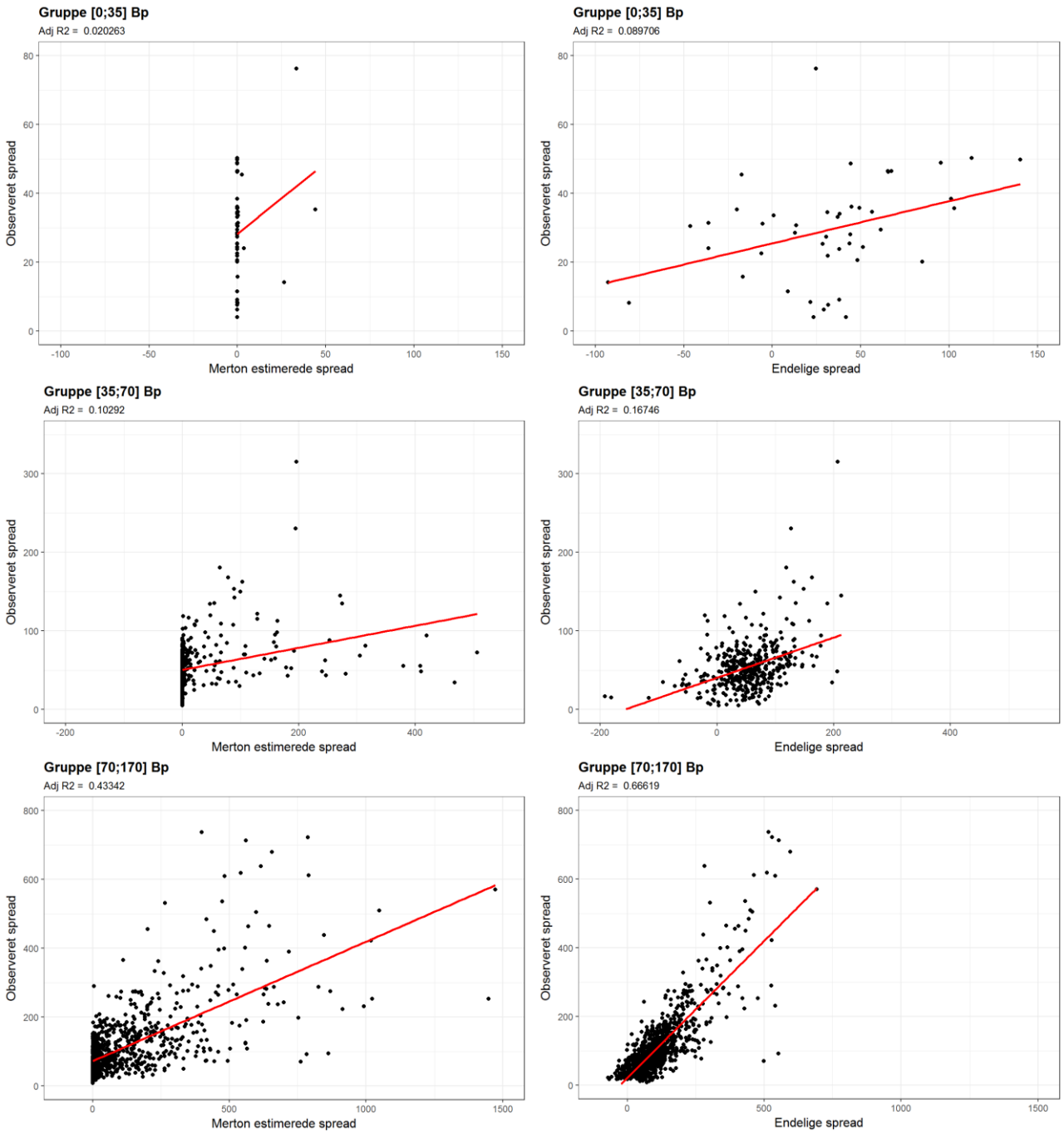
Tabel 12.1: Oversigt over estimerede spreads for Merton og regressionsmodellen og den oprindelige Merton model, hvor SD angiver standardafvigelse (Output Excel, Egen tilvirkning)



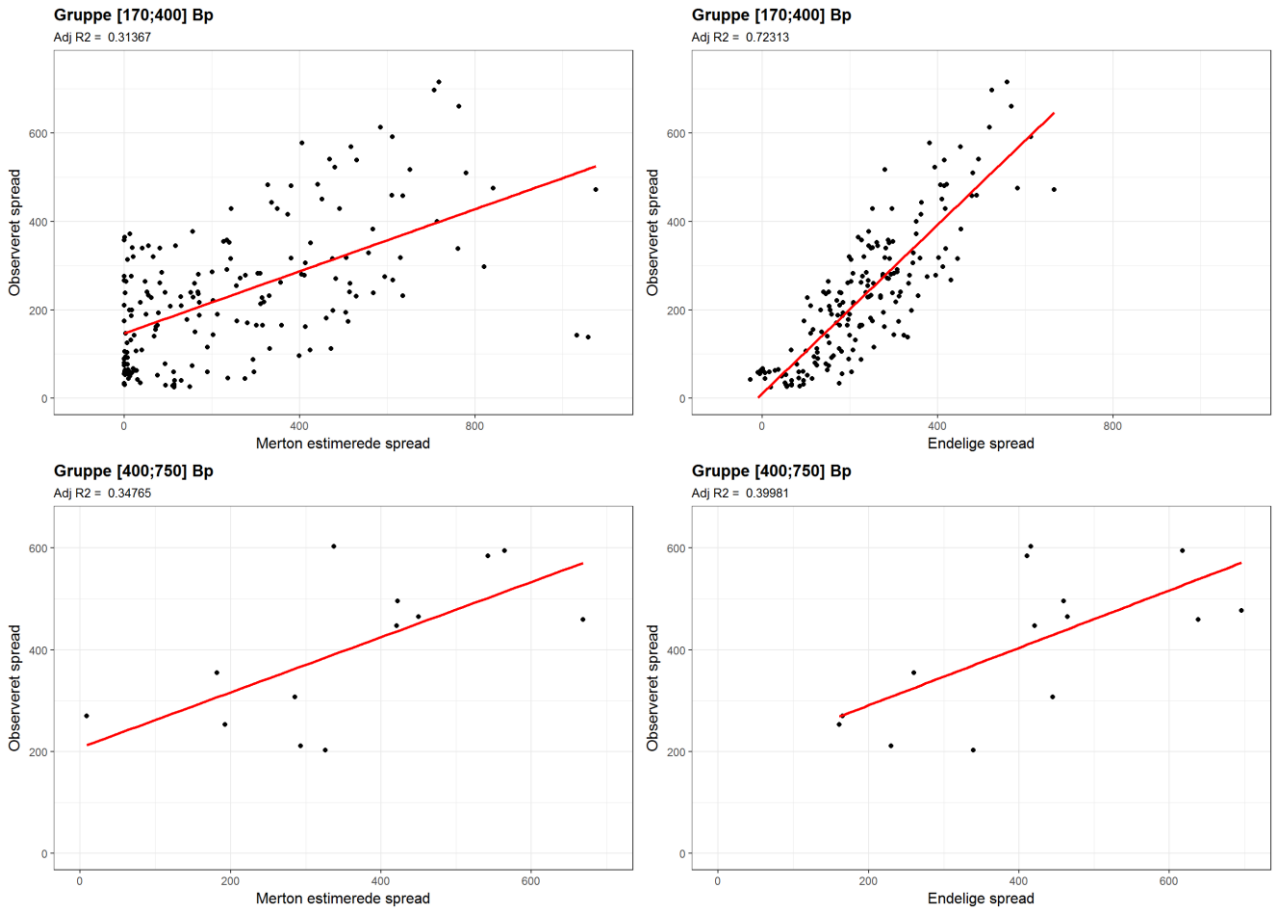
Figur 12.1: Illustrationer af sammenhængen mellem observeret spread og henholdsvis Merton estimerede spread og endelige spread for hele perioden (Output R, Egen tilvirkning)

Vi ser en markant forbedring med en R^2 værdi på 0.73 sammenlignet med den tidligere R^2 på 0.47, som bemærkes at være en smule forbedret ved det nye begrænsede datasæt. Den udvidede Merton models problem ved estimater omkring nul er mindsket i den nye model, og alle vores observationer ligger pænt på en ret linje, der tilnærmelsesvist skærer i (0,0). Endvidere er den gennemsnitlige difference lig nul og den gennemsnitlige absolutte difference er tæt på halveret fra 85.86 bp til 43.12 bp. Det kan således konkluderes, at vores regressionsmodel i høj grad forbedrer forklaringsgraden og giver forholdsvis præcise estimater af spreads.

Vi vil nu betragte de interval grupperinger, som blev bestemt i afsnit 5.2 *Subdivision af data*. Vi vil her udelukkende betragte de nye plots samt R^2 værdierne for at se, i hvilke grupper modellen har størst forbedring. Endvidere vil vi lægge vægt på, hvorvidt hældningen på den bedste rette linje er lig 1, og om den skærer i (0,0). Plottene for interval grupperinger er præsenteret herunder,



Figur 12.2: Illustrationer af sammenhængen mellem observeret spread og henholdsvis Merton estimerede spread og endelige spread opdelt på interval grupperinger (Output R, Egen tilvirkning)



Figur 12.2: Illustrationer af sammenhængen mellem observeret spread og henholdsvis Merton estimerede spread og endelige spread opdelt på interval grupperinger (Output R, Egen tilvirkning)

Vi betragter først gruppen [0;35], hvor den nye model løser problemet omkring, at alle observationer blev estimeret til nul, hvor en række spreads nu bliver estimeret. Den får i stedet problemer med, at flere observationer bliver negative, hvilket ikke er muligt i praksis. Vi foretager ikke korrektion af disse værdier, da regressionens bidrag til den udvidede Merton model skal vurderes uden yderligere korrektioner. Ser vi på gruppen for [35;70] er problemet med negative estimater stadig udtalt, men forklaringsgraden bliver forbedret en smule. Det kan sluttes, at vores nye model stadig har problemer med de sikre virksomheder, men generelt en mindre tendens til underestimering.

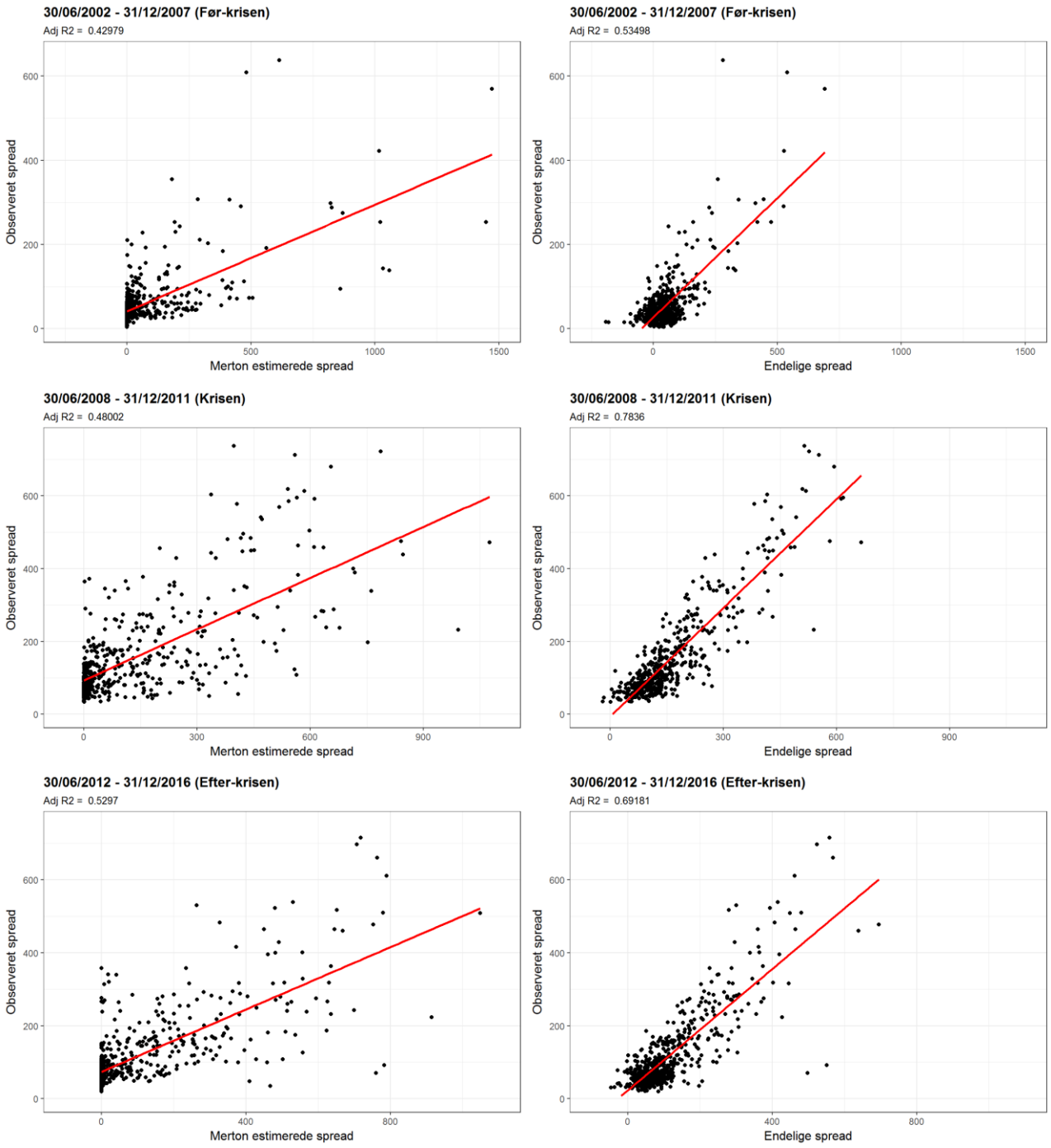
Vi betragter nu plottet for gruppen [70;170], hvor der er markante forbedringer. Alle observationer ligger pænt omkring en ret linje, med en hældning tæt på 1, på nær enkelte outliers. Der kommer langt højere

præcision og mange af de tidligere outliers, som den udvidede Merton model tildeler meget høje spreads, er nu rettet ind. Det bekræftes af en forbedret R^2 værdi på 0.67 sammenlignet med 0.43.

Gruppen [170;400] har den største forbedring med en R^2 værdi, der stiger fra 0.31 til 0.72. Vi ser en klar systematik med observationer omkring en ret linje med hældning tæt på 1 og skæring gennem (0,0). Således må vores endelige model siges at have særdeles god forklaringsgrad for virksomheder i denne gruppering.

Sidst betragter vi gruppen [400;750], hvor vi ser en begrænset effekt på R^2 værdien. Den bedste rette linje får dog en hældning tættere på 1, samt en skæring af y-aksen, der er tættere på (0,0), hvorfor modellen marginalt forbedrer præcisionen i denne gruppe.

Vi betragter nu resultaterne fra de tre perioder, som er præsenteret herunder,



Figur 12.3: Illustrationer af sammenhængen mellem observeret spread og henholdsvis Merton estimerede spread og endelige spread opdelt på de tre perioder (Output R, Egen tilvirkning)

I før-krise perioden er der et stort problem med negativt estimerede værdier. Vi ser en forbedret R^2 værdi, der stiger fra 0.43 til 0.53. Der er dog manglende præcision i form af både over- og underestimering. Punkterne ligger pænere omkring den bedste rette linje, hvor hældning nu er kommet tættere på 1.

I krise perioden er der en markant forbedring, og modellen opnår den bedste forklaringsgrad, vi har set med en R^2 værdi på 0.78, samt hældning på 1 og skæren i (0,0). Det ses desuden, at alle punkterne ligger pænt omkring linjen på nær enkelte outliers. Vi kan konkludere, at vores udvidede Merton model i samspil med regressionsmodel får særdeles god præcision i krise perioden.

Sidst betragter vi efter-krise perioden. Denne periode har en lavere R^2 værdi sammenlignet med krise perioden, men den har større forklaringsgrad end den udvidede Merton model i samme periode. Alle punkterne ligger pænt om den rette linje med hældning på lidt under 1 og med skæring i (0,0). Der er dog 2 markante outliers med observerede spreads under 100 bp, men med estimerede spreads på cirka 525 bp. Disse 2 observation havde estimerede spreads omkring 750 bp i vores udvidede Merton model, hvorfor der stadig er tale om en forbedring. Det kan konkluderes, at den nye model har høj præcision i efter-krise perioden bortset fra få outliers.

12.1 Delkonklusion

Det kan konkluderes, at vores regressionsmodel tilføjer markant forklaringsgrad til vores udvidede Merton model, og at de to modeller sammen opnår høj præcision. Vi fandt, at der for de sikre virksomheder i grupperne [0;35] og [35;70] stadigvæk er begrænset forklaringsgrad, hvorimod der nu er høj forklaringsgrad for de usikre virksomheder i grupperne [70;170] og [170;400]. Endvidere ser vi, at forklaringsgraden kun er begrænset forbedret i før-krisen perioden, mens den er markant forbedret i både krise og efter-krise perioden. Alt i alt kan konkluderes, at vores model har øget forklaringsgraden i forholdt til vores udvidede Merton model, men at den for sikre virksomheder og i før-krise perioden stadig kan forbedres yderligere.

13 Kritik af regressionsmodellen og den endelige model

I dette afsnit vil vi behandle nogle af de aspekter i vores regressionsproces, som kan diskuteres og kritiseres. Dette for at klargøre eventuelle svagheder samt diskutere baggrunden for vores valg.

I regressionsprocessen varierer antallet af observationer modellerne imellem. Det skyldes, som beskrevet i afsnit 10.4, at der er manglende observationer for nogle input variable. Vores metode til behandling af dette, er at anvende det størst mulige antal observationer for hver regressionsmodel. Vi kan derfor få flere observationer løbende igennem processen, hvis bestemte variable ekskluderes. I anvendelsen af denne metode skal vi være opmærksomme på, hvilke antagelser der ligger bag, da valg af behandling af antal obligationer kan påvirke både valg af regressionsmodel og valg af de forklarende variable. Vi vil i det følgende beskrive yderligere to metoder til behandling af antal obligationer, og derefter se på fordele og ulemper ved anvendelsen af vores metode og de alternative metoder. Den første alternative metode (I) er at fjerne alle observationer med en manglende værdi for en af de undersøgte input variable. Derved reduceres datasættet inden regressionsprocessens igangsættelse, hvorefter disse observationer ikke tilføjes igen, idet eventuelle input variable med begrænsede observationer udelades. Den anden alternative metode (II) er, at alle manglende observationer får middelværdien af de tilgængelige observationer. Ved denne metode fjernes observationer ikke, og de manglende observationer får i stedet lov at påvirke modellen igennem de estimerede middelværdier. Fordelen ved metode (I) er konsistens i antallet af observationer, da det vil være det samme igennem hele regressionsprocessen, imens ulempen er, at undersøgerens datasæt kan blive relativt lille, hvis der er variable med mange manglende observationer. Ved metode (II) er fordelen, at når en observation kun mangler værdien for en enkel variabel, vil observationen ikke udgå og derfor stadig have brugbar information om de andre variable. Problemet med denne metode er, at ved mange manglende observationer vil variansen i dataene reduceres og modellen påvirkes, så data ikke længere viser den sande varians, som benyttes i signifikanstest. Desuden bliver de estimerede koefficienter påvirket af disse middelværdier, hvilket kan ødelægge deres forklaringsgrad.

I vores datasæt varierer antallet af observationer fra 1,237 til 2,192 i forhold til, hvilke input variable der vælges. Ved metode (I) og (II) ville vi tabe henholdsvis en stor del af vores observationer eller miste variansen i vores datasæt samt påvirke estimationen af vores koefficienter. I vores valgte metode

komprimeres variansen eller antallet af observationer ikke mere end nødvendigt. Til gengæld har vi et inkonsistent antal observationer, der ændrer sig undervejs i regressionsprocessen. I tilfælde af systematik i de manglende observationer vil vores metode være biased. Det skyldes, at hvis alle risikofyldte virksomheder eksempelvis ikke rapporterer EBITDA over totale aktiver, vil vores resultater blive misvisende, da inkludering af variablen vil fjerne de risikofyldte virksomheder fra vores studie. Dette imens ekskludering af variablen vil medføre, at vi stadig har disse virksomheder i undersøgelsen. Vi er opmærksomme på denne problematik, og har ud fra undersøgelse af datasættet ikke observeret tegn på systematik i manglende observationer.

Vores anvendelse af en ”Fixed effect” model har nogle implikationer, hvilket vil blive behandlet i det følgende. I en ”Fixed effect” model tildeles hver virksomhed et specifikt intercept, der er konstant over tid. Her vil antallet af observationer over tid for en given virksomhed kunne påvirke interceptet og derved præcisionen af den estimerede difference. Vores datasæt er ikke balanceret, og vi har derfor et varierende antal observationer per virksomheder. Desuden er der få tilfælde, hvor virksomhederne kun har en enkelt observation. I disse tilfælde vil interceptet blive estimeret således, at vores model har 100% præcision. Sådan en situation vil bidrage til modellens forklaringsgrad, men den vil ikke bidrage til vores undersøgelses formål. Det skyldes, at den reelt ikke viser om parameter estimaterne er præcise, da interceptet kan sættes til enhver værdi. Vi har valgt ikke at korrigere for disse observationer, idet deres vægt i modellen er minimal.

Valget af en ”Fixed effect” model motiverer en diskussion af regressionsmodellens anvendelse i out-of-sample overfor in-sample undersøgelser. Den endelige regressionsmodel er opnået igennem tre processer. Den første proces behandlede korrelationer, og der foretoges en række test af datasættet. Dernæst fjernede vi insignifikante input variable fra modellen. Den tredje proces øgede robustheden overfor forskellige perioder, så de forklarende variable havde et konsistent bidrag på den afhængige variabel. Valgene undervejs i processerne er velbegrundede, og flest mulige observationer er anvendt i hvert led. Denne tilgang er relativ robust overfor out-of-sample undersøgelse af lignende data fra eksempelvis et andet land. Problemet opstår i forbindelse med vores ”Fixed effects” modeltype, hvor de undersøgte virksomheder tildeles en specifik værdi. Som det fremgår af afsnit 11.2 *Forklarende variable og estimerede parametre*, kan disse intercepts variere betydeligt. Det medvirker, at ved implementering af vores regressionsmodel på et out-of-sample datasæt, kan vi ikke anvende de virksomheds specifikke

intercepts, da det vil indeholde andre virksomheder. Her kan i stedet anvendes en middelværdi af interceptet, som så anvendes på alle virksomhederne. Når vi tester denne type implementering på vores datasæt, får vi følgende forklaringsgrader for de tre situationer,

Model	R-squared
Oprindelige udvidede Merton model	0.4675
Den endelige model *(gennemsnitlig "Fixed effects")*	0.5856
Den endelige model *(virksomhedsspecifik "Fixed effects")*	0.7292

Tabel 13.1: Oversigt over forklaringsgrader af den oprindelige Merton model og den endelige model ved ændring af "Fixed effects" (Output R, Egen tilvirkning)

Tabellen viser, at forklaringsgraden falder, når der anvendes et gennemsnitligt intercept sammenlignet med virksomhedsspecifikke intercepts. Til gengæld er forklaringsgraden stadig højere med et gennemsnitligt intercept i forhold til den oprindelige udvidede Merton model. Dette argumenterer for, at vores regressionsmodel til en hvis grad er anvendelig på et out-of-sample datasæt ved anvendelse af et gennemsnitligt intercept. Det vil være muligt at anvende modellen med virksomhedsspecifik "Fixed effect", hvis den anvendes for samme virksomheder på ny data, hvor det ikke er muligt at observere spreads i markedet, eller hvor der er behov for et "sanity" tjek af de observerede spreads.

I vores endelige model estimerer vi et antal negative spreads. Størstedelen af disse ligger i før-krise perioden og fremgår af figur 12.3 i kapitel 12. Det er ikke muligt i praksis at observere negative spreads, da det vil svare til at modtage en præmie for at forsikre sig imod konkursrisiko. Vores model har derfor et problem. Der er flere metoder til at undgå dette problem, og derved forbedre modellen så den opnår en højere forklaringsgrad. Alan et al. (2013) beskriver en metode, hvor der benyttes en trunkeret paneldata regression. En trunkering består i systematisk at fjerne observationer, hvor den afhængige variabel ligger udenfor et givet interval. Det kan være et lukket interval eller enten en nedre eller øvre grænse. I en paneldata regression med det endelige spread som afhængige variabel, og en række inputs som forklarende variable, kan der fortages en én-siddet trunkering med nedre grænse på værdien 0. Her vil alle observationer med et negativt estimeret spread ekskluderes fra modellen. Problemet er, at vores model er mere kompliceret end dette, idet vi estimerer differencen og ikke det endelige spread. Det

betyder, at vi skal foretage en sammenlægning af vores estimerede difference fra regressionsmodellen og spread fra den udvidede Merton model, før vi kan afgøre, om det endelige spread er negativt. En anden metode til behandling af negative spreads er transformation af den afhængige variabel. Ser vi igen på en paneldata regression med det endelige spread som afhængige variabel, vil en log transformation af de estimerede spreads ekskludere alle negative værdier. Her opstår samme problem som ved første metode, at vores model er mere kompliceret end denne metode tillader. Dette fremgår i afsnit 11.3 *Modellens residualer*, hvor problemstillingerne i forbindelse med transformation af vores afhængige variabel er beskrevet. Vi kan slutte, at vores metode gør det svært at undgå negative spreads, hvorfor forbedring af modellen på dette område er motivation for videre studier.

14 Konklusion

Vi har i denne opgave opstillet en udvidet Merton model til estimering af kreditrisiko på det europæiske marked. I valget mellem CDS spreads og virksomhedsobligations spreads som proxy for kreditrisiko, fandt vi at CDS spreads var mest passende til vores undersøgelse. Vi anvendte derfor mere specifikt den udvidede Merton model til estimering af CDS spreads. Som input til modellen var det nødvendigt at bestemme en række variable, som ikke kan observeres i markedet. Payout ratio blev bestemt ud fra det gennemsnitlige niveau i vores sample, idet der var begrænsede virksomheder med data. Endvidere var der store udsving i payout ratio værdierne, som ikke var afspejlet i de tilsvarende observerede CDS spreads. Recovery rate samt konkursgrænsen blev bestemt ved værdier, der var benyttet i litteraturen ved lignende studier. Værdien og volatiliteten for virksomhedens aktiver blev bestemt ud fra den naive metode præsenteret af Bharath og Schumway (2004), idet denne metode viste størst forklaringsgrad for vores udvidede Merton model.

Vores udvidede Merton model har begrænset præcision i estimering af CDS spreads med en R^2 værdi på 0.42. Det konkluderes, at modellen har lav forklaringsgrad ved sikre virksomheder med et lavt spreadniveau grundet underestimering af spreads. Modellen har bedre præcision for de usikre virksomheder, hvor underestimeringen er mindre udtalt. Resultaterne for vores udvidede Merton model er i overensstemmelse med andre studier på området, der ligeledes finder underestimering ved lavere spreads, og en bedre men stadig begrænset forklaringsgrad for højere spreads (Eom et al., 2004). Det kan desuden konkluderes, at modellen har bedre forklaringsgrad i krise og efter-krise perioden, hvor der generelt er et højere spreadniveau.

I kritikken af den udvidede Merton model fandt vi, at modellen har en række systematiske årsager til fejl, som kan udbedres på forskellig vis. En afgørende systematisk fejl er, at modellen ved sikre virksomheder underestimerer konkurssandsynligheden og dermed deres CDS spreads. Vi fandt herunder, at de observerede spreads kun i begrænset omfang afhænger af egenkapitalens volatilitet, hvorimod modellens spreads viser stor sammenhæng. Dette medfører, at modellen systematisk fejlestimerer spreads. Vi konkluderede desuden, at en række af antagelserne i den udvidede Merton model ikke er gældende i praksis, hvilket med høj sandsynlighed påvirker forklaringsgraden. Endvidere har den udvidede Merton model et begrænset antal input variable, hvilket medfører manglende forklaringsgrad.

Vi identificerede 15 input variable til vores regressionsmodel, hvoraf fem indgår i vores udvidede Merton model. De ti nye variable er bestemt ud fra økonomisk teori om disse inputs, der vil påvirke kreditrisikoen eller på anden måde vil have påvirkning på CDS spreadet. Størstedelen af de udvalgte inputs lægger sig enten til virksomhedens regnskab eller den økonomiske situation på markedet.

Vi opstillede en paneldata regression på differencen mellem den udvidede Merton model og de observerede spreads. Paneldata regressionen bliver udført gennem en FGLS metode med ”Fixed effects”. Det konkluderes, at vi har opstillet en model, hvor alle underliggende antagelser er opfyldt.

Gennem metoden stepwise backward regression fjernede vi alle insignifikante variable. Dette gav en model med 12 input variable. Vi testede nu modellen i tre perioder, og fjernede input variable med et inkonsistent bidrag til modellen. Vi ender med en model med syv input variable, der alle giver et konsistent bidrag til modellen og er signifikante på 1% niveauet. Endvidere har regressionsmodellen en R^2 værdi på 0.80 og dermed en høj forklaringsgrad for differencen mellem den udvidede Merton models estimater og det observerede CDS spread.

Det konkluderes, at de syv endelige inputvariables påvirkning på modellen har en økonomisk forklaring. Input variablene egenkapitalens volatilitet, gearing og dummy for konkurssandsynlighed er indeholdt i den udvidede Merton model, og tilfører yderligere forklaringsgrad end i den oprindelige model. EBITDA over totale aktiver beskriver den økonomiske sundhed i virksomheden, og illikviditet er givet ved illikviditeten af den givne CDS. Den sidstnævnte variabel beskriver ikke kreditrisiko, men er i stedet inkluderet for at undgå omitted variable bias og ydermere opnå en mere præcis regressionsmodel. Sidst indeholder modellen markedsafkastet og en dummy for den finansielle krise, der beskriver den økonomiske situation på markedet. Det kan konkluderes, at inputvariablene både korrigerer den udvidede Mertons oprindelige resultat ved brug af samme inputs og yderligere tilføjer økonomisk forklaring, som ikke bliver behandlet i den udvidede Merton model.

I den endelige implementering af paneldata regressionen benyttede vi et mere begrænset datasæt, idet der er et antal færre observationer for nogle af vores input variable. Ved den endelige model sammenlignes derfor med den udvidede Merton model på samme datasæt med R^2 på 0.47. Vi fandt ved implementeringen af paneldata regressionen en stadig begrænset forklaringsgrad for de sikre virksomheder og en høj forklaringsgrad for de usikre virksomheder. Vi fandt endvidere, at

forklaringsgraden kun er begrænset forbedret i før-krise perioden, mens den er markant forbedret i både krise og efter-kriser perioden. For hele datasættet, fandt vi en forøgelse af R^2 fra 0.47 til 0.73 ved implementeringen af paneldata regressionen. Vi kan derfor konkludere, at vores paneldata regression i høj grad har forbedret den udvidede Merton model.

14.1 Videre studier

I det følgende vil vi gennemgå forslag til yderligere studier af emnet, som vi vurderer, vil være relevante. Afsnittet skal ikke ses som en udtømmende gennemgang af mulige udvidelser af studiet eller en gennemgang af metoden for videre studier. Derimod skal afsnittet ses som en henvisning til hvilke områder, der kunne være interessante at undersøge i et udvidet og mere omfattende studie.

I et videre studie vil det være interessant at benytte vores metodik på andre udvidelser af Merton modellen. Det betyder, at vores udvidede Merton model, kan udskiftes med en anden udvidelse af Merton modellen, hvorefter en ny paneldata regressionsmodel kan implementeres. Det kan eksempelvis være udvidelser, der ændrer estimeringen af konkurssandsynligheden. Her kan nævnes Feldhütter og Schaefers (2016) model, hvor der implementeres empiriske konkurssandsynligheder, som forbedrer præcisionen af modellen. Et andet eksempel er KMV-Merton modellen, beskrevet af Bharath og Schumway (2004), som anvender empiriske industri konkurssandsynligheder og modellerer konkurssandsynligheden år for år. Hvis vi i stedet ser på en anden type udvidelse, er modellen af Collin-Dufresne og Goldstein (2001) relevant. Her antages, at gældsniveauet hos en virksomhed vil bevæge sig mod et gennemsnitsniveau, hvilket tillader fremtidige ændringer af kapitalstrukturen for virksomheder. Ved at anvende en af de ovenstående udvidelser af Merton modellen og derefter foretage en paneldata regression, kan vi få et indblik i anvendeligheden af vores metodik. Endvidere er der potentiel mulighed for at opnå højere samlet forklaringsgrad, end den vi fandt i vores studie.

Vi har fundet vores endelige model ud fra et specifikt datasæt, en såkaldt in-sample undersøgelse. For at teste anvendeligheden af modellen vil det være interessant at foretage en out-of-sample analyse. En out-of-sample analyse kan fortælle, om modellen er begrænset til vores specifikke datasæt, eller om den kan benyttes på et andet datasæt og dermed have en mere praktisk anvendelse. Denne out-of-sample undersøgelse kunne foretages på en anden periode med samme virksomheder, hvor vores estimerede ”Fixed effects” kunne benyttes, eller på et andet sample med andre virksomheder, hvor et gennemsnitligt

intercept ville benyttes. Sådan en undersøgelse vil give informationer om modellens robusthed og videre anvendelighed.

Som nævnt i kapitel 13 *Kritik af regressionsmodellen og den endelige model*, estimerer vores endelige model et antal negative værdier. Vi konkluderer, at de gængse metoder til at undgå disse estimater ikke uden videre kan implementeres i vores model. I et fremtidigt studie vil det derfor være interessant at finde en løsning på dette problem, og derved forbedrer forklaringsgraden samt brugbarheden af modellen.

Der er determinanter for kreditrisiko, som ikke har været genstand for vores undersøgelse, som kan have indflydelse på CDS spreadet. Det kunne være interessant at undersøge disse determinanters påvirkning i videre studier. I vores kritik af Merton i afsnit 9.1.5 nævner vi, at den udvidede Merton model ikke tager højde for kvalitativ data. Det er muligt at inkorporere kvalitativ data i form af scorecards som input variabel i regressionen. Inddragelse af kvalitativ data kan potentielt give en højere forklaringsgrad i modellen. En anden interessant input variabel er modpartsrisiko. Det er svært at bestemme påvirkningen af denne, grundet kompleksiteten ved en eventuel estimation heraf. Den vil dog med stor sandsynlighed kunne tilføje forklaringsgrad til modellen, særligt i krise perioden, hvor effekten vil forstærkes. Input variablen ratings er ofte anvendt i tidligere undersøgelser, og egner sig til blandt andet inddeling af data i subdivisioner. I vores undersøgelse har vi ikke inkluderet denne grundet licens restriktioner. Det kunne dog være interessant at anvende eksempelvis Moody's ratings som input variabel i regressionsmodellen. Både for at undersøge sammenhængen imellem rating-kategorier og observerede CDS spreads, men også som forklarende variabel i den endelige model efter anvendelse af den udvidede Merton model.

Vi kan slutte, at der er rig mulighed for videre studier af vores opstillede model, hvor vi især finder de ovenstående emner relevante.

15 Litteraturliste

Artikler,

Alan, S., Honoré, B. E., Hu, L. og Leth-Petersen, S. (2013), “Estimation of Panel Data Regression Models with Two-Sided Censoring or Truncation”, Journal of Econometric Methods.

Altman, E. I. (1968), “Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy”, The Journal of Finance.

Bai, J. og Collin-Dufresne, P. (2011), “The Determinants of the CDS-Bond Basis During the Financial Crisis of 2007-2009”, Netspar Discussion Papers.

Bharath, S. T. og Shumway, T. (2004), “Forecasting Default with the KMV-Merton Model”, SSRN Electronic Journal.

Black, F. og Cox, J. C. (1976), “Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions”, The Journal of Finance.

Blanco, R., Brennan, S. og Marsh, I. W. (2005), ”An Empirical Analysis of the Dynamic Relation between Investment-Grade Bonds and Credit Default Swaps”, The Journal of Finance.

Breusch, T. S. og Pagan, A. R. (1979), ”A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation”, Econometrica.

Chen, R., Cheng, X., Fabozzi, F. J. og Liu, B. (2008), ”An Explicit, Multi-Factor Credit Default Swap Pricing Model with Correlated Factors”, The Journal of Financial and Quantitative Analysis.

Chen, L., Collin-Dufresne, P. og Goldstein, R. S. (2008), ”On the Relation Between the Credit Spread Puzzle and the Equity Premium Puzzle”, The Review of Financial Studies.

Collin-Dufresne, P. og Goldstein, R. S. (2001), “Do Credit Spreads Reflect Stationary Leverage Ratios?”, The Journal of Finance.

Croissant, Y. og Millo, G. (2008), “Panel Data Econometrics in R: The plm Package”, Journal of Statistical Software.

Duffie, D., Pan, J. og Singleton, K. J. (2000), ”Transform Analysis and Asset Pricing for Affine Jump Diffusion”, Econometrica.

Duffie, D. og Singleton, K. J. (1999), ”Modeling Term Structures of Defaultable Bonds”, Review of Financial Studies.

Eberhart, A. C., Moore, W. T. og Rosenfeldt, R. L. (1990), ”Security pricing and deviations from the absolute priority rule in bankruptcy proceedings”, The Journal of Finance.

Eom, Y. H., Helwege, J. og Huang, J. (2004), “Structural Models of Corporate Bond Pricing: An Empirical Analysis”, The Review of Financial Studies.

Feldhütter, P. og Schaefer, S. (2013), ”The Credit Spread Puzzle – Myth or Reality?”.

Feldhütter, P. og Schaefer, S. (2016), ”The Myth of the Credit Spread Puzzle”, Journal of Finance.

Franks, J. R. og Torous, W. (1989), “An Empirical Investigation of U.S Firms in Reorganization”, The Journal of Finance.

Geske, R. (1979), “The Valuation of Compound Options”, Journal of Financial Economics.

Gündüz, Y. og Uhrig-Homburg, M. (2014), ”Does Modeling Framework Matter? A Comparative Study of Structural and Reduced-Form Models”, Review of Derivatives Research.

Hausman, J. A. og Taylor, W. E. (1981), “Panel Data and Unobservable Individual Effects”, Econometrica.

Hillegeist, S. A., Keating, E. K., Cram, D. P. og Lundstedt, K. G. (2004), ”Assessing the Probability of Bankruptcy”, Review of Accounting Studies.

Huang, J. og Huang, M. (2012), ”How Much of the Corporate-Treasury Yield Spread is Due to Credit Risk”, The Review of Asset Pricing Studies.

Hull, J., Nelken, I. og White, A. (2004), “Merton’s Model, Credit Risk, and Volatility Skews”, Journal of Credit Risk.

Jarrow, R. A. og Turnbull, S. M. (1995), “Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk”, The Journal of Finance.

Koopmans, T. C. (1949), “Identification Problems in Economic Model Construction”, Econometrica.

Korajczyk, R. A. og Levy, A. (2003), ”Capital Structure Choice: Macroeconomic Conditions and Financial Constraints”, Journal of Financial Economics.

Leland, H. E. og Toft, K. B. (1996), ”Optimal Capital Structure, Endogenous Bankruptcy, and the Term Structure of Credit Spreads”, The Journal of Finance.

Longstaff, F. A., Mithal, S. og Neis, E. (2003), “The Credit-Default Swap Market: Is Credit Protection Priced Correctly?”.

Longstaff, F. A. og Schwartz, E. S. (1995), “A Simple Approach to Valuing Risky Fixed and Floating Rate Debt”, The Journal of Finance.

Merton, R. C. (1974), “On The Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates”, The Journal of Finance.

Mengle, D. (2007), “Credit Derivatives: An Overview”, Economic Review.

Ohlson, J. A. (1980), “Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy”, Journal of Accounting Research.

Pacelli, V. og Azzollini, M. (2011), ”An Artificial Neural Network Approach for Credit Risk Management”, Journal of Intelligent Learning Systems and Applications.

Schaefer, S. og Strebulaev, I. A. (2008), ”Structural models of credit risk are useful: Evidence from hedge ratios on corporate bonds”, Journal of Financial Economics.

Schneider, P., Sögner, L. og Veža, T. (2010), ”The Economic Role of Jumps and Recovery Rates in the Market for Corporate Default Risk”, The Journal of Financial and Quantitative Analysis.

Vasicek, O. (1977), “An Equilibrium Characterization of the Term Structure”, Journal of Financial Economics.

Weiss, L. A, (1990), “Bankruptcy resolution: Direct costs and violation of priority of claims”, Journal of Financial Economics.

Zhu, H. (2006), “An Empirical Comparison of Credit Spreads between the Bond Market and the Credit Default Swap Market”, Journal of Financial Services Research.

Bøger,

Bjerg, O. og Villadsen, K. (2006), ”Sociologiske metoder - fra teori til analyse i kvantitative og kvalitative studier”, 1. udg. Forlaget Samfundslitteratur.

Guba, E. (1990), “The Paradigm Dialog”, 1. udg. Sage Publications.

Deloitte (2013), ”Nye kapitalkrav til pengeinstitutter”, Industriens Finans.

Hull, John C. (2012), ”Options, Futures, and other Derivatives”, 8. udg. Pearson.

Lando, D. (2004), “Credit Risk Modeling: Theory and Applications”, 1. udg. Princeton Series in Finance.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C. og Hyndman, R. J. (1998), “Forecasting – Methods and Applications”, 3. udg. Wiley.

Moody’s (2016), ”Rating Symbols and Definitions”, Moody’s Investors Service.

Olsen, P. B. og Pedersen, K. (1999), ”Problemorienteret projektarbejde - en værktøjsbog”, 1. udg. Roskilde Universitetsforlag.

Plenborg, T. og Petersen, C. (2012), ”Financial Statement Analysis”, 1. udg. Prentice Hall.

Stock, James H. og Watson, Mark M. (2012), ”Introduction to Econometrics”, 3. udg. Pearson.

Wooldridge, Jeffrey M. (2002), “Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data”, The MIT Press.

Internetadresser,

Credit Market Daily (2016), ”Size of the Corporate Bond Market”, Internetadresse: http://www.creditmarketdaily.com/size-corporate-bond-market-overall-financials-non-financials-hy/ - Besøgt d. 05.05.2017.

ISDA (2010), “Market Surveys”, Internetadresse: https://www2.isda.org/functional-areas/research/surveys/market-surveys/ - Besøgt d. 12-03-2017.

ISDA (2017), ”Credit Default Swaps”, Internetadresse: http://www.swapsinfo.org/charts/swaps/notional-outstanding?date_start=2010-12-31&date_end=2017-01-20&products=snre%2Cindex&suggest=&search=&type=&submit=Update+Data – Besøgt d. 12-03-2017.

Yahoo S&P (2017), ”S&P 500 (^GSPC)”, Yahoo Finance. Internetadresse: https://finance.yahoo.com/quote/%5EGSPC/history?period1=1009753200&period2=1483138800&interval=1d&filter=history&frequency=1d – Besøgt d. 29-03-2017.

Yahoo VIX (2017), ”Vix (^VIX)”, Yahoo Finance. Internetadresse: https://finance.yahoo.com/quote/%5EVIX/history?period1=978390000&period2=1494540000&interval=1d&filter=history&frequency=1d – Besøgt d. 29-03-2017

16 Appendiks

16.1.1 Appendiks 1

Korrelationsmatrice (Output R, Egen tilvirkning),

	σ_E	L	σ_V	r_M	IL	r_f	V	A/V	E/TA	O/TA	CR	AEA	AI/V	D_{KS}	D_{FL}
σ_E	1.00	0.39	0.91	-0.41	0.62	0.02	-0.21	0.23	-0.14	0.07	0.04	0.53	0.32	-0.60	0.25
L	0.39	1.00	0.04	-0.11	0.51	-0.04	-0.21	0.07	-0.34	-0.05	-0.19	0.25	0.45	-0.67	0.11
σ_V	0.91	0.04	1.00	-0.41	0.42	0.05	-0.19	0.25	-0.03	0.09	0.12	0.43	0.19	-0.44	0.24
r_M	-0.41	-0.11	-0.41	1.00	-0.35	-0.18	0.03	-0.09	-0.03	-0.01	0.05	-0.20	-0.12	0.25	-0.34
IL	0.62	0.51	0.42	-0.35	1.00	-0.12	-0.20	0.24	-0.19	0.06	-0.04	0.46	0.25	-0.46	0.17
r_f	0.02	-0.04	0.05	-0.18	-0.12	1.00	-0.07	0.10	0.19	0.10	0.04	0.04	0.01	0.08	0.19
V	-0.21	-0.21	-0.19	0.03	-0.20	-0.07	1.00	-0.45	0.08	-0.23	-0.11	-0.14	-0.25	0.21	-0.06
A/V	0.23	0.07	0.25	-0.09	0.24	0.10	-0.45	1.00	0.17	0.26	-0.01	0.16	0.12	-0.19	0.14
E/TA	-0.14	-0.34	-0.03	-0.03	-0.19	0.19	0.08	0.17	1.00	0.27	-0.11	-0.12	-0.22	0.27	0.00
O/TA	0.07	-0.05	0.09	-0.01	0.06	0.10	-0.23	0.26	0.27	1.00	-0.13	0.02	0.19	-0.01	-0.06
CR	0.04	-0.19	0.12	0.05	-0.04	0.04	-0.11	-0.01	-0.11	-0.13	1.00	0.01	-0.05	0.07	-0.02
AEA	0.53	0.25	0.43	-0.20	0.46	0.04	-0.14	0.16	-0.12	0.02	0.01	1.00	0.20	-0.26	0.17
AI/V	0.32	0.45	0.19	-0.12	0.25	0.01	-0.25	0.12	-0.22	0.19	-0.05	0.20	1.00	-0.45	0.02
D_{KS}	-0.60	-0.67	-0.44	0.25	-0.46	0.08	0.21	-0.19	0.27	-0.01	0.07	-0.26	-0.45	1.00	-0.22
D_{FK}	0.25	0.11	0.24	-0.34	0.17	0.19	-0.06	0.14	0.00	-0.06	-0.02	0.17	0.02	-0.22	1.00

16.1.2 Appendiks 2

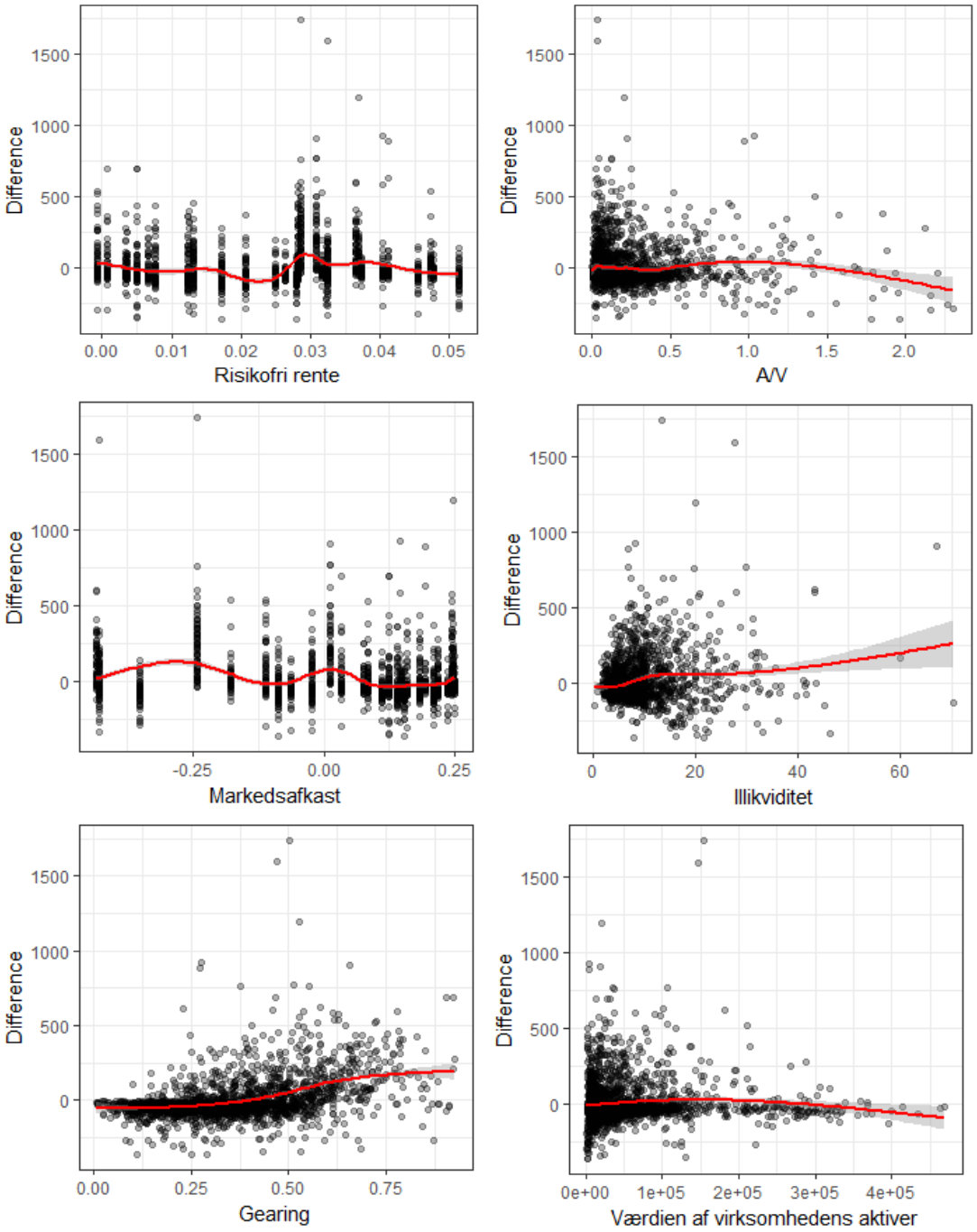
"Fixed effects" for hver virksomhed i regressionsmodellen Model6F (Output R, Egen tilvirkning),

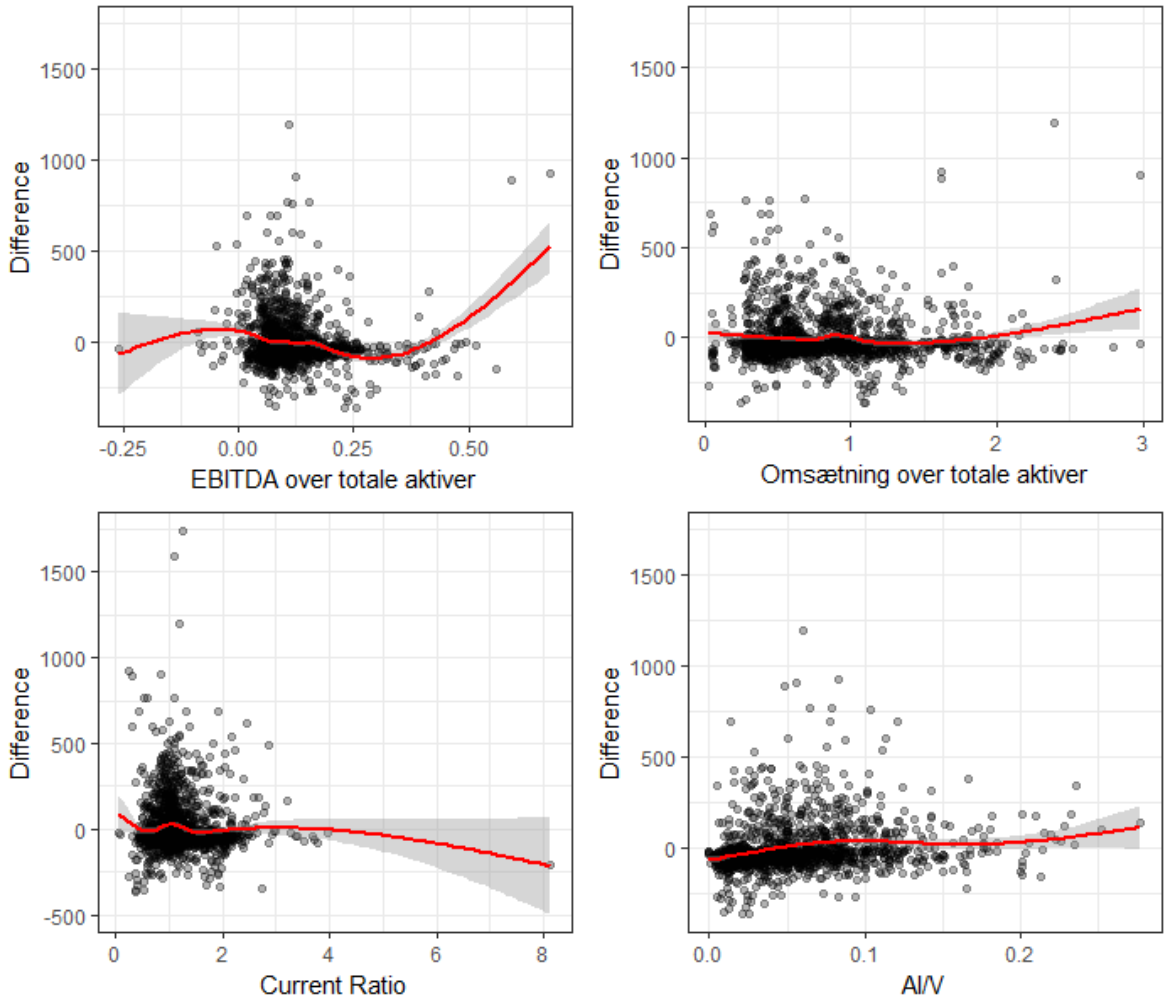
Firm	Estimate
Accor SA	-449.9
Airbus SE	-452.1
Akzo Nobel NV	-412.8
Alstom SA	-492.5
Anglo American PLC	-452.3
ArcelorMittal	-504.6
Astaldi SpA	-545.3
AstraZeneca PLC	-387.1
BAE Systems PLC	-425.8
Bouygues SA	-405.5
British American Tobacco PLC	-396.7
Carrefour SA	-393.2
Casino Guichard Perrachon SA	-430.5
Cie de Saint-Gobain	-431.7
Clariant AG	-490.4
Compass Group PLC	-394.2
Danone SA	-377.2
Deutsche Lufthansa AG	-442.7
Deutsche Post AG	-375.5
Deutsche Telekom AG	-382.4
Diageo PLC	-365.8
GlaxoSmithKline PLC	-372.0
Heineken NV	-393.8
Imperial Brands PLC	-436.4
ITV PLC	-524.1
J Sainsbury PLC	-429.9
Kering	-436.7
Kingfisher PLC	-425.2
Koninklijke Ahold Delhaize NV	-423.4
Koninklijke DSM NV	-395.5
Koninklijke KPN NV	-435.9
Koninklijke Philips NV	-409.4
Ladbrokes Coral Group PLC	-550.8
Lafarge SA	-456.7
LafargeHolcim Ltd	-406.4
Leonardo SpA	-418.6

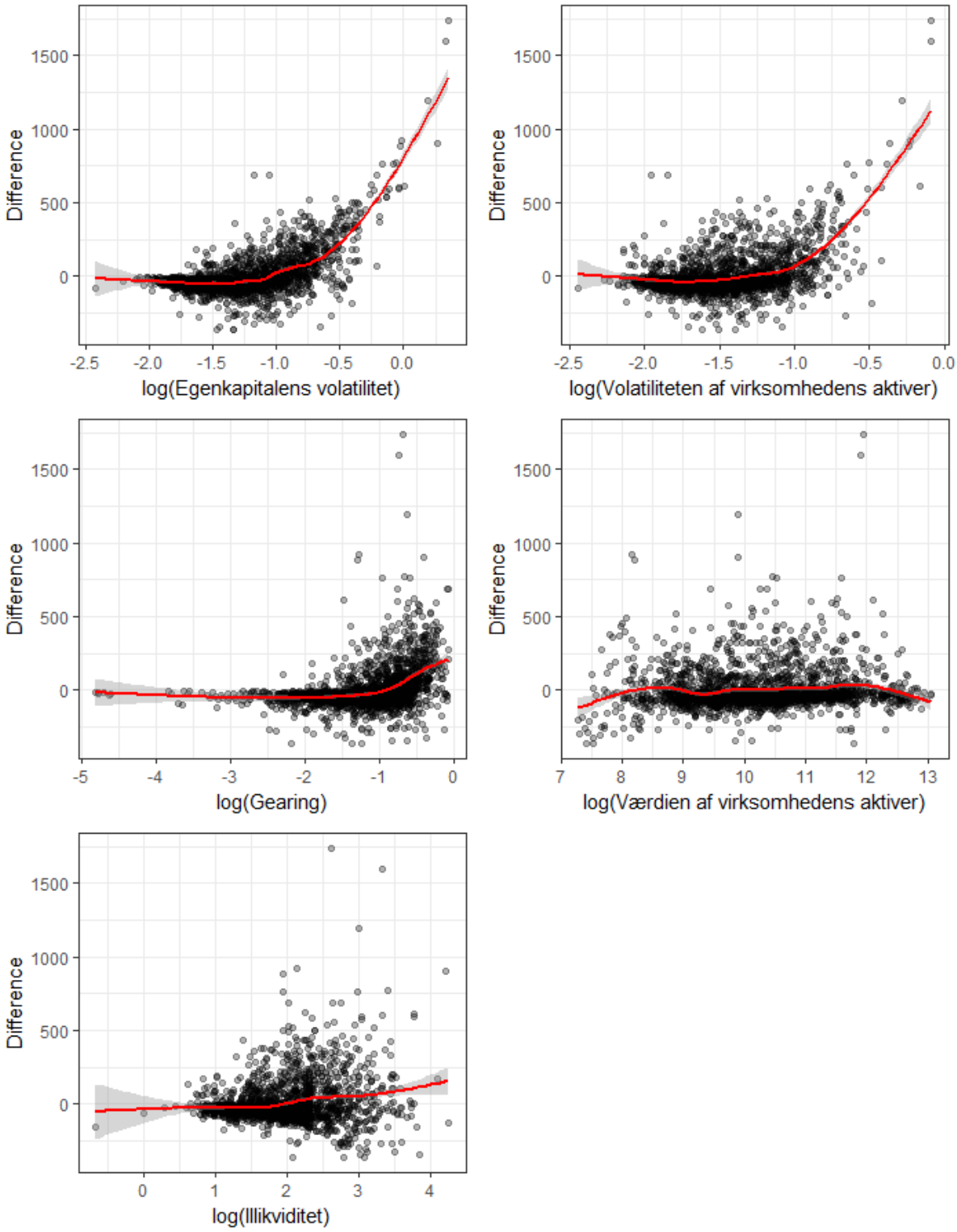
Firm	Estimate
LVMH Moet Hennessy Louis Vuitton SE	-408.8
Nestle SA	-294.6
Next PLC	-497.6
Orange SA	-430.2
Pearson PLC	-400.5
Pernod Ricard SA	-442.4
Peugeot SA	-442.9
PostNL NV	-398.1
Publicis Groupe SA	-398.6
Rallye SA	-453.9
RELX PLC	-383.9
Renault SA	-391.4
SABMiller PLC	-400.9
Safeway Ltd	-603.5
Sanofi	-384.9
SFR Group SA	-518.2
Sky PLC	-434.5
Solvay SA	-393.9
STMicroelectronics NV	-447.8
Tate & Lyle PLC	-419.2
TDC A/S	-345.2
Telecom Italia SpA/Milano	-419.9
Telefonica SA	-451.4
Telekom Austria AG	-417.7
Tesco PLC	-393.5
thyssenkrupp AG	-499.6
Unilever NV	-342.4
UPC Holding BV	-541.9
Valeo SA	-472.0
Vinci SA	-413.5
Vivendi SA	-411.9
Vodafone Group PLC	-420.9
Wendel SA	-468.8
Wolters Kluwer NV	-407.0

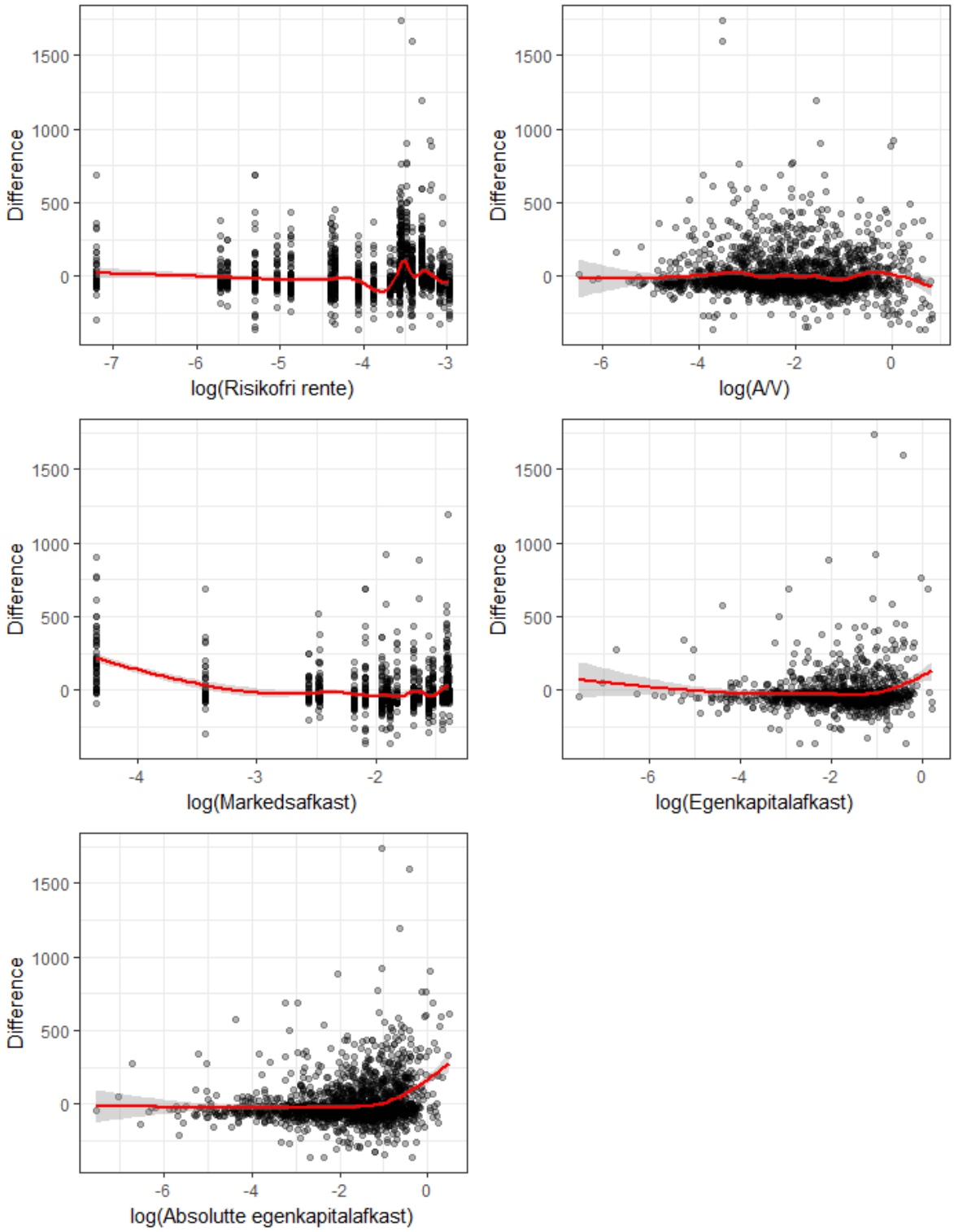
16.1.3 Appendiks 3

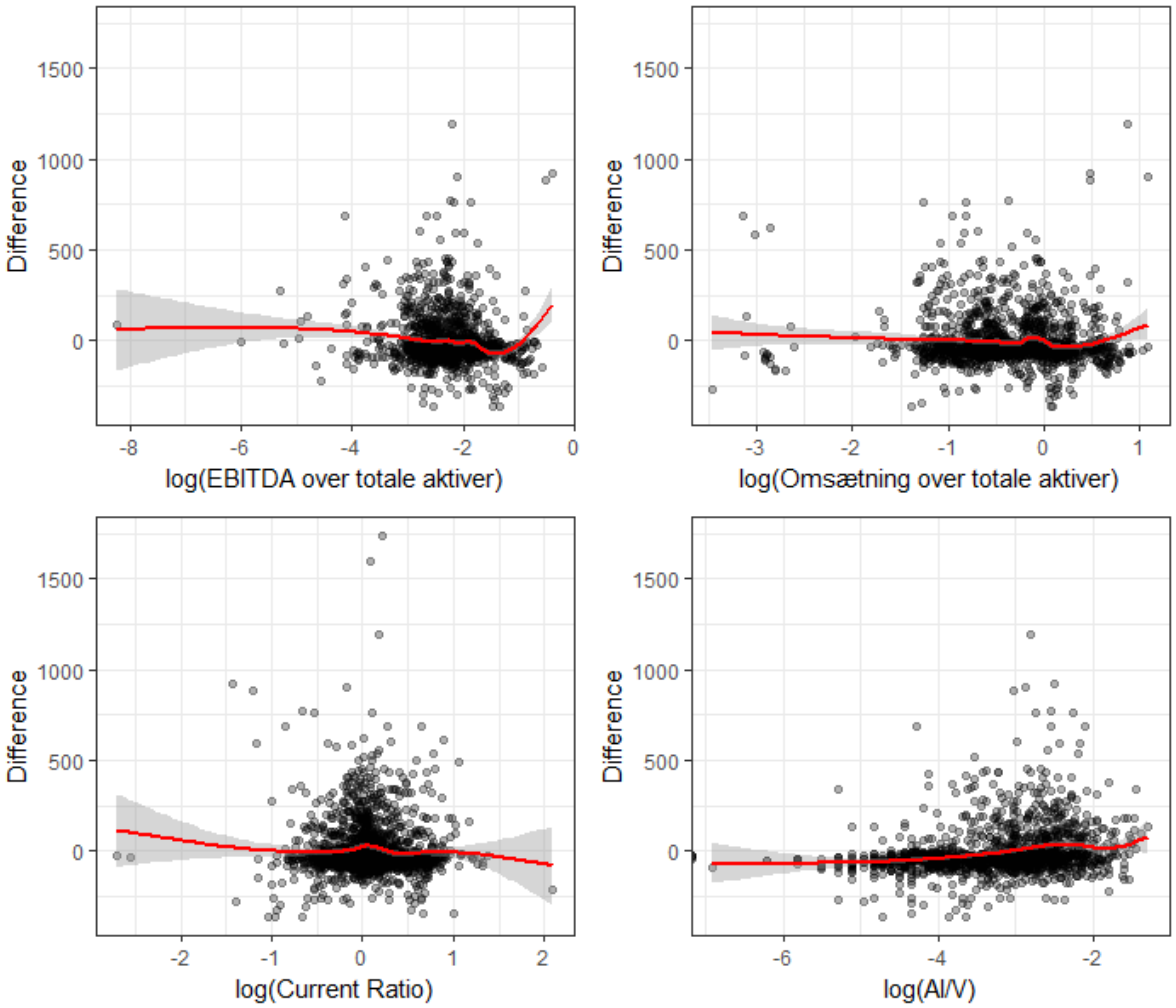
Illustrationer af sammenhængen mellem input variable og differencen, og de log transformerede input variable og differencen (Output R, Egen tilvirkning),




Difference
1500
1000
500
0
-0.25
0.00
0.25
0.50
EBITDA over totale aktiver
Difference
1500
1000
500
0
0
1
2
3
Omsætning over totale aktiver
Difference
1500
1000
500
0
-500
0
2
4
6
8
Current Ratio
Difference
1500
1000
500
0
0.0
0.1
0.2
AI/V


Difference
1500
1000
500
0
-2.5
-2.0
-1.5
-1.0
-0.5
0.0
log(Egenkapitalens volatilitet)
log(Volatiliteten af virksomhedens aktiver)
-5
-4
-3
-2
-1
0
log(Gearing)
7
8
9
10
11
12
13
log(Værdien af virksomhedens aktiver)
1
2
3
4
log(Illikviditet)


Difference
1500
1000
500
0
-7
-6
-5
-4
-3
log(Risikofri rente)
Difference
1500
1000
500
0
-6
-4
-2
0
log(A/V)
Difference
1500
1000
500
0
-4
-3
-2
log(Markedsafkast)
Difference
1500
1000
500
0
-6
-4
-2
0
log(Egenkapitalafkast)
Difference
1500
1000
500
0
-6
-4
-2
0
log(Absolutte egenkapitalafkast)


Difference
1500
1000
500
0
-8
-6
-4
-2
0
log(EBITDA over totale aktiver)
Difference
1500
1000
500
0
-3
-2
-1
0
1
log(Omsætning over totale aktiver)
Difference
1500
1000
500
0
-2
-1
0
1
2
log(Current Ratio)
Difference
1500
1000
500
0
-6
-4
-2
log(AI/V)

16.1.4 Appendiks 4

VBA kode for iterationsmetode (Output Excel, Egen tilvirkning),

```
Sub Solver()
Dim setAddr As String, ChgAddr As String
Dim i As Long

For i = 1 To 2215
solverreset
setAddr = Sheets("sheet1").Cells(i + 7, 26).Address
ChgAddr = Sheets("sheet1").Cells(i + 7, 17).Address
chgaddr2 = Sheets("sheet1").Cells(i + 7, 18).Address
chgaddr3 = Range(ChgAddr, chgaddr2).Address
ValAddr = Sheets("sheet1").Cells(i + 7, 5).Address
VolE = Sheets("sheet1").Cells(i + 7, 21).Address
VolV = Sheets("sheet1").Cells(i + 7, 20).Address

solverok setcell:=setAddr, bychange:=chgaddr3, maxminval:=1, engine:=1
solveradd cellref:=setAddr, relation:=(2), formulaText:=ValAddr
solveradd cellref:=VolE, relation:=(2), formulaText:=VolV
Solversolve True

Next i

End Sub
```

16.1.5 Appendiks 5

Kode fra statistik programmet R for opstilling af regressionsmodel (Output R, Egen tilvirkning),

```
model1F <- plm(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + AbEquityReturn + KonkursDummy +
Gearing + MarketReturn + Risikofrirente + AssetValue + PPE + EbitdaTotalAssets + Sa
lesTotalAssets + CurrentRatio  + CapAssetValue + date3_DEF,
              data = date3,
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "within",
              effect = "individual")


summary(model1F)


model1R <- plm(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + AbEquityReturn + KonkursDummy +
Gearing + MarketReturn + Risikofrirente + AssetValue + PPE + EbitdaTotalAssets + Sa
lesTotalAssets + CurrentRatio + CapAssetValue + date3_DEF,
              data = date3,
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "random",
              effect = "individual")


summary(model1R)


phtest(model1F,model1R)


summary(model1F)


bptest(model1F)


pwartest(model1F)


model2F <- pggls(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + AbEquityReturn + KonkursDummy
+ Gearing + MarketReturn + Risikofrirente + AssetValue + PPE + EbitdaTotalAssets +
SalesTotalAssets + CurrentRatio  + CapAssetValue + date3_DEF,
              data = date3,
```

```
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "within",
              effect = "individual")

summary(model2F)

model3F <- pggls(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + AbEquityReturn + KonkursDummy
+ Gearing + MarketReturn + Risikofrirente + AssetValue + PPE + EbitdaTotalAssets +
CurrentRatio  + CapAssetValue + date3_DEF,
              data = date3,
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "within",
              effect = "individual")

summary(model3F)

model4F <- pggls(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + AbEquityReturn + KonkursDummy
+ Gearing + MarketReturn + Risikofrirente + AssetValue + PPE + EbitdaTotalAssets +
CurrentRatio + date3_DEF,
              data = date3,
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "within",
              effect = "individual")

summary(model4F)

model5F <- pggls(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + AbEquityReturn + KonkursDummy
+ Gearing + MarketReturn + Risikofrirente + AssetValue + PPE + EbitdaTotalAssets +
CurrentRatio + date3_DEF,
              data = date3,
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "within",
              effect = "individual")

summary(model5F)
```

```
model6F <- pggls(NaiveDiff ~ EquityVol + Likviditet + KonkursDummy + Gearing + Mark
etReturn + EbitdaTotalAssets + date3_DEF,
              data = date3,
              index = c("Virksomhed","Date"),
              model = "within",
              effect = "individual")


summary(model6F)
```