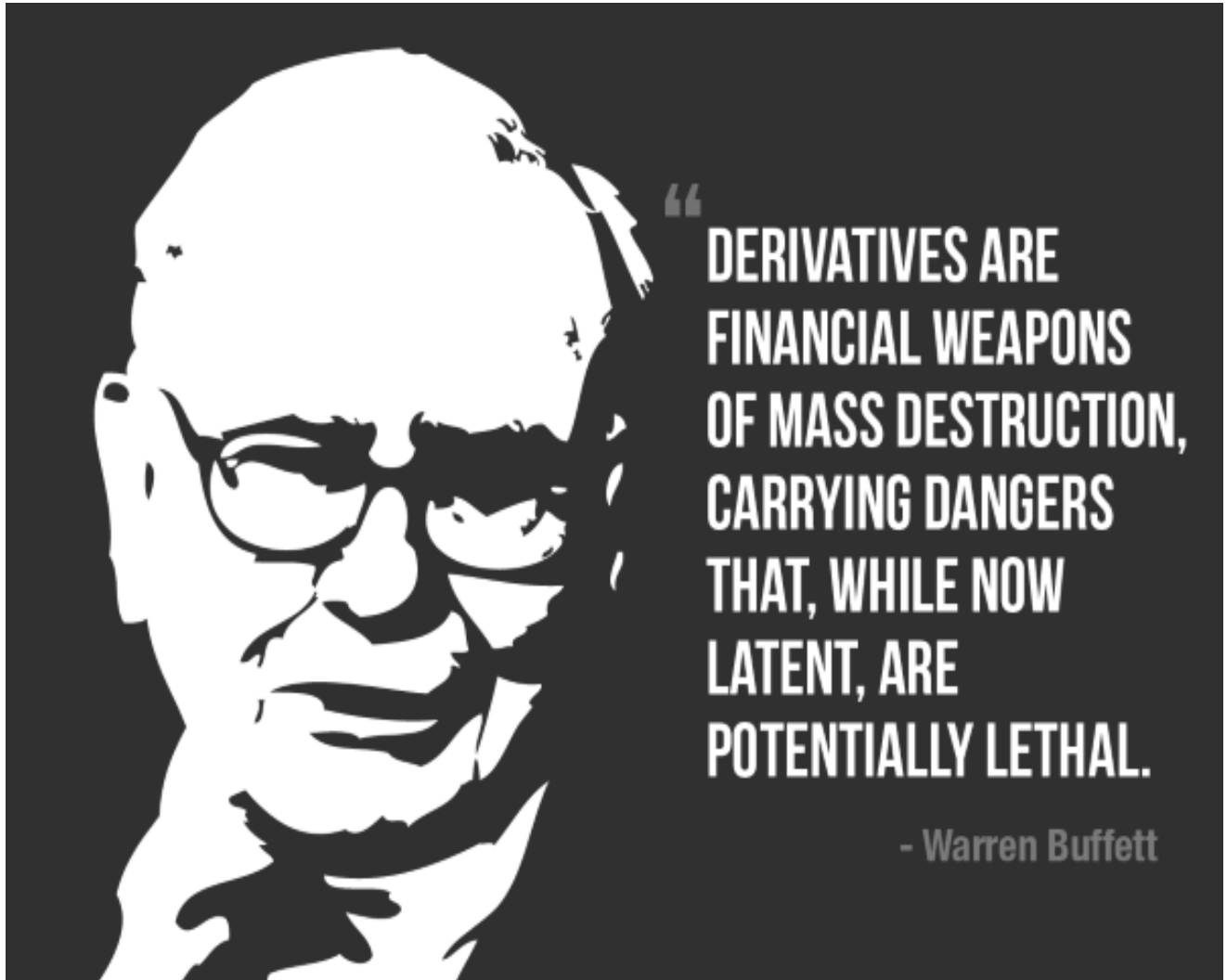


Korrekt risikokalibrering af OTC-derivater ved hjælp af XVA-reguleringer



HD (F) afgangsprøjsprojekt, Forår 2019

Vejleder: Oliver Sjølin

Daniel Johannessen & Rasmus Olskær Hansen

Antal anslag inkl. Mellemrum: **168.603**

Antal sider ekskl. forside, litteraturliste og bilag: **76 sider**

Indholdsfortegnelse

1. Executive Summary	4
2. Indledende afsnit.....	5
2.1. Problemstilling.....	6
2.2. Problemformulering	6
2.3. Metode, teori & opgavens struktur.....	7
2.4. Afgrænsning.....	9
2.5. Kildekritik.....	9
2.6. Ordliste	10
3. Afsnit I – Grundlæggende forståelse af indførsel af XVA	13
3.1 Finansielle institutioners primære rolle og forretning	13
3.2 Interbank-markedet	14
3.3 Hvad bruges interbank-markedet til?.....	15
3.4 Sammensætningen af XVA	17
3.5 Rangvid rapporten	18
3.6 Tilsynsdiamanten.....	20
3.7. Delkonklusion afsnit 1	22
4. Afsnit II - Grundlæggende forståelse af CVA, DVA og FVA	23
4.1. Fundamentale elementer til forståelse af kreditrisiko.....	24
4.2. Netting sets.....	25
4.3. Sikret vs. usikre netting-sæts.....	26
4.4. Risiko der opstår i en CSA-aftale	27
4.5. CVA	30
4.6. DVA.....	31
4.7. FVA.....	31
4.8 Udregning af CVA på renteswaps	35
4.9. Fremgangsmåde på udregningseksempler af CVA & DVA	38
4.10. Udregning af FVA på renteswaps	44
4.11. Fremgangsmåde på udregningseksempler af FVA	44
4.12. Analyse af CVA, DVA og FVA samt inputfaktorerne heri.....	48
4.13. Delkonklusion afsnit 2	50
5. Afsnit 3 – Grundlæggende forståelse af Black Scholes	51
5.1. Markedspris og value to me	51
5.2. Forskellen mellem pris og værdi	52

5.3. Credit default swaps	54
5.4. CDS-markedet og brugen heraf	55
5.5. Beregning af PD	57
5.6. PD-tilgang til modellering	58
5.7. PD-underkategorier	58
5.8. Driver analyse	59
5.9. LGD-kalibrering	60
5.10. LGD-modellering	61
5.11. Black Scholes	62
5.12. Yderligere kritik af Black Scholes	65
5.13. Sammensætning af portefølje ved Black Scholes og XVA-regulering	66
5.14. Udregning af prisen på call option ved hjælp af Black Scholes	67
5.15. Udregning af CVA & DVA for Amazon	69
5.16. Udregning af FVA for Amazon:	70
5.17. Udfordringer ved XVA - perspektivering	73
5.18. CDS – arbitrage mulighed på baggrund af LGD	74
6. Konklusion	76
7. Litteraturliste	78
7.1. Bøger	78
7.2. Artikler og undervisningsmateriale	78
7.3. Internetsider	79
8. Bilag	80
Bilag 1	80
Bilag 2 – Udregnede tabeller taget fra Excel	81
Beregninger til afsnit II	81
Beregninger til afsnit III	87
Bilag 3 – Anvendte call optioner til udregning af Black Scholes I afsnit III	91

1. Executive Summary

This thesis provides insight into the risk management tool XVA. The purpose is to provide an overview of why it is necessary to adjust for selected factors and the consequences if you do not.

The introduction of XVA started primarily after the financial crisis in 2008. At that time financial institutions were considered impossible to default which resulted in neglecting the counterparty credit risk (CVA). The years following the financial crisis were led by justifiably regulations to the financial sector, to insure a larger focus on liquidity and capital requirements.

Banks are one of the pillars of society. Financial institutions provide *money management, facilitate cash and credit in the economy* and *transfer and mitigate economic risk*. Comprehensive risk management is critical to ensure the public's trust, as mistrust would lead to decline in economic growth. The interbank market provides liquidity and cash and is a global loan market where market participation is key to ensuring favorable rates when funding is needed. The Rangvid report was constructed after the financial crisis and highlights the key factors that contributed to the worsening of the crisis in Denmark.

Methods of the analysis includes quantitative calculations of interest rate swaps in a bilateral scenario. Analysis of the results show that adjustments are needed. The swaps will give a clear understanding of why it is necessary to adjust for credit value adjustment (CVA) and funding value adjustment (FVA) in terms of assessing the correct trading book value. Other analysis includes collateral agreements with counterparties as an instrument to risk management. Potential pitfalls in these agreements will also be analyzed.

Analysis of the Black Scholes pricing model is therefore relevant for this thesis to investigate in order to understand the assumptions of CVA, DVA and FVA. Calculating four different call options on big American conglomerates in unilateral scenarios will provide the needed insight into the model. Based on this insight it is the purpose of this thesis to make XVA comprehensible.

As a conclusion, the findings from both the interest swap and the call options show a clear need for XVA. The factors that this thesis has limited itself to (CVA, DVA and FVA) justifies their existence. However, it is pointed out that the assumptions behind the XVA calculations are difficult to analyze. The subcomponents of the CVA, DVA and FVA are impossible to calculate accurately because of the model-based approach of estimating the factors.

2. Indledende afsnit

I kølvandet af den finansielle krise i 2008 ændrede man måden at anskue traditionel prisfastsættelse af OTC-derivater. Det udløste en systemisk krise, der var så voldsom, at det medførte en række tiltag, særlig inden for regulatoriske krav samt regulering af finansielle institutioners kapitaldækning. Det var under og efter krisen, at man oplevede bekymringer omhandlende finansielle institutioners kreditværdighed, der betød, at interbank-markedet frøs til is. Konsekvensen heraf har været en korrektion i markedets syn på finansielle institutioners kreditrisiko.

Det har ligeledes resulteret i langt større udsving i interbank-markedsrenterne, og dermed medført at disse er blevet handlet til en udvidelse af kreditspændende. Problemet opstod, da derivathandel tidligere har været afhængig af billige usikrede lån til at finansiere deres handel. Efter den finansielle krise, hvor synet på finansielle institutioners kreditværdighed anskues mere kritisk, har det medført en stigning i fundingomkostningerne.¹

Værdiansættelses mytologi er kompleks og reformerne, der er blevet indført efter den finansielle krise, har ligeledes medført, at finansielle institutioners profitabilitet er kommet under pres. Prisfastsættelsesmodeller bygger på en række antagelser. Modellerne besidder visse fejl og mangler, hvorfor de ikke holder vand, når det kommer til at prisfastsætte et aktiv korrekt – eksempelvis OTC-derivater som denne opgave ønsker at tage udgangspunkt i.

Der er dermed mange risikofaktorer, som påvirker prisen ved en derivathandel – faktorer der ikke belyses fuldt ud, og dermed kan have en negativ effekt på, hvordan en finansiell institution styrer sin risiko. Beregner man derfor sine derivater ved hjælp af en traditionel prisfastsættelse som Black Scholes, kan det medføre en forkert prisfastsættelse af sit derivat, og dermed en fejlagtig forståelse for den reelle risiko man påtager sig.

Med udgangspunkt i ovenstående blev XVA introduceret på derivatmarkedet. XVA dækker over en paraply af forskellige risikofaktorer. Disse faktorer bidrager til en større forståelse af risikoen ved finansielle institutioners eksponering i deres derivatkontrakter – det er både enkelte eksponeringer samt anskuet i porteføljesammenhænge. Det er derfor tydeligt at XVA viser den reelle regulering som en OTC-derivat afdeling bør foretage - faktorerne er vigtige i forhold profit / loss (PL), hedging og de regnskabsmæssige forhold.²

¹ <https://www.pwc.com.au/pdf/xva-explained.pdf>

² <https://www.risk.net/regulation/5722591/the-transformational-role-of-the-xva-desk>

2.1. Problemstilling

Formålet med opgaven er at få en større forståelse for XVA som risikostyringsværktøj – både de positive og negative aspekter heri. Opgaven vil undersøge finansielle institutioners rolle i det almene samfund samt en indledende forklaring af, hvordan finansielle institutioners tilgang har ændret sig samt hvorfor. Ydermere vil vi analysere, hvilke konsekvenser det kan have for finansielle institutioner, såfremt man udelukkende benytter en traditionel værdiansættelsesmodel som Black Scholes, og hvori forskellen ligger, hvis man vælger at inddrage XVA-reguleringen. Der vil i afsnit II og III tages udgangspunkt i traditionel prisfastsættelse af derivater, og dertil laves en XVA-regulering af disse. Scenarier opstilles for at tydeliggøre, hvor traditionel prisfastsættelse miscalibrerer risikoen – altså hvad derivatet koster, og hvad det bør koste. Afslutningsvis vil vi analysere og diskutere credit default swaps (CDS'er), som en måde at forsikre sig mod sin modpartsrisiko. Opgaven ønsker at belyse problemstillingen ved miscalibrering af udvalgte XVA-parametre, og dertil den økonomiske konsekvens.

2.2. Problemformulering

Hvad er den økonomiske konsekvens ved manglende XVA-regulering?

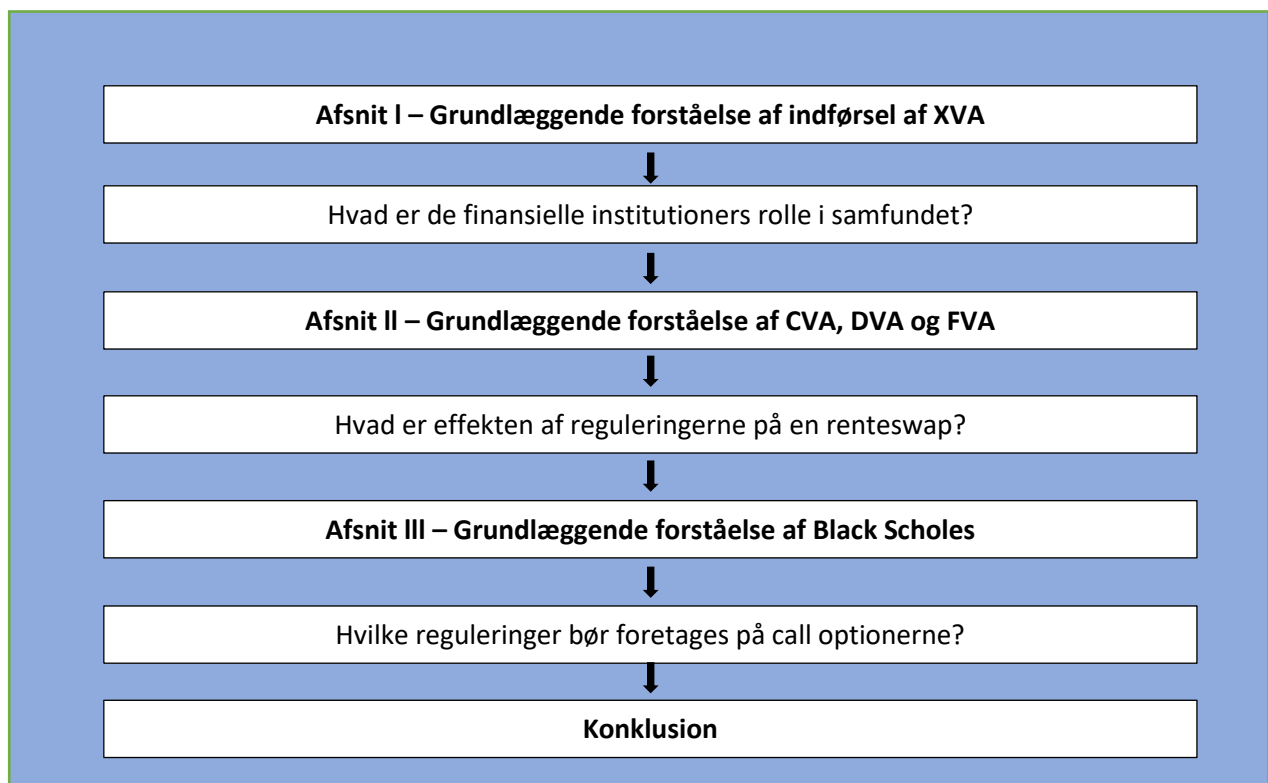
Den ovenstående problemstilling forsøges besvaret i de tre udvalgte undersøgelsesspørgsmål:

- **Afsnit 1: Hvad er de finansielle institutioners rolle i samfundet?**
- **Afsnit 2: Hvad udgør CVA, DVA og FVA, og hvilken effekt har det på en renteswap?**
- **Afsnit 3: Hvilke mangler har Black Scholes' model, og hvordan påvirker XVA-reguleringer denne?**

Det er vores overbevisning, at de valgte undersøgelsesspørgsmål vil lede frem til en endelig konklusion, der vil afklare XVA's betydning, når det ansues i et risikoperspektiv.

Undersøgelsesspørgsmålene er endvidere valgt for at forstå, hvad der karakteriserer finansielle institutioners rolle og samfuntsfunktion samt en dekomponering af udvalgte elementer af XVA. Analyserne i undersøgelsesspørgsmål I tager udgangspunkt i empiri, og bliver foretaget i forståelsens øjemed. Dernæst vil vi kvantificere, hvilke konsekvenser, der foreligger ved at undlade at tage højde for sin XVA-risiko. Det gøres i afsnit II og III ved at opstille realistiske scenarier, hvor vi XVA-regulerer traditionelle værdiansættelser. De opstillede eksempler vil fremvise de økonomiske konsekvenser ved manglende brug af XVA.

2.3. Metode, teori & opgavens struktur



Opgaven bærer præg af en teoretisk induktiv og deduktiv indgangsvinkel, idet vores undersøgelsesspørgsmål søges besvaret ved at inddrage empiri og udlede givne konklusioner. Ligeledes vil opgaven teste anerkendte teorier, der bruges i konkrete eksempler.³

Opgaven indledes med et beskrivende afsnit om finansielle institutioners fundamentale rolle i samfundet. Vi vurderer, at det er relevant at inddrage empiri til besvarelsen heraf, såsom litteratur, artikler, Rangvid-rapporten og ligeledes en forklaring af Tilsynsdiamanten og udvalgte elementer heri. Vi anser afsnittet for relevant i forståelsens øjemed, da det giver os, samt læseren et godt udgangspunkt for, hvorfor XVA's eksistens har relevans som risikostyringsværktøj i finansielle institutioner. Det er opgavens overbevisning, at overblikket og forståelsen af inddragelsen af finansielle institutioners rolle i samfundet skaber klarhed med hensyn til, hvorfor XVA er nødvendigt.

Afsnit II vil tage udgangspunkt i elementerne, der udgør XVA. Det vurderes relevant at beskrive udvalgte elementer (CVA, DVA og FVA) med formål om at opnå en dybere forståelse af, hvorvidt og hvordan de bidrager hver især. Analysen foretages for at skabe den nødvendige kontekst for vores senere analyse af

³ Den skinbarlige virkelighed, 2014, s.31

renteswaps. Vi vil i denne analyse tage udgangspunkt i en kvantitativ tilgang, da vi vurderer, at konkrete tal og eksempler vil tegne det tydeligste billede. Afslutningsvis i afsnit II ønskes det at konkludere på resultaterne. Analysen af udvalgte elementer fokuserer på CVA, DVA og FVA, da de historisk har haft store økonomiske konsekvenser.

Analyse og udregning af renteswappen vil blive udregnet i Excel, og fokuserer på bilateral modpartsrisiko. Afsnittet har til formål at skabe en forståelse for de konsekvenser, der opstår, ved ikke at justere for udvalgte parametre. Renteswappen er beregnet ved hjælp af obligationsmetoden, med henblik på at opstille cashflowsne – de bruges til at foretage de relevante reguleringer. Der opstilles scenarier, hvor renten bliver chokket – positiv såvel som negativ med 50bps. Der inddrages ligeledes et scenarie, hvor rentechokket stadig har samme positive og negative tendens, men hvor chokkene sker på tilfældig bases. Det afsluttende scenarie tager udgangspunkt i en down grading af modparten, for at fremvise et mere stresset scenarie. Beregningen af renteswappen foretages med en simpel fremgangsmåde. Efterfølgende gøres der brug af mere komplicerede tilgange til beregning af udvalgte XVA-reguleringer.

Den afsluttende analyse i afsnit III har til formål at forklare almen prisfastsættelsesteori med udgangspunkt i Black Scholes og kritik heraf. Dette gøres for at skabe en dybere forståelse af risikokalibrering på porteføljeniveau. Afsnittet skaber en dybere forståelse af XVA-reguleringer samt, hvorfor det er nødvendigt at forstå mekanismerne bag disse. Der vil i afsnittet analyseres PD, LGD og value to me. Prisfastsættelsesmodeller er bygget på en lang række forudsætninger, der skal være opfyldt for at modellen virker - disse belyses og fortolkes i forståelsens øjemed. Afsnittet tager udgangspunkt i Black Scholes, da denne metode har været brugt i årtier til prisfastsættelsen af derivater. Den anses derfor som den mest oplagte model. Beregningerne tager udgangspunkt i unilateral modpartsrisiko. Der beregnes fire call optioner på store, amerikanske selskaber – dette er gjort for at gøre scenarierne virkelighedsnære. Der opstilles to scenarier, hvor det ene er selve prisreguleringen af optionen, og det andet bygger på reguleringer af allerede tilkøbt portefølje. Forudsætningen for udregningen er, at udvalgte XVA-reguleringer ikke er foretaget på forhånd. Afsnittet ønsker at belyse, hvad optionen koster, bør koste og effekten af reguleringen, såfremt man i forvejen har en eksisterende portefølje af disse optioner.

Afslutningsvis inddrages credit default swaps som et redskab til hedging af modpartsrisikoen. Der foretages ydermere en diskussion om, hvorvidt arbitrage kan forekomme ved korrekt kalibrering af LGD. De forskellige funktioner af en credit default swap analyseres også.

2.4. Afgrænsning

Opgavens afgrænsning er blevet foretaget med henblik på at skabe en fokuseret analyse. Der er nøje udvalgt elementer af prisfastsættningsteorien (Black Scholes), der bedst tjener dette formål. XVA, og udvalgte komponenter heri, er det bærende element i opgaven. Komponenterne bliver analyseret og fortolket på et forklarende niveau for at skabe forståelse for mekanismen bag XVA-strukturen. Komponenterne der fokuseres på, er CVA, DVA og FVA.

Opgaven har valgt at belyse finansielle institutioners rolle i samfundet. Det skaber en generel forståelse af deres samfundsmæssige ansvar samt økonomiske rolle, og giver indsigt i, hvorfor XVA er interessant som genstandsfelt. Opgavens fokus vil tilgå OTC derivatmarkedet, og tager derfor afstand til øvrige derivattyper samt dybdegående lovgivningsmæssige aspekter, da det ikke har relevans for opgaven som helhed.

Beregninger og analyse i afsnit II og III afgrænses til udvalgt finansiell teori, der bidrager til forståelsen af XVA. Beregning af renteswappen foretages med en simpel tilgang, og undlader at tage højde for eventuelle omkostninger. Der fokuseres derfor udelukkende på, hvad udfaldet af renteswappen havde været under de opstillede forudsætninger. Black Scholes' prisfastsættelsesmodel bliver brugt i vores beregning af call optioner, da denne model har været brugt i årtier, og anses som værende den mest oplagte. Opgaven har valgt at belyse effekten af reguleringerne på handelsbeholdningen for at vise konsekvensen af miscalibrering. Der analyseres juridiske- og sikkerhedsstillelsesaftaler samt credit default swaps, for at fremvise forskellige aspekter inden for risikostyring.

Der er andre problemtemaer, der kunne have bidraget til en bedre forståelse af XVA; eksempelvis kunne en analyse af KVA (kapitalkravet) have bidraget meningsfuldt til forståelsen.

2.5. Kildekritik

Vores overordnede tilgang til metode og datavalg bygger på kilder som vi anser for troværdige. Det gør sig gældende for vores sekundære- såvel som primære data. Vi er opmærksomme på, at det beskrivende afsnit kan være farvet og fremhæve aspekter som vi vurderer, er centralt for at tydeliggøre problemstillingen.

Bogen *XVA desks – A New Era for Risk Management* er anvendt som primære kilde af sekundære data. Størstedelen af vores fortolkning og analyse bygger derved på bogens iagttagelser samt forståelse af emnet. Vi har forholdt os kritisk til metodikken samt tankegangen fra bogen, hvorfor vi blandt andet har tilført kritik af XVA-justeringerne såvel som Black Scholes' optionsteori. Efter samtale med Nordea-ansat Erik Buch blev det gjort klart, at denne bog er den primære anvendte i praksis, når der skal skabes en dybere forståelse for XVA. Det er derfor oplagt at tage udgangspunkt i denne bog, da den anses som værende best practice, og det giver ligeledes en vis form for validitet og reliabilitet.

Det kan dog tænkes at stille opgaven i et dilemma, da validiteten og reliabiliteten derved kan fremstå ensidig. Processen for udarbejdelsen af opgaven har haft stort fokus på at forholde sig objektivt. Fortolkningerne er derfra foretaget ud fra egne konklusioner. Når dette er sagt, er det stadig en problemstilling vi er opmærksomme på, da bogen ligeledes bygger på mange sekundære kilder. Vi har valgt at inddrage vores egen udarbejdede primære data i form af udregningerne i afsnit II og III, for at opveje for opgavens overvejende mængde af sekundære data. Det skal pointeres at beregningsgrundlaget er karikeret for at fremme forståelsen, og dermed ikke nødvendigvis afspejler det almene billede – det skal man forholde sig kritisk til.

2.6. Ordliste

XVA (X-value-adjustment): XVA er en model, som dækker over fem risikojusteringskomponenter. Komponenterne i modellen har til formål at risikojustere ens handelsbeholdningen. Komponenterne udgør tilsammen XVA, og skal give risikotager den bedst mulige forudsætning for at risikostyre sin portefølje.⁴

CVA (Credit-value-adjustment): CVA anses som værende prisen for den kreditrisiko, som er ved et givent aktiv. En CVA-regulering bygger derfor på tanken om, at hvis ens modparts kreditværdighed falder, vil det alt andet lige skulle afspejles i selve værdien af aktivet.⁵

FVA (Funding-value-adjustment): Beskriver, hvorledes modparten bør risikokalibreres ud fra deres fundingomkostninger. FVA udtrykker omkostningen, som opstår i sikkerhedsstillelse i en derivathandel.⁶

DVA (Debt-value-adjustment): Udtrykker modpartens, modpartsrisiko. Der tages højde for modpartsrisikoen fra begge sider af handlen.⁷

OTC (Over the counter): Beskriver et handelsmarked, som er decentraliseret og derfor uigennemsigtigt. Det er muligt at skræddersy kontrakter, modsat børsnoterede "standardvarer"⁸

Option: En option er et derivat som giver en retten men ikke pligten til at købe/sælge et givent aktiv på et givent tidspunkt. Eksempelvis; En option på OMX C25 indekset, hvorved man har retten til at købe aktivet med udløb den 01.06.2019⁹ med en strikekurs på X. Hvis kursen på markedet den 01.06.2019 er højere end strikekursen vil optionen være in-the-money og man vil vælge at exercise sin ret. Omvendt, hvis strikekursen er højere end aktivets reelle kurs, er den "out-of-the-money".

⁴ Ignacio Ruiz, 2015, s. 276-277

⁵ Ignacio Ruiz, 2015, s. 196

⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s. 254

⁷ Ignacio Ruiz, 2015, s. 135-136

⁸ John C. Hull, 2017, s. 17-23

⁹ John C. Hull, 2017, s. 594

Renteswap: En renteswap er et OTC-derivat, som typisk handles med en bank som modpart. Det er en aftale der indgås, hvorved der udveksles lånevilkår modparterne imellem. Eksempelvis; hvis den ene part har et fastforrentet lån, men ikke tror på rentestigning i den kommende periode, ville det være nærlæggende at "renteswappe" lånet. Derved vil man over en given aftalt periode, hæfte for den anden modparts variabelt forrentet lån.¹⁰

Handelsbeholdning: Porteføljen af finansielle instrumenter. Formålet kunne være at profitere på spreads eller hedging af risiko. Handelsbeholdningen er krævet fra Basel II og III, at skulle afspejle fair value på daglig basis.¹¹

PD (Probability of default): PD beskriver sandsynligheden for, at en kunde misligholder sin forpligtigelser. Hertil bliver der ofte skelnet mellem forskellige rating kategorier, for at kalibrere den mest nøjagtige risiko.¹²

LGD (Loss given default): Udtrykker det procentuelle forventede tab i tilfælde af misligholdelse.¹³

RR (recovery rate): Angiver hvor stor en del af krediteksponeringen der ikke går tabt, såfremt der sker misligholdelse.¹⁴

Moodys, Fitch og Standard and Poor: Disse tre udgør de globalt største rating bureauer, og er desuden de eneste som arbejder med global kreditvurdering.¹⁵

Rating: (fx. AAA, BBB m.m.): Rating angiver en obligations kreditværdighed. Den bliver fastsat af rating bureauer, hvoraf ovennævnte tre er de markant største. Ratingen har derfor en stærk sammenhæng med PD, da man ud fra ratingen netop tager misligholdelse i betragtning.¹⁶

Unilateral: Udtrykker en handel af et derivat, hvor kun den ene part har modpartsrisiko.¹⁷

¹⁰ <https://politiken.dk/oekonomi/privatoekonomi/art6106199/Fakta-Sådan-virker-et-renteswap>

¹¹ Ignacio Ruiz, 2015, s.5

¹² Jørgen Just Andersen, 2017, s. 155

¹³ Jørgen Just Andersen, 2017, s. 157

¹⁴ Jørgen Just Andersen, 2017, s. 157

¹⁵ <https://www.moodys.com/>

https://www.standardandpoors.com/en_US/web/guest/home

<https://www.fitchratings.com/site/home>

¹⁶ Jørgen Just Andersen, 2017, s. 161

¹⁷ Ignacio Ruiz, 2015, s.135

Bilateral: Udtrykker en handel af et derivat, hvor begge parter har modpartsrisiko.¹⁸

Settlement risk: Udtrykker den risiko der opstår når betalinger skal udføres samtidig.¹⁹

Covered CDS: Et finansielt instrument, hvor man ejer det underliggende aktiv. Instrumentet bruges til at forsikre sig mod modpartsrisikoen.²⁰

Naked CDS: Et finansielt instrument, hvor man ikke ejer det underliggende aktiv. Det anses for at være et spekulativt værktøj.²¹

Monte Carlo simulationer: Bruges til at modellere sandsynligheden for forskellige udfald.

Overnight Index Swap (OIS): Udtrykker den nye standard for den risikofrie rente.²²

Tenor: Et fagudtryk der udtrykker en tidsperiode.

Vanilla produkt: Er en standardversion af et finansielt instrument, typisk obligationer, optioner, futures og swaps.²³

Moral Hazard: En situation der opstår i en risikabel handel. Den ene part er beskyttet / forsikret mod risiko i handlen, og modparten står for omkostningen. Situationen opstår typisk på grund af asymmetrisk information.²⁴

Brownian Motion - Random Walk: Bygger på teorien om tilfældige udfald. Teorien stammer fra molekylteori, dog anvendes denne som forklaring i XVA-sammenhæng.²⁵

¹⁸ Ignacio Ruiz, 2015, s.135

¹⁹ <https://www.risk.net/definition/settlement-risk>

²⁰ <https://www.hblr.org/2013/03/credit-default-swaps-dubious-instruments/>

²¹ <https://www.hblr.org/2013/03/credit-default-swaps-dubious-instruments/>

²² Ignacio Ruiz, 2015, s.282

²³ <https://www.investopedia.com/terms/p/plainvanilla.asp>

²⁴ <https://economictimes.indiatimes.com/definition/moral-hazard>

²⁵ <https://study.com/academy/lesson/brownian-motion-definition-examples.html>

3. Afsnit I – Grundlæggende forståelse af indførsel af XVA

3.1 Finansielle institutioners primære rolle og forretning

For forståelsen af indførslen af XVA har denne del af opgaven til formål at uddybe samt forklare, de faktorer, der lå til grund for netop XVA's opstand. Der lægges i dette afsnit vægt på de kommercielle bankers rolle i samfundet samt hvilke parametre de arbejder under.

Bankernes rolle i samfundet er som udgangspunkt bundet op på tre forskellige funktioner, der tilsammen skaber en stabil og tryk økonomisk partner i et mikro- såvel som makroøkonomisk aspekt. Nedenfor er listet de tre hovedbeskæftigelser/roller som kommercielle banker besidder samt forklaring heraf.

Money Management: Bankernes væsentligste rolle er et sted, hvor samfundets borgere kan placere deres penge. Uden et banksystem, hvor borgere kan have deres indestående, vil det skabe økonomisk ustabilitet.

Banks facilitate the provision of credit in the economy: Efterfulgt af at være samfundets økonomiske opmagasineringsplads til kontanter, er der mindst en lige så vigtig rolle, nemlig udlånsaspektet af deres forretning. Fandtes der ikke et bankvæsen i verden, ville det ikke være muligt som udgangspunkt at finansiere virksomheder, boliger eller lignende på en simpel og enkel måde. Bankerne har altså en sammenbindende rolle i et samfund, hvor de sørger for at videreformidle de indlån de modtager, og dernæst udstede lån til samfundet, hvor det er efterspurgt og muligt.

Banks transfer and mitigate economic risk: Hertil kommer det essentielle punkt i denne opgave, nemlig hvordan banker ligeledes har til rolle at tilbyde produkter, der kan medvirke til at minimere/fjerne ens risikoeksponering overfor f.eks. valutakurser, oliepriser m.m. Dette omtales i opgaven som "hedging", og er en stor del af en banks rolle, da de derved skaber generel sikkerhed i form af risikostyring - selvfølgelig mod betaling.

Antag følgende eksempel:

Vi har et flyselskab, der er negativt korreleret med oliepriserne i den forstand, at hvis prisen på olie stiger, vil det resultere i højere driftsomkostninger. Måden at risikoafdække dette på, kan afhjælpes ved at gøre brug af et derivat. Man indgår dermed en aftale om levering af olie på en given dato til en forudbestemt pris – dermed kender flyselskabet sin fremtidige omkostninger. Derivatkontrakten bruges altså til at risikoafdække sandsynligheden for at olieprisen og dermed sine omkostninger stiger.

Kommercielle banker har desuden til ansvar at drive en ansvarlig og gennemsigtig forretning, da tilliden til bankerne er essentiel. Det økonomiske grundlag i enhver størrelse bygger på tillid til det finansielle system. Bankernes håndtering af risikostyring, eller mangel på forståelsen af den sande risiko, vil alt andet lige være med til at skabe mistillid som set under finanskrisen. Mistillid til det finansielle system vil resultere i en opbremsning af den økonomiske aktivitet.

Korrekt risikostyring, samt forståelsen af denne, er for en virksomhed, der benytter prisfastsætningsværktøjet, men ligeledes for samfundet væsentlig, da de finansielle institutter er ryggraden samfundet²⁶.

3.2 Interbank-markedet

Formålet med dette afsnit er at skabe forståelse for lånemekanismen bankerne imellem. Det relaterer sig særligt til FVA-justeringen, hvorfor interbank-markedet er interessant at belyse.

OECD definerer interbank-markedet som; *"Det internationale pengemarked, hvor banker låner penge til hinanden – enten på tværs af landegrænser eller lokalt i udenlandsk valuta samt større pengemæssige beløb, hvor løbetiden er fra dag til dag og op 6 måneder"*.²⁷

Det internationale interbank-marked er et marked, hvor banker uformelt låner penge til hinanden. Det er typisk et større beløb, hvor lånet minimum er på 1 mio. USD eller tilsvarende i andre valutaer. Løbetiden varierer fra dag til dag, og op til 6 måneder, og anvendes til at styre den kortsigtede likviditet i finansielle institutioner. Hovedparten af lånene foretages i USD, men eftersom at det er et internationalt marked, er det muligt at finde modparter, der er villige til at foretage transaktioner i andre valutaer. Lånene faciliteres af dealere typisk via telefon, og når man har fundet sin modpart, forløber selve indgåelsen af låneaftalen forholdsvis komplikationsfrit.

Interbank-markedet har en betydelig størrelse, og bruges både nationalt og over landegrænser – markedet er dog domineret af de store internationale banker. Hovedkriteriet for deltagelse på markedet er forbeholdt til finansielle institutioner med en passende kreditværdighed. Det indebærer, at modparten ikke er hæmmet af regulatoriske krav eller øget eftersyn. Tillid er vigtigt parterne imellem, da interbank-markedet er en fundingkilde for bankerne. På Interbank-markedet forekommer der differentiering mellem finansielle institutioner, der afspejles ved kreditværdigheden. Her kigges eksempelvis på, hvor stor en kredit man kan have hos en modpart, og til en vis udstrækning, hvilken pris bankerne kan kræve af hinanden. Afhængig af,

²⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.8

²⁷ <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1402>

hvilken finansielle institution man er, kan der dermed være forskel i fundingomkostningerne (FVA), som er et vigtigt aspekt i en XVA-sammenhæng.

Finansielle institutioner har deres egen bud/udbuds rente, hvor spreadet kan variere afhængig af modparten. Det er dog væsentligt, at man er en aktiv aktør på interbank-markedet, og dermed agerer både som låntager og långiver. Gør bankerne dette, kan man som regel forvente at låne penge til sin egen budrente, eller vice versa med sin udbudsrente. Finansielle institutioner, der derimod ikke anses som aktive aktører, eller kun er kendt for at stå på den ene side af transaktionen (låntager eller långiver), må derfor tage til takke med forringede forhold, og som følge heraf, indgå handler på modpartens præmisser, hvilket øger deres fundingomkostninger.²⁸

Banker handler ofte direkte med hinanden. Det kan give en bedre forståelse af markedstilstandene, og skaber desuden nogle tættere relationer parterne imellem. Brokers, der agerer som mellemmand mellem låntager/långiver, er blevet en større del af markedet de senere år. Brokers betydning for bankerne på markedet kan dog variere, men bliver eksempelvis brugt ved mange transaktioner i London. Nogle pengeinstitutter bruger sågar brokers i 90% af deres forretning. Fordelene ved brokers er eksempelvis:

- Banker kan tilgå markedet med en vis form for anonymitet i de indledende transaktionsforhandlinger
- Kan gøre det lettere for banker at "skjule/offentliggøre" deres limits
- Særdeles dygtig til at placere ordre, der har en usædvanlig størrelse²⁹

Brokers rolle er derfor at forhandle bedst mulige fundingvilkår (FVA).

3.3 Hvad bruges interbank-markedet til?

Interbank-transaktioner er et genkendeligt aspekt af finansielle institutioners måde at drive forretning på. Der er dog nogle finansielle institutioner, der er i stand til at tiltrække mere indskud, end de kan formå at bruge. Modsat er der finansielle institutioner, der oplever, at de ikke er i stand til at tiltrække nok midler, og dermed ikke er i stand til at udnytte udlånsmulighederne i samme omfang. Simpelt stillet op giver Interbank-markedet mulighed for overførsel af midler imellem de ovennævnte kategorier, så lånemarkedet fungerer mest effektivt.

Der er en god forklaring på, hvorfor nogle finansielle institutioner er i stand til at tiltrække mere indskud end andre. Generelt baseres det på, at nogle indskydere diskriminerer mellem finansielle institutioner, eksempelvis ved at kigge på lokation. Dette overrasker måske, hvis man antager, at finansielle institutioner

²⁸ <https://www.bis.org/publ/econ8.pdf> – s.7-9

²⁹ <https://www.bis.org/publ/econ8.pdf> – s. 8

befinder sig på et homogent marked – den påstand kan dog debatteres, altså om markedet har foretaget et skift, og er blevet mere heterogent - hvor indskydere har præferencer ved valg af pengeinstitut.

De fleste større finansielle institutioner tilbyder stort set samme produktportefølje af service og ydelser. Man har derimod i de senere år set, at skandaler såsom Panama Papers (Nordea) samt hvidvaskskandalen (Danske Bank) er i stand til at påvirke forbrugeren i så høj grad, at de forlader institutionen. Uagtet, hvilke motiver der ligger bag diskrimineringen, ændrer det ikke ved, at nogle finansielle institutioner er i stand til at tiltrække mere indskud end andre. Derfor må det antages, at et velfungerende interbank-marked er essentiel ud for et velfungerende økonomisk samfundsperspektiv.³⁰ Det hele starter derfor på det private marked, hvor de heterogene forbrugere typisk fravælger deres pengeinstitut grundet skandaler. Den øgede usikkerhed kan skabe en øget fundingomkostning (FVA).

Interbank-markedet gør det ligeledes lettere for finansielle institutioner, når det kommer til at styre volumen af deres aktiver og passiver. Det giver ydermere institutionerne mulighed for at håndtere deres rente samt vekselrente (valutahandel), der stammer fra deres kundeforretning. Renterisiko kan dog hedges ift. et eventuelt mismatch i forskellige renteperioder, og det samme gælder vekselrente-risikoen (spread), der opstår ved at have indskud og lån i forskellige valutaer.

Antag følgende eksempel:

Renterisikoen der opstår, hvis du har et 6 måneders indskud du bruger til at finansiere et 9 måneders udlån med rentebetalinger. Ved at placere indskuddet i interbank-markedet, og finansiere lånet med 9 måneders midler lånt fra markedet, risikoafdækker du dermed downsiden. Vekselrente-risikoen, der opstår ved at have indskud og lån i forskellige valutaer, kan ligeledes undgås med samme fremgangsmåde.³¹

Afslutningsvis er det værd at fremføre det økonomiske aspekt i interbank-markedet. Som beskrevet tidligere så foreligger der en forskel i fundingomkostninger afhængig af, hvilket pengeinstitut man er. Indgåelse af transaktioner på modpartens præmisser, vil derfor give den mindre aktør øgede fundingomkostninger, og modsat resultere i, at den større modpart er i stand til at profitere på marginerne (spread).

Interbank-markedet skaber en forståelse af bankernes rolle i det finansielle system. Den grundlæggende forståelse af, hvordan bankerne er opbygget og skaffer finansiering, er vigtig i forbindelse med forståelsen af XVA.

³⁰ <https://www.bis.org/publ/econ8.pdf> – s. 10

³¹ <https://www.bis.org/publ/econ8.pdf> – s. 10

3.4 Sammensætningen af XVA

XVA blev for alvor relevant efter finanskrisen, hvor man gjorde op med Black Scholes, som hidtil var det eneste "rigtige" prisfastsætningsværktøj. Desuden ledte man efter årsager til finanskrisen. Med fokus i tilførslen af XVA vil opgaven forsøge at afdække, hvorfor XVA-justeringer er nødvendige, men ligeledes udfordringerne ved dette.

XVA er en samlet betegnelse over en række variabler, der tilsammen danner baggrund for optimal risikokalibrering af ens portefølje. XVA bygger på fem faktorer; CVA, DVA, MVA, FDA samt KVA. I den optimale risikostyringsmodel vil man altid fastsætte sin porteføljes værdi ved at tage højde for alle nævnte variable. Opgaven afgrænses dog til CVA, DVA og FVA.

XVA skal anses som værende et supplement til Black Scholes' prisfastsætningsmodel, der hovedsageligt beskæftiger sig med markedsrisiko og derved udelukker en stor mængde faktorer, der ligeledes bør have indvirkning på værdien af ens aktiver. Generel prisfastsætningsteori (som Black Scholes) bygger på en række antagelser, der giver anledning til usikkerhed - XVA bidrager til at minimere disse. XVA-modellen skaber derfor grundlag for at risikovurdere hele ens engagement med henblik på alle variabler, der endeligt kan have indvirkning på den reelle værdi.

Det viser sig at XVA-kalibrering af risikoen er et større arbejde end som så, da der skal tages højde for fem parametre - hver af disse skal vægtes ind i porteføljen, afhængig af risikoen.

Det anses som værende et problem i nogle finansielle institutioner, da beregningsgrundlaget er omfattende og ikke mindst svært at udføre. Derfor ses det tydeligt, at mindre kommercielle banker, investeringsbanker m.v. ikke anvender dette, simpelthen fordi integreringen af XVA-kalibreringen vil være for omfattende og omkostningstung³². Ydermere vil indførslen af XVA medføre, at de muligvis er nødt til at nedjustere deres handelsbeholdningsværdi set i forhold til de variabler, som indgår i XVA-beregningen. Det ville ikke give økonomisk mening for institutionerne. Det ændrer dog ikke på, at det stadig er en nødvendighed såfremt man ønsker at måle sin risiko korrekt, hvilket er et essentielt punkt i risikostyring. Der er altså ikke plads til store usikkerheder, ved ikke at anvende en XVA-kalibrering til sin derivatportefølje.

Handel med derivater er ikke normalt en del af en banks kerneforretning, men større finansielle institutioner tilbyder dog denne service til deres kunder for at være konkurrencedygtige på markedet. Udbydelsen af derivater kræver dog, at man er i stand til at kalibrere og prisfastsætte derivatkontrakterne korrekt. Dét er essentielt for at forstå og styre sin risiko.

³² Samtale med Nordea ansat Erik Buch

3.5 Rangvid rapporten³³

Som beskrevet tidligere, var det finansielle marked udfordret i årene op til finanskrisen grundet en overophedning på boligmarkedet. Udløseren var de såkaldte subprime-lån samt den generelle tendens til at negligere og underminere faresignaler i den globale økonomi. Det handlede derfor ikke blot om, at de finansielle institutioner var blinde overfor risiko, men derimod at de ikke brugte de fornødne værktøjer til at beregne og justere deres reelle risikotagen.

Det kommende afsnit vil fokusere på henholdsvis Jesper Rangvids rapport omhandlende den finansielle krise ligesom afsnittet vil inddrage finanstillsynets indførsel af Tilsynsdiamanten. Afslutningsvis har det til formål at give en grundlæggende forståelse af, hvorfor et værktøj som XVA blev introduceret og hvordan dette kan forebygge en lignende situation, når man kalibrerer sin risikostyring ud fra de relevante parametre.

Rangvid-rapporten behandler både tendenserne før, under samt efter krisen. Det ønskes derfor ikke at gå i dybden med rapporten, da den forklarende del af rapporten ikke vil skabe merværdi for opgaven. Ydermere tager rapporten hovedsagelig udgangspunkt i finanskrisen fra et dansk perspektiv, og rapporten afspejler derfor ikke verdenssituationen på det pågældende tidspunkt.

I rapporten peges der grundlæggende på nogle årsager til finanskrisens opstand. Det er både pengepolitiske problemstillinger, der udfordres i rapporten, ligesom den daværende samfundsmæssige optimisme omkring den generelle udvikling i verdensøkonomien.

Et overophedet boligmarked, der steg ud af proportioner, kombineret med udstedelsen af subprime-lånene, var medvirkende årsager til, at den globale økonomi ikke kunne håndtere det pres, der blev pålagt denne.

Det vigtigste aspekt i Rangvid-rapporten set i forhold til denne opgave er, hvorledes det påpeges, at risikostyringen samt den store undervurdering af selve risikoen i samfundet, ikke var eksisterende, og stærkt fejltolket. Den manglende risikostyring styrkede effekten af den meget hårde og dybe recession som vi så efter krisen. Når der undersøges dybere ind i risikovurderingen fra før finanskrisen, var det ikke grundet manglende prisfastsætningsværktøjer, men derimod at risikoen var voldsomt undervurderet.

I Rangvid-rapporten fremhæves nedenstående årsager, som værende stærke parametre til den finansielle problemstilling man oplevede tilbage i 2007 i Danmark.

Store eksponeringer i ejendomme fordelt på for få antal ejendomsudviklere: Rapporten angiver den store ejendomseksponering som værende en faktor i krisen. Den generelle eksponering overfor ejendomme, fyldte

³³ <https://www.dr.dk/nyheder/htm/Rangvid.pdf>

en stor del af mange finansielle institutioners portefølje - boligboblen ramte derfor dem endnu hårdere. Eksponeringen var for stor overfor ejendomme, og var ligeledes fordelt på få ejendomsudviklere, hvilket øgede modpartrisikoen (CVA) kraftigt.

Markedsbaseret funding og udlånsvækst: Den kraftige udlånsvækst skabte et stort behov for at få markedsfunding fremfor at "nøjes" med udlån baseret på indlån. Optimalt bør udlånsvæksten hænge sammen med indlånsvæksten, så man derved har balance i regnskabet. Før finanskrisen var udlånsvæksten markant stigende som betød, at fundingen til dette blev skaffet via interbank-markedet og fra udenlandske investorer. Da den økonomiske boble var ved bristepunktet, frøs interbank-markedet samt kapital fra udenlandske investorer, da man ikke vidste, hvor udsat ens modparter var. Det resulterede i, at der ikke var mulighed for at refinansiere sin kapital, hvilket forværrede krisen. Problematikken omkring manglende fundingmuligheder skal der tages højde for. I XVA-øjemed betegnes det som FVA. Pointen med FVA er at risikojustere i forhold til, hvor dyrt det er at fremskaffe funding, da det skal afspejles i prisen på derivathandelen.

Generel manglende polstring overfor økonomisk nedgang: Finansielle institutioner levede på en lyserød sky, da økonomien var i stor fremgang - alt hvad de rørte ved, gav afkast. Befolkningens økonomi voksede stødt i forbindelse med lav inflation kombineret med stærk økonomisk vækst. Det betød at krisen ramte hårdere i 2007, da de fleste institutioner var overeksponeret og dertil underpolstret set i forhold til det egentlige behov. Det skabte grundlag for KVA-justeringer. Det er dog afgrænset for opgaven, grundet det regulatoriske omfang af emnet, men er værd at påpege, da KVA-justeringer tager udgangspunkt i øgede kapitalkrav som en derivathandel medfører.

Nedenfor er listet yderligere problemstillinger, der har relevans i XVA-sammenhæng.

For lidt gennemsigtighed: Et essentielt punkt i opgaven er, at gennemsigtigheden var manglende i finanskrisen. Det var ikke til at gennemske, hvorvidt en modpart havde store risikoeksponeringer grundet manglende kontrol af disse, hvorfor interbank-markedet gik i stå. Det havde en indvirkning på CVA og FVA.

Off-balance-produkter: En stor del af bankernes aktiver lå i produkter, der ikke var synlige på handelsbeholdningen. Det skal forstås således, at der ikke var tilstrækkeligt tilsyn med de reelle aktiver, hvorfor den justerede risiko var mærkbart større end angivet på handelsbeholdningen – det påvirker modpartsrisikoen (CVA).

Modpartsrisiko og OTC-derivater: Modpartsrisikoen er den vigtigste del af denne opgaves udformning, da den beskriver, hvordan blot 1/3 af tabene på OTC-derivater skyldes generel misligholdelse, hvorimod 2/3 af tabene skyldes CVA-justeringer. Det skal forstås således, at 2/3 af tabene der forekom på OTC-derivater i krisen, skyldes en nedjustering i handelsbeholdningen, da der ikke var medregnet modpartsrisiko heri.

I kølvandet af finanskrisen forsøgte man at lave et udspil til at forudsige disse risici. Hertil blev Tilsynsdiamanten indført i Danmark, da denne har pejlemærker, der beskriver en del af problemstillingerne, som opstod under krisen.³⁴

Rangvid rapporten er med til at skabe en forståelse for, hvorfor det gik galt under finanskrisen. Mange af problemstillingerne kan relateres til manglende XVA-justeringer, og generel negligering af den reelle risiko. Derfor er det vigtigt at pointere aspekterne fra finanskrisen.

3.6 Tilsynsdiamanten

Finanstilsynet siger følgende om tilsynsdiamanten: *"Pejlemærkerne er fastsat, så de på den ene side skal modvirke overdreven risikopåtagning, og på den anden side skal gøre det muligt for sunde pengeinstitutter at drive profitabel bankvirksomhed og yde den nødvendige kredit til virksomheder og husholdninger"*³⁵. Tilsynsdiamanten blev første gang introduceret i juni 2010.

Tilsynsdiamanten – Figur 1



36

³⁴ <https://www.dr.dk/nyheder/hm/Rangvid.pdf>

³⁵ <https://www.finanstilsynet.dk/Tilsyn/Tilsynsdiamanten-for- pengeinstitutter>

³⁶ <https://www.finanstilsynet.dk/Tilsyn/Tilsynsdiamanten-for- pengeinstitutter>

Nedenfor er listet de mest relevante pejlemærker fra Tilsynsdiamanten, der er interessant i XVA-sammenhæng.

Funding-ratio pejlemærket sikrer sig, at bankerne optager mere langsigtet finansiering, så man dermed skaber et bedre forhold mellem likviditet og løbetid på udlån.³⁷ Det relaterer sig som tidligere nævnt til FVA-justeringen. **Ejendomseksponeringen** var problematisk i starten af 00'erne, hvor der opstod en prisboble på markedet for erhvervsejendomme, hvor boligudlejning var det primære formål. Priserne steg op imod 200% inden for dette område. Endvidere oplevede man en 150%-stigning indenfor beboelses- og forretningsformål. Prisboblen medførte betydelige tab for pengeinstitutioner³⁸. Det er derfor vigtigt i risikosammenhænge at forholde sig til dette, da det relaterer direkte til CVA-justeringen. **Likviditetspejlemærket** har en relevans i forståelsen af XVA, da pengeinstitutionerne skal forholde sig til den kortvarige eksponering. Det er vigtigt i risikosammenhænge såvel som modpartsrisiko (CVA). Det er desuden værd at adressere **udlånsvæksten**, da det kan have en effekt på FVA, eftersom der kan opstå en skævvridning i fundingratio, såfremt udlånene ikke hovedsagelig finansieres ved hjælp af indlån.

Overskridelser af pejlemærker

Tilsynsdiamantens pejlemærker skal ikke anses som hårde krav. Bryder man én af de pågældende limits, medfører det dog øget bevågenhed samt inspektion fra Finanstilsynet. Dette skaber usikkerheder, der kan påvirke XVA-reguleringen³⁹. Idéen med Tilsynsdiamanten er at opdage overdreven risikopåtagning, så man har mulighed for at gribe ind, inden det går galt. Opnår banken en score på <100% inden for LCR, så lukkes banken af Finanstilsynet. Det relaterer sig direkte til modpartsrisikoen (CVA), da man ved udregning af CVA-reguleringen skaber indsigt i modpartens nuværende finansielle situation. Har man en nødlidende bank som modpart, vil CVA-reguleringen alt andet lige være større.

³⁷ <https://finanswatch.dk/Finansnyt/Pengeinstitutter/article6818781.ece>

³⁸

https://learn.cbs.dk/pluginfile.php/923504/mod_resource/content/1/Finansielt%20Tilsyn%20og%20Regulering%20-%20Notat.pdf – s. 18 +

https://learn.cbs.dk/pluginfile.php/923505/mod_resource/content/1/Uddrag%20fra%20Rangvidrapporten%20Final.pdf – s. 3-4

³⁹

https://learn.cbs.dk/pluginfile.php/923504/mod_resource/content/1/Finansielt%20Tilsyn%20og%20Regulering%20-%20Notat.pdf – s. 19

Fodnote 37&38 er udarbejdet undervisningsmateriale fra Risikostyring

Nedenstående er en opgørelse over de fire største danske pengeinstitutter og deres nøgletal ift. Tilsynsdiamanten. Den viser, ikke overraskende, at alle banker overholder de fem pejlemærker.

Opgørelse af nøgletal fra Tilsynsdiamanten - Tabel 1

<u>Institutioner</u>	<u>Store eksponeringer</u>	<u>Udlånsvækst (år-år)</u>	<u>Ejendomseksponering</u>	<u>Funding ratio</u>	<u>Likviditetsoverdækning</u>
Danske Bank	109,2	12,2	18,8	0,59	124,5
Jyske Bank	72,9	4,3	9,9	0,58	165,6
Nykredit	86,9	1,2	10,7	0,59	197,7
Sydbank	143,8	-11,3	8,5	0,54	157,3

⁴⁰ Bilag 1

3.7. Delkonklusion afsnit 1

Finanskrisen har skabt øget mistillid til de finansielle institutioner. Banker gik konkurs, og dette skabte stor urolighed på et ellers overoptimistisk marked. Bankernes vigtigste rolle er at fungere som pragteksemplarer og som finansielle stabile partnere til samfundet, men da denne tillid blev brudt, skabte det konsekvenserne som vi i dag omtaler finanskrisen.

Bankernes tre væsentligste roller er at agere som "pengepumpe" for samfundet. Heriblandt udstede kredit i form af små såvel som store lån samt muliggøre hedging/spekulation i form af derivathandel. Disse tre områder er essentielle for at holde et samfund i gang. Da udlånsmarkedet samt interbank-markedet frøs i finanskrisen, oplevede man store volatilitetsudsving samt en indfrysning af udlånsmarkedet grundet ustabile fremtidsudsigter.

Finanskrisen var en konsekvens af forudgående forhold, der blandt andet skyldes høj og uholdbar økonomisk vækst. Det resulterede i en udbredt optimisme, konjunkturmedløbende finanspolitik og manglende

⁴⁰ Finanstilsynets halvårslige opgørelse af nøgletal fra tilsynsdiamanten. Dette er den seneste tilgængelige fra den 30 juni 2018

regulering af den finansielle sektor. Jubeloptimismen betød dog, at man negligerede den reelle risiko⁴¹. Hertil kommer indførelsen af b.la. Tilsynsdiamanten (findes kun i Danmark), hvilket set fra et risikoperspektiv, må konkluderes at være et særdeles positivt aspekt, der er affødt af den finansielle krise. Det gav et åbenlyst og tydeligvis tiltrængt "wake up call" til den finansielle sektor og offentlige instanser. Tilsynsdiamanten virker efter hensigten, da den skaber en god balance mellem risiko og muligheden for at drive en sund kerneforretning.

Interbank-markedet er en vigtig del af den almindelige kerneforretning i finansielle institutioner, da det er et internationalt lånemarked, der bruges til at styre likviditeten og overførsel af midler, så det finansielle system har et velfungerende lånemarked.

Finansiel uro var årsagen til indførslen af XVA. Reguleringerne tager derfor udsping i mange af problemstillingerne som man udlod at tage højde for i årene op til den finansielle krise. Det fremstår tydeligt i afsnittet, at behovet for CVA og FVA har en rolle at spille i risikostyringssammenhænge.

Ovenstående afsnit har søgt at skabe den nødvendige forståelse for mekanismerne bag finanskrisen. Nedenstående afsnit har til formål at fremstille de grundlæggende forudsætninger for forståelsen af CVA, DVA og FVA.

4. Afsnit II - Grundlæggende forståelse af CVA, DVA og FVA

Opgaven vil nu tage udgangspunkt i en analyse af CVA, DVA og FVA med henblik på at belyse, hvilke delkomponenter justeringerne består af samt hvordan ændringerne påvirker outputtet. Formålet er at analysere, hvordan samvariationen i de forskellige justeringer påvirker prisfastsættelsen af et derivat.

Analysen vil belyse, hvor vigtigt det er at benytte disse justeringer, da de har den største økonomiske indvirkning på handelsbeholdningen. Endvidere skal forståelsen af de enkelte parametre anvendes til udarbejdelsen af renteswappen samt porteføljesammensætningen i afsnit III. For forståelsen af kompleksiteten i begreberne CVA, DVA og FVA finder opgaven det nødvendigt at introducere væsentlige områder til forståelse og afdækning af kreditrisiko.

41

https://learn.cbs.dk/pluginfile.php/923505/mod_resource/content/1/Uddrag%20fra%20Rangvidrapporten%20Final.pdf – s. 2

Fodnote 40 er udarbejdet undervisningsmateriale fra Risikostyring

4.1. Fundamentale elementer til forståelse af kreditrisiko

Probability of Default (PD): Angiver sandsynligheden for ens modpart går konkurs ved en given handel.

Loss given default (LGD): Angiver en procentmæssigt estimering af tabet af den totale eksponering i tilfælde af modparts konkurs. Det er modstykket til recovery rate (RR), der angiver, hvor stor en andel af din eksponering du får tilbage.

Exposure metrics: Angiver den forventede positive/negative udvikling i en derivathandel.

Det er vigtigt i forståelsens øjemed at notere sig, at disse tre variabler er tidsafhængig dvs. de ikke blot skal anskues som værende et tal her og nu, men derimod et tal, der kan ændres over tid. I forståelsen af kreditrisikoen er det også vigtigt at skelne mellem cash og paper loss.

Cash loss opstår fra misligholdelser/konkurser dvs. reelle tab man lider (afskrivninger). *Paper loss* opgøres på den regnskabsmæssige balance og er tab, der opstår ved ændringer i modpartsrisikoen (CVA). Tabene på balancen opstår kun, hvis man ikke vælger at hedge sin modpartsrisiko (køb af CDS). Det relaterer sig til situationen i 2008, hvor mange banker led regnskabsmæssige tab, grundet manglende CVA-justering.

Der er flere risikomatrixer, der bruges indenfor derivathandel, og det er essentielt at beskrive udvalgte, da opgaven vil bruge dem i konkrete regneeksempler i slutningen af dette afsnit: Expected Positive Exposure (**EPE**) og Expected Negative Exposure (**ENE**), der henholdsvis udtrykker, hvad man kan have til gode samt, hvad man kan skyldes. Vi bruger EPE og ENE til at udregne kreditrisikoen i en derivatkontrakt, for at estimere fair value – der tages dermed højde for kreditrisikoen fra begge siders perspektiv. Expected Positive Exposure angiver derfor, hvor stort et tilgodehavende man forventer at have i kontraktens løbetid – EPE indgår som element i beregning af CVA. Omvendt bruges ENE til at beregne modpartsrisikoen, set fra køber side – det er vores modparts, modpartsrisiko. Det er vigtigt at tage højde for DVA, da modparten også skal godtgøres for sin modpartsrisiko, han har overfor sælger. **Den ene parts EPE (CVA) er modpartens ENE (DVA) og vice versa⁴².**

Den sværeste del opstår, når man skal udregne eksponeringen på sin modpartsrisiko. Det er umuligt at vide, hvordan prisen på derivatet udvikler sig over tid, og man er derfor nødsaget til at foretage simulationer af EPE og ENE for at estimere fremtidige eksponeringer.

Opgaven bliver at estimere en sandsynlighedsfordeling, og derefter udregne de mest relevante eksponeringsrisici, der kan forekomme i derivatkontraktens levetid. Det kunne eksempelvis være at estimere en rentekurves udvikling, og dernæst stressteste denne, så den giver en indikation af, hvordan prisen samt

⁴² Ignacio Ruiz, 2015, s.20-21

eksponeringen udvikler sig over tid (opgaven vil præsentere konkrete eksempler på dette, senere i dette afsnit)⁴³.

4.2. Netting sets

Der er flere tilgange til at forholde sig til kreditrisiko og sine risikomatrixer - det kan gøres enkeltvis eller anskuet som en gruppe af derivatkontrakter. Et netting sæt er en portefølje af derivatkontrakter, hvor man i tilfælde af konkurs hos modparten, er i stand til at nette kontrakterne ud med hinanden, så der kun er ét beløb der afregnes. Netting sættene er reguleret ved en juridisk aftale mellem de to modparter som i udgangspunktet følger anbefalinger fra den Internationale Swaps og Derivat Association (ISDA). Aftalerne kaldes derfor ISDA aftaler. Muligheden for at nette derivatkontrakter ud med hinanden er dermed en god måde at reducere risikoen. Det betyder, at man undgår settlement-risiko⁴⁴, der ellers havde opstået, ved derivatkontraktens udløb.

Et kendt eksempel fra finanskrisen var da KfW Bankengruppe overførte 350 mio. EUR til Lehman Brothers, blot timer før den amerikanske bank erklærede konkurs. Den tyske bank manglede at modtage 500 mio. USD i derivatkontrakten, og endte derfor i køen af kreditorer. Efterfølgende blev KfW Bankengruppe kaldt den dumme bank i verden⁴⁵. Det beskriver settlement-risikoen der foreligger, når derivatkontrakten udløber og der skal afregnes. Havde KfW gjort brug af netting sets, kunne de have nettet derivatkontrakterne ud, og derved undladt at overføre noget til Lehman Brothers.

ISDA-aftalen kan også indeholde andre positive aspekter såsom *resetting aftaler*, hvor man får mulighed for at genforhandle en kontrakt til nye forhold. Det giver god mening, hvis man har en lang kontrakt med en modpart, og beslutter at genforhandle prisen eller afregne kontrakten årligt. Det betyder, at man minimerer sin eksponering til maksimalt ét år, selvom den oprindelige kontrakt løber meget længere. Et andet aspekt under ISDA-aftalen er *break clauses* som er betingelser, hvor modparterne aftaler, at derivatkontrakten kan afvikles under givne betingelser. Et eksempel på dette kunne være, hvis modparten bliver downgraded af rating bureauerne under et vist niveau⁴⁶. Indgåelse af derivatkontrakter med en tilhørende ISDA-aftale, skaber grundlag for god risikostyring, heriblandt modpartsrisikoen (CVA).

⁴³ Ignacio Ruiz, 2015, s.20

⁴⁴ Ignacio Ruiz, 2015, s.251-253

⁴⁵ <https://www.dw.com/en/germanys-dumbest-bank-to-press-charges-against-own-staff/a-3659009>

⁴⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.23

4.3. Sikret vs. usikre netting-sæts

Ved at betragte sin modpartsrisiko vil man som udgangspunkt antage, at i tilfælde af modpartens konkurs, så vil tabet opgøres som værdien af den givne kontrakt – dette er dog kun tilfældet når porteføljen er usikret. Kort sagt; din eksponering i den usikrede derivathandel udgør din EPE.

For at styre sin risiko yderligere, kan man tillægge en Credit Support Annex (CSA) til sin ISDA-aftale. I en CSA-aftale forpligter modparterne hver især til at indbetale sikkerheder, hvis man er in-the-money - dvs. den part som er out-of-the-money, pålægges at stille yderligere sikkerhed som følge af den øgede risiko. Parterne aftaler dermed at sætte limits på deres fremtidige eksponeringer, og sætte en begrænsning på, hvor meget den ene part må skyldes den anden. På den måde minimerer man modpartsrisikoen, og dermed det potentielle tab i tilfælde af konkurs.

Det giver rigtig god mening set fra et risikoperspektiv, at man forsøger at eliminere risikoen, ved ikke at have for store tilgodehavender⁴⁷. Risikostyring betyder helt konkret, at den modpartsrisiko man er villig til at påtage sig, er bestemt af kreditværdigheden samt den respektive risikoappetit. Der er derfor ingen forbindelse til den aktuelle portefølje af derivatkontrakter som man har handlet. Valget består mellem at indgå kontrakter, hvor eksponeringen er sikret eller usikret.

Afhængig af hvorvidt man ønsker at indgå sikrede eller usikrede kontrakter afhænger af, hvor stor risiko man er i stand til at pådrage sig. Indgår man dermed flere kontrakter med sikkerhedsstillelse, har man mulighed for at lave mere forretning og vice versa. Dette skyldes kapitalkravene er mindre såfremt der stilles sikkerhed for derivathandlen.

CSA-aftaler var sjældent set i 1990'erne, hvor kun 20% af eksponeringerne var med sikkerhedsstillelse i handelsbeholdningen. Der forekom dog et skift under og efter krisen i 2008, hvor mange begyndte at adressere vigtigheden i en CSA-aftale, så man var i stand til at reducere modpartsrisikoen. I dag er CSA-aftaler meget almindelige, hvor sikkerhedsstillelsens værdi er tæt på, eller endda overstiger eksponeringens størrelse. Risikobetragtningen er dermed naturligt forandret⁴⁸.

Nedenstående er nogle af **CSA-parametrene**, der er væsentlige i forhold til at måle eksponeringen af sikkerhedsstillelsen:

- **Margining Frequency:** CSA-aftalen bestemmer, hvornår sikkerhedsstillelsen skal forekomme. Det kan være dagligt, ugentlig, månedligt etc. Det mest almindelig er dog daglig afregning - det er også

⁴⁷ Ignacio Ruiz, 2015, s.25

⁴⁸ Ignacio Ruiz, 2015, s.25

tilfældet mellem store finansielle institutioner. Indgår man en aftale med en lille modpart, kan det dog forekomme, at betingelserne er anderledes, da der kan være formildende omstændigheder såsom kontraktens størrelse eller, at modparten simpelthen ikke er i stand til at håndtere daglig afregning

- **Threshold:** Afhænger af risikoappetitten. Hver enkel bank har en grænseværdi overfor hver enkel modpart afhængig af dennes kreditværdighed, der fortæller, hvornår en limit er blevet brudt, og der igen skal indbetales margin
- **Independent Amount (IA) & Initial Margin (IM):** Angiver det beløb, der stilles udover sikkerhedsstillelsen som en ekstra sikkerhed. Beløbet skal typisk dække de potentielle tab, der opstår ved gap- og close out risk (begreberne forklares senere i afsnittet)
- **Minimum Transfer Amount (MTA):** Indgår man kontrakter under en vis størrelse er sikkerhedsstillelse overflødig. Eksempelvis, hvis omkostningen overstiger sikkerhedsstillelsen.
- **Rounding:** For at undgå uenigheder aftaler man på forhånd, hvorledes der afrundes på begge parter sikkerhedsstillelse

Det skal fremhæves, at *independent amount* og *threshold* bevæger sig i modsat retning. Har man en højere grænseværdi, vil det som udgangspunkt betyde højere risiko, mens et højere selvstændigt beløb, vil betyde lavere risiko. Selve minimumsoverførslen er tæt knyttet til grænseværdien, og da afrundingen af sikkerhedsstillelsen i princippet kan gå begge veje, vil man ud fra et risikoperspektiv tillægge dette sammen med grænseværdien, for at være konservativ. Risikoen kan dermed opgøres til:

Threshold – initial amount + minimum transfer amount + rounding = risikoeksponering i CSA-aftale

Threshold og initial amount betragtes som værende de bærende elementer i udregningen af risikoeksponeringen i en CSA-aftale⁴⁹.

4.4. Risiko der opstår i en CSA-aftale

I dette afsnit berører vi risikoen, der opstår trods indgåelse af CSA-aftaler.

Close-out risk: Sikkerhedsstillelse betyder ikke, at vores CSA-aftale bliver risikofri, men blot at vi reducerer modpartsrisikoen. Der kan derimod opstå andre risikofaktorer såsom; operationelle, funding, likviditet og juridiske.

⁴⁹ Ignacio Ruiz, 2015, s.28

Antag følgende eksempel:

En dealer indgår en eller flere OTC-derivathandler med en given modpart, og ønsker at hedge disse. Man er i udgangspunktet markedsneutral dvs. gevinst på den ene side (OTC-derivatet) er et tab på vores hedge og vice versa – med et lille tillæg i spreadet, hvor man tjener sine penge. Kommer man i en situation, hvor modparten går konkurs, bliver OTC-derivatet mindre værd, hvorimod vores hedge stadig er en åben position. Vores hedge vil ændre værdi fra det tidspunkt modparten går konkurs, uden at man får sin tab / gevinst fra sit derivat. Derfor har man muligheden for, at hedgen kan gå mod en, og man er derfor ikke længere markedsneutral, da både derivatet og hedgen, kan bevæge sig den forkerte vej. Den eneste mulighed man har for at minimere denne risiko, er ved at sælge sine position, så snart modparten går konkurs. Det er her den såkaldte close-out risk opstår.

Processen vil typisk tage et par dage afhængig af kompleksiteten af derivatet og den tilsvarende hedge. Close-out risiko er derfor det potentielle tab, der opstår det øjeblik modparten går konkurs, og indtil man er i stand til at lukke sin hedge⁵⁰.

Default declaration period: De risikofaktorer der opstår i tilfælde af, at en modpart går konkurs, og de risici, der forekommer de følgende dage.

I Lehman Brothers tilfælde var det kun én dag, men det var kun fordi alle vidste, at de var gået konkurs. Risikoen opstår derfor i de efterfølgende dage, i tilfældet af en modpart går konkurs – jo større institution desto flere modparter, og det giver flere risikofyldte dage. Der er flere risikofaktorer at forholde sig til.

Den første forholder sig til margin-frekvensen (dagligt, ugentlig, månedligt etc.), og hvor lang tid der går, før man får besked om modpartens konkurs.

Den anden risiko opstår ved, at der kan være flere operationelle udfordringer ift. hvorfor en konkurserklæring bliver forsinket – eksempelvis i større finansielle institutioner, hvor mange involverede enheder skal notificeres, eller sågar i institutioner, hvor de interne processer kommer til kort, og der ikke foreligger en klar procedure, når det kommer til sikkerhedsstillelsesbetalinger.

Den tredje risiko indebærer mangel på at levere sin sikkerhedsstillelse, hvorefter en "grace periode" begynder. Det vil sige, at man får givet en periode til at opfylde sine forpligtelser uden straf. I tilfælde af misligholdelse på sikkerhedsstillelsen bliver man kontaktet af sine modparter, der naturligt undrer sig over, om der er tale om en forsinkelse, eller en reel konkurs.

⁵⁰ Ignacio Ruiz, 2015, s.29

Den sidste risiko omhandler ens forhold og ry i branchen, og mange vil nødig erklære en modpart konkurs, før man har undersøgt alle muligheder for at dette kan undgås⁵¹.

Gap risiko: Perioden, hvor man er eksponeret mod markedsbevægelser i sin "naked hedge" er ikke kun i sin *close-out periode*, men også i sin *default declaration periode*. Dette kaldes *Margin Period of Risk (MPR)*, og bruges når man modellerer sikkerhedsstillelsen i sin derivatportefølje. Det er risikoen i henhold til konkurs, likviditet eller en koncentrationsbuffer, og tager højde for den ekstra tid man bruger på at afhænde sin portefølje. Det afhænger naturligvis af likviditeten og koncentrationsgraden af sine sikkerheder. *Gap risikoen* er den risiko, der opstår under MPR. Risikofaktorer, som kan opstå under MPR, kan skyldes funding risiko eller i relation til din *close-out risiko*, hvor afhændelsesperioden afhænger af kompleksiteten af sikkerheden, der dermed også er afhængig af, hvor likvid dine sikkerheder er. Afslutningsvis kan der opstå risiko, som stammer fra markedsbevægelser, der skaber et mismatch mellem din eksponering og dine sikkerheder. Risikoen, der opstår under MPR, kommer dermed både når der sker bevægelser i vores portefølje og i værdien af sikkerhedsstillelsen. Det betyder helt konkret, at man foretager haircuts på sikkerhedsstillelsen, så den afspejler den mulige forringelse af sikkerhedsstillelsens værdi over en given periode – størrelsen af haircut afhænger af typen af aktivet⁵².

Directional way risk: Selve strukturen mellem netting sæt og sikkerhedsstillelsen er man nødt til at forholde sig til, når man beregner sin fremtidige eksponering. Gør man ikke det, vil man ikke være i stand til at måle risikoen korrekt. Har man derfor ikke evnen til at beregne risikoen mellem sikkerhedsstillelsen og porteføljen, kan man ende ud i, at ens eksponerings matrixer fra en handel, tager udgangspunkt i noget forkert – eksempelvis en sikkerhedsstillelse som er konstant dvs., ikke ændres i værdi. Det kan medføre, at man beregner sin EPE eller ENE forkert, og dermed over- eller undervurdere den reelle økonomiske risiko. En anden udfordring opstår i tilfældet af ens eksponering, hvor sikkerhedsstillelsen givet, foretages i modpartens egne aktier. Selvom der foretages et haircut på aktierne, så det matcher en fremtidig forringelse af sikkerhedsstillelsen, kan der opstå problemer. Det skyldes, at sikkerhedsstillelsen i udgangspunktet er værdiløs, fordi værdien af aktierne forringes samtidig med, at vores modpartsrisiko stiger. Dette understøtter tanken om, at man bør modellere sine sikkerheder i relation til sin handelsbeholdning af derivater.

Den indledende del af afsnit II giver en forståelse af kreditrisikoens mange aspekter, og hvordan risici kan forbygges. Afsluttende del af afsnit II tager udgangspunkt i ovenstående grundprincipper i kreditrisiko, og bygger videre på dette i en XVA-sammenhæng.

⁵¹ Ignacio Ruiz, 2015, s.29

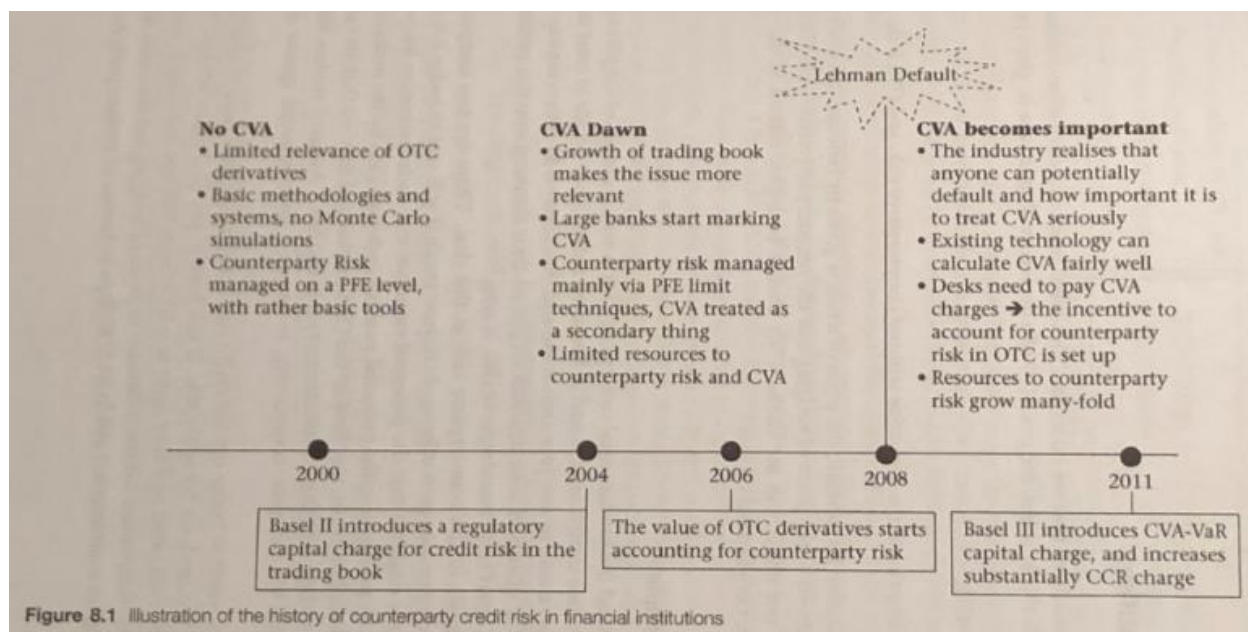
⁵² Ignacio Ruiz, 2015, s.29-30

4.5. CVA

I årene op til finanskrisen opfattede man kreditrisikoen på sine modparter som en sekundær risiko. Baggrunden var, at de fleste af modparterne havde solide kredit-ratings samt, at verdensøkonomien var på toppen af kreditsyklusen (højkonjunktur), der medførte meget få misligholdelser og dermed konkurser. Den givne markedssituation resulterede i, at mange blev "fartblinde", og som følge heraf forsømte at forholde sig til den reelle sandsynlighed for, at ens modparter kunne gå konkurs. Det var groft sagt en ubetydelig risiko.

Bankerne stod på daværende tidspunkt overfor en kompleksitet som de endnu ikke havde oplevet ift. at prise derivaterne, styring heraf og ligeledes, hvordan man risikoafdækkede sig overfor modpartrisikoen. Sagt med andre ord; teknologien var på dette tidspunkt simpelthen ikke langt nok fremme i udviklingen, så man kunne udregne førnævnte korrekt. Dertil var konkurrencen mellem bankerne tårnhøj, og man anså OTC-derivater som nøglen til succes. Det resulterede i, at bankerne ikke havde et særlig stort incitament til at investere store summer i at forstå modpartsrisiko (CVA). Baggrunden var, at modpartsrisikoen blev anset som værende ubetydelig, svær at forholde sig til samt dyr at styre.

Illustration af modpartsrisiko gennem årene – Figur 2



53

Figur 2 viser udviklingen i modpartsrisiko (CVA). Figuren tegner et billede af, hvordan verden forandrede sig efter Lehman kollapsede i 2008, og hvordan det efterfølgende glansbillede af økonomiens tilstand blev knust.

⁵³ Ignacio Ruiz, 2015, s.127

Den nye tilstand blev erstattet med en realisation om, at alle virksomheder kan gå konkurs, og hvor vigtig det er at forholde sig til kreditrisikoen i OTC-derivater⁵⁴.

Det blev efterfølgende rapporteret at 2/3 af de kreditrelaterede tab var CVA-justeringer, og dermed kun 1/3 af tabene som var grundet reelle konkurser. Citi Group rapporterede 4.8 milliarder USD i CVA tab i 2008, og CVA-justeringen var endnu større for Merrill Lynch, der rapporterede 6.2 milliarder USD. Dét er netop årsagen til, at banker bliver nødt til at prise / tillægge kreditrisikoen på deres handelsbeholdning⁵⁵.

Bankerne kender deres risikoappetit. Ved at inddrage CVA-justeringer i deres derivathandel kan de sikre sig, at de overholder deres risikobeføjelser, samt prisfastsætter derivater til fair value.

4.6. DVA

Som nævnt tidligere angiver CVA modpartsrisikoen. Modstykket til modpartsrisikoen er DVA, nemlig modpartens modpartsrisiko. DVA spiller en væsentlig rolle i CVA, da man benytter den til at anskue, hvorvidt ens modpart også skal godtgøres for den modpartsrisiko, han løber ved at handle med os⁵⁶.

4.7. FVA

FVA-justeringer har længe været noget som tradere har brugt som informationskilde til deres beslutningstagen. Det ses dog, at det først var i 2011, at større banker begyndte at vise deres FVA-justeringer på deres balanceopgørelse⁵⁷; se tabel nedenfor (opgjort i mio.):

Oversigt over FVA-justeringer – Tabel 2

	Amount	Date Disclosed
Bank of America Merrill Lynch	\$497	Q4 2014
Morgan Stanley	\$468	Q4 2014
Citi	\$474	Q4 2014
HSBC	\$263	Q4 2014
Royal Bank of Canada	C\$105	Q4 2014
UBS	Fr267	Q3 2014
Crédit Suisse	Fr279	Q3 2014
BNP Paribas	€166	Q2 2014
Crédit Agricole	€167	Q2 2014
J.P. Morgan Chase	\$1,500	Q4 2013
Nomura	\$98	Q1 2014
ANZ	AUD61	Q4 2013
Bank of Ireland	€36	Q4 2013
Deutsche Bank	€364	Q4 2012
Royal Bank of Scotland	\$475	Q4 2012
Barclays	£101	Q4 2012
Lloyds Banking Group	€143	Q4 2012
Goldman Sachs	Unknown	Q4 2011

58

⁵⁴ Ignacio Ruiz, 2015, s.126

⁵⁵ Ignacio Ruiz, 2015, s.127-128

⁵⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.221-222

⁵⁷ <https://www.darrellduffie.com/uploads/working/AndersenDuffieSongAug2017.pdf>

⁵⁸ <https://www.darrellduffie.com/uploads/working/AndersenDuffieSongAug2017.pdf> -

Tabel 2 viser, at FVA-justeringerne er af betydelig karakter, og derfor er vigtigheden af justeringen stor. Prisfastsættelse af et derivat, hvor der ikke tages højde for FVA-justeringer, vil derfor være misvisende, og give en stor usikkerhed i forhold til den reelle risikotagen.

Udvalgte faktorer, der er med til at forklare FVA-risikoen, redegøres for med henblik på at skabe den bedste forståelse af FVA samt, hvad der er ligget til grund for selve justeringen. FVA beskriver den omkostning, der er ved en bilateral OTC derivathandel, hvor markedsrisikoen hedges. FVA-justeringen er derfor den risikokalibrering, der skal foretages på ens derivat-post, som afspejler omkostningen ved at hedge på interbank-markedet med sikkerhedsstillelse.

Baggrunden for FVA opstod i 2007. Hidtil havde man ikke forholdt sig til fundingrisikoen, da interbank-markedet var robust, og "uden begrænsninger". I 2008 viste det sig ikke at være tilfældet, og konsekvensen heraf blev, at bankernes fundingomkostninger blev øget markant grundet den finansielle usikkerhed. Det betød, at ens fundingspread steg markant, hvorfor nedjusteringerne i ens derivatportefølje var enorme i de efterfølgende år jf. tabel 2⁵⁹.

CVA er kraftigt relateret til fundingrisikoen, og selve CVA-beregningsgrundlaget er baseret på en risikofri rente – dét kan give nogle udfordringer. CVA afspejler derfor ikke den reelle hverdag, når vi taler om OTC derivater. Det er derfor nødvendigt at foretage en FVA-kalibrering for at fange den risiko som CVA ikke fanger. CVA kigger på forholdet mellem køber og sælger i en derivathandel, men undlader at forholde sig til sælgers fundingomkostning med tredjepart - denne opstår når sælger hedger sin markedsrisiko. Fundingrisikoen er afhængig af likviditeten i interbank-markedet. Den risiko kan som udgangspunkt ikke kalibreres korrekt, da forståelsen af fundingrisikoen afhænger af likviditeten i markedet. Hvis denne likviditet tages helt ud af markedet som i 2008, vil antagelserne omkring ens forventede fundingomkostning være umulig at estimere. For at få en dybere forståelse for FVA kræver det, at man nedbryder FVA i COLLVA, HVA og LVA – det beskrives nedenfor⁶⁰.

COLLVA: COLLVA beskriver FVA-justeringen, der opstår ved asymmetrisk sikkerhedsstillelse. Det skal forstås sådan, at hvis to modparter har et derivat overfor hinanden, og der ikke stilles fuld sikkerhed, altså 1:1 forhold, så skal derivatet risikojusteres som følge af den manglende sikkerhed⁶¹.

Oversigt over FVA-justeringer på 18 store finansielle institutioner fra 2014

⁵⁹ Ignacio Ruiz, 2015, s.14

⁶⁰ Ignacio Ruiz, 2015, s.15

⁶¹ Ignacio Ruiz, 2015, s. 225-226

Illustration af fundingomkostninger ved en usikret handel – Figur 3

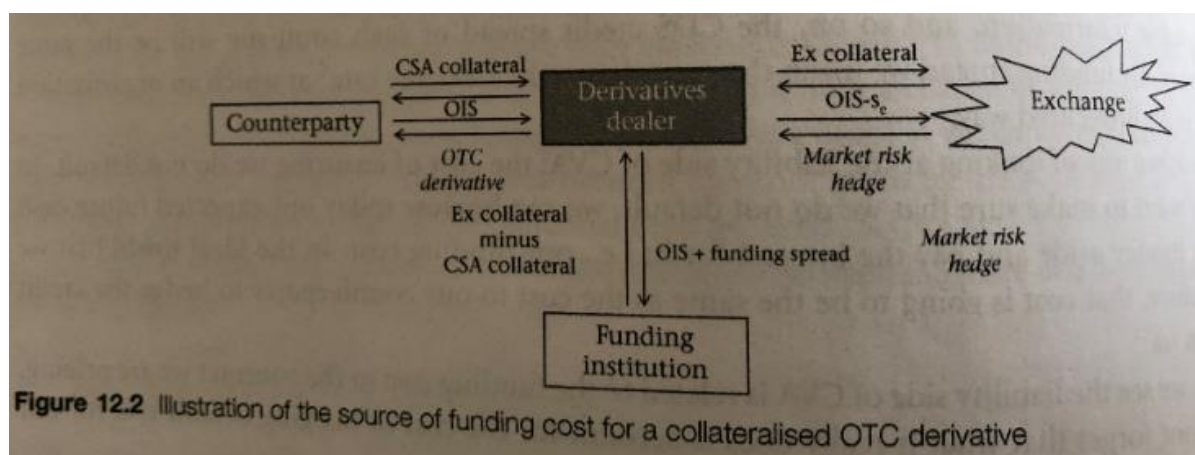


62

Figur 3 viser, hvordan markedsrisikoen handles ved at hedge sin markedsrisiko. Det gøres da derivatudstederen (sælger) ønsker at risikoafdække sin handel. Det påvirker FVA således, at de omkostninger, der er ved at funde en hedge, skal justeres i prisfastsættningen af derivatet/pålægges modparten. Det er en medvirkende faktor i FVA-justeringerne, eftersom den skal nedskrives i derivatets værdi. Figur 3 illustrerer at hedging-siden af transaktionen (højre side) er afdækket, hvorimod OTC-derivat siden overfor modparten, ikke er afdækket. Det betyder, at der skal stilles sikkerhed fra sælgers side overfor exchange, og den sikkerhedsstillelse skal fremskaffes via funding. Uagtet om man ønsker at hedge sin markedsrisiko, bliver omkostningen stadig pålagt køberen af derivatet – dertil bliver der pålagt et ekstra spread, der er indtjeningsgrundlaget for sælger. Sælger er ikke pålagt at hedge sin markedsrisiko, og det skaber derved mulighed for at tjene på FVA-justeringen – det kræver dog, at sælger påtager markedsrisiko. Afslutningsvis er det vigtigt at pointere, at selve modpartsrisikoen i dette scenarie IKKE er elimineret.

⁶² Ignacio Ruiz, 2015, s. 226

Illustration af fundingomkostninger ved en sikret handel – Figur 4



63

Figur 4 viser en sikret handel, hvor sælger af derivatkontrakten ønsker at mindske sin modpartsrisiko ved at indgå en CSA-aftale. Udfordringen er dog, at CSA siden af handlen (venstre side) ikke altid er fuldt afdækket, da marginbetalingerne kan være daglige, ugentlige, månedlige etc. Problemet kan opstå, hvis der ikke er 1:1 sikkerhedsstillelse mellem køber, sælger og exchange. Sælger skal stille fuld sikkerhed for sin hedge, og har han ikke modtaget fuld sikkerhed for køber, skaber asymmetrien en FVA-regulering - sælger skal derfor godtgøres for differencen mellem sikkerhedsstillelser.

Det vigtige at forstå i figur 4 er, at sælger har fundingomkostninger (FVA), der opstår grundet sikkerhedsstillelse overfor exchange. På grund af disse omkostninger, pålægger sælger justeringer til værdien/prisen på derivatet. Dét er netop essensen af en FVA-justering.

En anden vigtig betragtning er, at sælger er nødt til at påtage sig en del risiko, hvis der kun indgås en CSA-aftale. Såfremt man ønskede at eliminere sin modpartsrisiko i handlen, skulle man i stedet have købt en CDS. Kreditforsikringen (CDS'en) afspejler modpartsrisikoen, og prisen for denne er CVA-justeringen. Stemmer de ikke overens, vil man i teorien kunne lave uendelig profit, da der vil være arbitrage⁶⁴.

HVA: HVA (hedging-value-adjustments) beskriver FVA-justeringen, der opstår grundet derivat-cashflows. Uagtet sikkerhedsstillelse vil der som oftest forekomme et mismatch mellem løbetiden på en given hedge og løbetiden på derivatet. Hertil vil der opstå et behov for funding, og det skal der tages højde for i FVA-justeringen.

⁶³ Ignacio Ruiz, 2015, s. 226

⁶⁴ Ignacio Ruiz, 2015, s.225-226

Antagelserne i HVA stammer fra Black Scholes prisfastsætningsmodel og antager, at en dealer kan låne eller udlåne et ubegrænset beløb til den risikofrie rente.

Antag følgende eksempel:

Det antages, at man har en halvårlig 5-årig swap som man hedger med en kvartalsvis 5-årig swap. Hver tredje måned vil der forekomme et mismatch mellem cashflowsne fra hedgen og derivatet, og netop dette cashflowbehov skal fundes – hertil bidrager HVA til FVA-justeringen⁶⁵.

LVA: LVA (Liquidity-value-adjustments) angiver det spread, der forekommer når fundingomkostningerne sker ved forskellige spreads. Den ene part skal funde en CDS, hvor den anden part skal funde sig via deres eget spread på interbank-markedet. Den ulighed, der opstår i disse spreads betyder, at omkostningen til vores modpart set i forhold til, at sikre sig mod vores konkurs, er forskellige fra den fundingomkostning vi betaler⁶⁶.

Analysen af CVA, DVA og FVA skaber grundlaget for de kommende reguleringer af renteswappen. Opgaven vil nu tage udgangspunkt i udvalgt teori, og teste den på opstillede derivater.

4.8 Udregning af CVA på renteswaps

Det følgende afsnit tager udgangspunkt i forskellige udregninger af en renteswap med forskellige forudsætninger. Vi inddrager dette for at tydeliggøre effekten af justeringer på den pågældende derivatkontrakt, men ligeledes for at fremme forståelsen af CVA, DVA og FVA.

Opgaven illustrerer følgende tre eksempler:

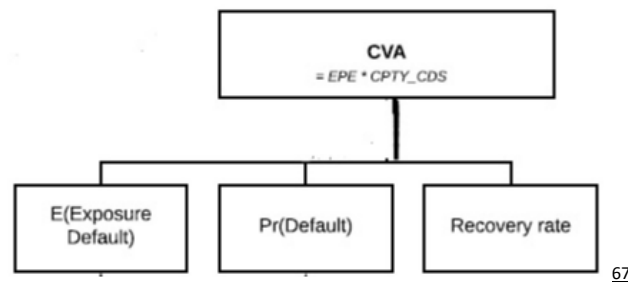
- **CVA** udregnes på baggrund af lige store rentechok – både positive og negative
- **CVA** udregnes på baggrund af en downgrading af modparten
- **CVA** udregnes på baggrund af tilfældige rentechok (beregning vedlægges som bilag 2)

For at forstå fortolkningen af udregningerne, er det også væsentligt at forstå udregningen af de enkelte elementer.

⁶⁵ Ignacio Ruiz, 2015, s.226-227

⁶⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.42&227

Udregning af CVA – Figur 5



67

Figur 5 viser essensen af en CVA-udregning. Den er som udgangspunkt simpel, hvis man har inputfaktorerne. Udfordringen opstår dog ved udregningerne af EPE (forventede positive eksponering) og CDS'en (kreditforsikringen) på sin modpart. Vores eksempler bygger på meget simple antagelser ved udregningen af disse. Baggrunden for dette er grundet i kompleksiteten i modelopbygningen. I praksis foretages der store Monte Carlo simulationer, for at estimere det mest sandsynlige udfald over kontraktens løbetid.

$$EPE_t = \int_{-\infty}^{\infty} P^+ \cdot \Psi_t(P) \cdot dP$$

68

Expected Positive Exposure (EPE) angiver som tidligere nævnt, ens forventede positive eksponering overfor modparten i kontraktens løbetid. Sagt med andre ord; hvilken fremtidig forventet gevinst står man til at miste, såfremt modparten går konkurs. Det kræver selvfølgelig at man er in-the-money, ellers ville modpartsrisikoen ikke eksistere.

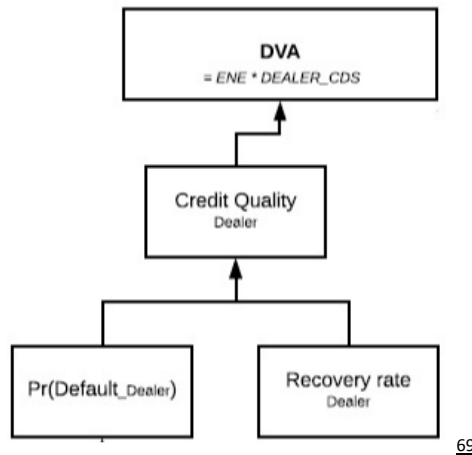
Det andet element i udregningen af CVA, er CDS aspektet. Selve CDS'en opgøres i procent - eksempelvis 5%. Det betyder, at på en given EPE vil prisen på CDS'en udgøre 5% af denne værdi. En CDS udregnes på lignende måde som EPE, altså med en Monte Carlo simulation - den bygger dog på andre elementer. Kreditforsikringen skal udtrykke prisen på modpartsrisikoen, hvorfor elementer i udregningen består af PD og LGD. De udtrykker sandsynligheden for, at modparten går konkurs, ligesom der tages højde for, hvor stor en andel af eksponeringen, der vil gå tabt såfremt dette er tilfældet. CDS'en bygges ligeledes op omkring kreditbureauernes rating. Der vil foretages en dybere analyse af CDS'er senere i afsnit III.

I vores eksempler har vi antaget at prisen på en CDS (både modpartens såvel som vores egen) udregnes simpelt som $PD * LGD$. Dette er en meget forsimplet udregning set i forhold til virkeligheden.

⁶⁷ Model modtaget fra Nordea ansat Erik Buch under samtale

⁶⁸ Ignacio Ruiz, 2015, s.21

Udregning af DVA – Figur 6



69

DVA er modstykket til CVA. Det er ens modparts, modpartsrisiko, og den tages der højde for i den givne CVA-regulering. Baggrunden for at DVA udregnes, kan spores tilbage til, at man efter krisen nu forholder sig til, at alle finansielle institutioner kan gå konkurs.

$$ENE_t = \int_{-\infty}^{\infty} P^- \cdot \Psi_t(P) \cdot dP$$

70

DVA udregnes på samme vis som CVA, blot med omvendt fortegn. Man kigger derfor på ens egen sandsynlighed for konkurs samt LGD, og bruger det i pågældende justering. Formlen for ENE udtrykker modpartens forventede upside i handlen.

DVA-outputtet er derfor nødvendigt ift. at udregne den reelle CVA-regulering, da man tager højde for modpartens risici i handlen – man ser dermed handlen fra begge sider. Selve justeringen opstår ved at trække CVA fra DVA-udregningen.

Formlen udtrykkes således:

$$CVA_{Net} = (EPE * CDS_{modpart}) - (ENE * CDS_{egen})$$

⁶⁹ Model modtaget fra Nordea ansat Erik Buch under samtale

⁷⁰ Ignacio Ruiz, 2015, s.21

4.9. Fremgangsmåde på udregningseksempler af CVA & DVA

For forståelsen af illustrationerne skal det påpeges, at EPE er markeret med grøn, og ENE er markeret med rød. Den simple måde at udregne eksemplerne på, er at udregne værdien af renteswappen og antage, at hele den positive såvel som negative eksponering først indtræffer i $T = 4$ (den summerede værdi af tilbagediskonteret cashflows). I praksis er der en EPE og ENE i hver tenor (tidsperiode), da betaling skal falde her. Udregningen forsøger at skabe et mere realistisk billede af, hvornår der opstår en modpartsrisiko i en renteswap.

CVA udregnes på baggrund af lige store rentechok – både positive og negative.

Følgende udregnet eksempel ansues fra sælgers side af handlen, for at fremhæve CVA-justeringen på den givne derivatkontrakt. Vi har taget udgangspunkt i en renteswap med en hovedstol på nominelt 100 millioner.

Nedenfor er forudsætningerne for beregningerne angivet, hvor der foretages et rentechok på 50 bps begge veje. De forskellige cashflows tilbagediskonteres med OIS, som i vores eksempel er fastsat nedenfor og antages stigende.

Positiv renteudvikling – Tabel 3

T	0	1	2	3	4
Hovedstol	100				
Rente	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
Chok	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Rente fast	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	Bfix Cash Flow	Bfl Cash Flow	Diskontering (OIS)	PV Bfix (ENE)	PV Bfl (EPE)
1	-4	3,5	0,005	-3,980099502	3,482587065
2	-4	4	0,006	-3,95242857	3,95242857
3	-4	4,5	0,007	-3,917162423	4,406807725
4	-104	105	0,008	-100,7375098	101,7061397
Total	-116	117		-112,5872003	113,547963
			Værdi	0,960762767	

Tabel 3 er en oversigt over cashflows fra renteswappen udregnet ved hjælp af obligationsmetoden. Renteswappen består af et fast og et variabelt ben, hvor opgavens eksempler er udregnet på baggrund af, at man modtager det variable ben.

I eksemplet fremgår det, at renteswappen har en positiv værdi, eftersom vi ser en stigende rente. I $T = 1$ er der negativt netto cashflow, grundet differencen i renten, men vil i $T = 3$ og efterfølgende være positiv. Modtager man det variable ben som i dette eksempel, ønsker man derfor at renten stiger.

Det ses, at værdien af renteswappen er **0,960762767**. Gevinsten udgør derfor 960.000 kr. (afrundet). Det udledes som den summerede sum af cashflows i alle terminer.

Man kunne simpelt stille det op som, at CVA kunne udledes af denne værdi. Opgaven ønsker dog at tage højde for CVA-reguleringen for hver tenor, for at skabe et virkelighedsnært billede. CVA-Reguleringen af kontrakten udledes i formlen som:

$$CVA = EPE * CDS_{modpart}$$

Inden CVA-reguleringen kan færdiggøres, kigges der på ENE og DVA siden af reguleringen. Det gøres for at udregne den samlede CVA_{net} .

Negativ renteudvikling – Tabel 4

T	0	1	2	3	4
Hovedstol	100				
Rente	0,03	0,025	0,02	0,015	0,01
Chok	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005
Rente fast	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	Bfix Cash Flow	Bfl Cash Flow	Diskontering (OIS)	PV Bfix (ENE)	PV Bfl (EPE)
1	-4	2,5	0,005	-3,980099502	2,487562189
2	-4	2	0,006	-3,95242857	1,976214285
3	-4	1,5	0,007	-3,917162423	1,468935908
4	-104	101	0,008	-100,7375098	97,83162006
Total	-116	107		-112,5872003	103,7643324
			Værdi	-8,822867817	

Tabel 4 er beregnet ud fra samme forudsætninger som tidligere, bare med modsat renteutvikling.

I tabellen ses en væsentlig større downside end upside. Sælger modtager det variable cashflow, og det har en negativ indvirkning, når renten falder. Udregning af DVA tager højde for fremtidige forventede tab i forhold til vores egen modpartsrisiko. Eftersom den variable rente er lavere end den faste, vil man ved en faldende rente have en forringelse af derivatet allerede fra $T = 1$. Baggrunden for det er, at den variable rente er lavere end den faste fra start.

Når både EPE og ENE er udregnet, kan man påbegynde at udregne CVA og DVA.

$$DVA = ENE * CDS_{egen}$$

Udregningen af DVA-reguleringen er nøjagtig den samme som CVA-reguleringen, blot set fra købers side. Det illustrerer, hvor stor en regulering køberen af renteswappen er berettiget til, grundet den modpartrisiko han har i handlen (risikoen for, at vi som sælger går konkurs).

Afslutningsvis netter vi CVA og DVA ud med hinanden, for at finde den reelle CVA-regulering.

Inden selve udregningen opstilles, er man nødsaget til at fastsætte forudsætninger for udregningen:

- Der forventes en 50/50 sandsynlighed for, at renten enten stiger eller falder med 50 bps for hver tenor. EPE summeres for begge udfald og divideres med to, for at skabe den forventede gennemsnitlige EPE, uanset hvilket scenarie, der måtte indtræffe
- ENE er den samme uagtet udfaldet af renteutviklingen, da du betaler fast rente
- I stedet for at kigge på den summerede EPE og ENE, opstilles der en udregning af begge for hver tenor, ligesom der også opstilles en CVA- og DVA-regulering for hver tidsperiode
- LGD fastsættes til 40 %, da dette er markedsstandarden. Ligeledes fastholdes denne gennem hele udregningsperioden
- Det antages endvidere at PD stiger i udregningsperioden. Det gøres for at gøre billedet mere realistisk, da de færreste har samme PD over en længere periode

Beregning af CVA-net – Tabel 5

T	EPE	ENE	LGD	$PD_{modpart}$	PD_{egen}	CVA	DVA	CVA _{net}
1	2,985075	-3,9801	0,4	0,02	0,001	0,023881	-0,00159	0,022289
2	2,964321	-3,952429	0,4	0,01	0,001	0,011857	-0,00158	0,010276
3	2,937872	-3,917162	0,4	0,01	0,001	0,011751	-0,00157	0,010185
4	99,76888	-100,7375	0,4	0,01	0,001	0,399076	-0,0403	0,358781
Sum	108,6561	-112,5872		0,05	0,004	0,446565	-0,04503	0,40153

Tabel 5 illustrerer udregninger af EPE og ENE samt, hvordan en CVA- og DVA-regulering ville se ud i praksis.

Udregningen af CVA og DVA er bygget på baggrund af EPE og ENE * modpartens CDS-omkostning.

Udregningen af CDS'en er antaget som: $CDS = PD_{modpart} * LGD$

$$CVA = EPE * PD_{modpart} * LGD$$

$$DVA = ENE * PD_{egen} * LGD$$

CVA-net udgør 40.000 (grønne felt). Det betyder helt konkret, at 40.000 skal fratrækkes hovedstolen på nominelt 100 mio. Værdien af kontrakten på handelsbeholdningen skal dermed afspejle den sande værdi, da handlen er indgået.

Har man endnu ikke foretaget handlen, skal man forholde sig til modpartsrisikoen. Der skal man tillægge CVA-net til hovedstolen, så man tager betaling for modpartsrisikoen.

Det virker ikke umiddelbart som en mærkbar sum. Tager man derimod udgangspunkt i mere realistiske scenarier, fremfor vores simplificerede tilgang, og dermed måler den reelle størrelse af de største bankers derivatportefølje, tegnes et helt andet billede jf. tidligere nævnte CVA-regulering på 6.2 mia. USD Merrill Lynch foretog i 2008.

CVA udregnes på baggrund af en downgrading af modparten. Forudsætningerne er de samme som foregående eksempel, blot med tilfældige rentechok.

I tabel 6 opstilles der et eksempel, hvor vi har bibeholdt tilfældige chokkede renteniveauer, og forsøgt at illustrere, hvilken indvirkning det vil have, såfremt ens modpart i handlen bliver downgraded. Downgradingen indtræffer i $T = 4$, hvor der i renteswappen forekommer de største cashflows. Det er for at fremme effekten af downgraden, og dertil opstille et scenarie, hvor modparten bliver anset som værende "junk-ratet" (Lav kredit rating).

Tilfældige rentechok med en stigende tendens - Tabel 6

T	0	1	2	3	4
Hovedstol	100				
Rente	0,03	0,039	0,046	0,041	0,04
Chok	0,009	0,007	-0,005	-0,001	
Rente fast	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	Bfix Cash Flow	Bfl Cash Flow	Diskontering	PV Bfix (ENE)	PV Bfl (EPE)
1	-4	3,9	0,005	-3,9801	3,880597
2	-4	4,6	0,006	-3,95243	4,545293
3	-4	4,1	0,007	-3,91716	4,015091
4	-104	104	0,008	-100,738	100,7375
Total	-116	116,6		-112,587	113,1785
			Værdi	0,591291	

Grundet skiftende renteniveauer, ser vi i tabel 6 ændrede værdier af derivatet. Det skal bemærkes, at det skyldes ændringen i renteniveauet, og kan derfor ikke relateres til forringelsen af kreditværdigheden. Grundlæggende prisfastsættelsesværktøjer tager som udgangspunkt ikke hensyn til modparten, fundingomkostninger m.v. Derfor er værdien af et derivat det samme i udgangspunktet. Dét er essensen i opgaven, da traditionelle prisfastsætningsværktøjer (Black Scholes) ikke tager højde for CVA, FVA m.v.

Tilfældige rentechok med faldende tendens – Tabel 7

T	0	1	2	3	4
Hovedstol	100				
rente	0,03	0,027	0,015	0,023	0,018
shock	-0,003	-0,012	0,008	-0,005	
Rente fast	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	B _{fix} Cash Flow	B _{fl} Cash Flow	Diskontering	PV B _{fix} (ENE)	PV B _{fl} (EPE)
1	-4	2,7	0,005	-3,980099502	2,686567
2	-4	1,5	0,006	-3,95242857	1,482160
3	-4	2,3	0,007	-3,917162423	2,252370
4	-104	101,8	0,008	-100,7375098	98,60650
Total	-116	108,3		-112,5872003	105,0280
			Værdi	-7,55958	

Tabel 7 viser udregningerne på baggrund af tilfældigt chokkede renter.

Når EPE og ENE er udregnet, er fremgangsmetoden den samme som ved identiske rentechok. Der, hvor downgrade har en indvirkning er i CDS'en på modparten. Den forringede kreditværdighed gør, at modpartsrisikoen stiger markant, grundet en stigning i konkursrisikoen (PD). Ligeledes kan det være tilfældet, at LGD også stiger, hvorfor det har "dobbel" negativ effekt på prisen, for at forsikre sig mod modpartens konkurs. I vores eksempel er det blot PD som forringes, da en stigende PD ikke altid resulterer i en stigende LGD.

Opgaven ønsker at fremhæve det faktum, at trods en struktureret tilgang til ens derivatportefølje, hvor man tager højde for XVA-reguleringerne, kan der altid forekomme en ændring, såfremt der sker en downgrade. Det kan have store konsekvenser, hvis man har mange poster overfor denne modpart.

Beregning af CVA-net – Tabel 8

T	EPE	ENE	LGD	Pd _{modpart}	PD _{egen}	CVA	DVA	CVA _{net}
1	3,283582	-3,9801	0,4	0,02	0,001	0,026269	-0,00159	0,024677
2	3,013727	-3,95243	0,4	0,01	0,001	0,012073	-0,00158	0,010474
3	3,133729	-3,91716	0,4	0,01	0,001	0,012598	-0,00157	0,010968
4	99,67201	-100,738	0,4	0,43	0,001	17,34874	-0,0403	17,10329
Sum	109,1031	-112,587		0,47	0,004	17,39968	-0,04503	17,1494

En downgrade betyder meget for CVA-reguleringen. Tidligere så man en CVA_{net} på 40.000, hvor man i dette tilfælde ser en stor stigning til 17.150.000. Det skyldes, at renteswappen har den største betaling i sidste tenor, og i vores eksempel er det her, downgraden indtræffer. Selvom man forholder sig til CVA i sin derivatportefølje, skal man være opmærksom på, at en downgrade kan have en stor betydning. Modpartsrisikoen kan elimineres ved køb af en CDS - dog skal det pointeres, at CDS'en skal købes ved indgåelsen af derivathandlen, ellers risikerer man, at prisen på CDS'en stiger i forbindelse med kreditforringelsen.

Beregnete eksempler af renteswappen viser et klart behov for, at man forholder sig til CVA og DVA. I modsætning til traditionel prisfastsætning (Black Scholes) illustrerer afsnit II vigtigheden i at forholde sig til modparten i den givne derivathandel.

4.10. Udregning af FVA på renteswaps

Som illustreret i ovenstående afsnit har vi analyseret to forskellige scenarier for CVA- og DVA-justeringer. Det ønskes også at opstille forudsætninger samt påvirkninger af FVA-reguleringer. Opgaven har tidligere vist store fejl-kalibreringer af FVA-risikoen, og konsekvensen det kan pådrage finansielle institutioner. Opgaven vil nu tage udgangspunkt i samme renteswap, som ved CVA beregningen.

4.11. Fremgangsmåde på udregningseksempler af FVA

FVA angiver de fundingomkostninger, der måtte være ved indgåelse af en derivathandel. Det er vigtigt at justere for det i derivats værdi.

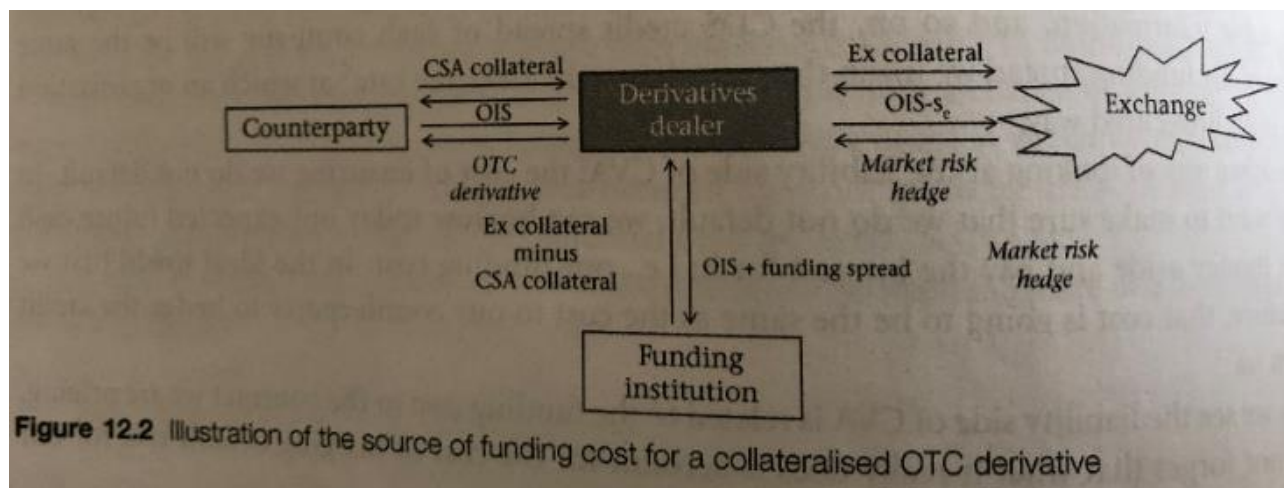
FVA kan beregnes med følgende formel:

$$FVA = (EPE + ENE) * (1/(1 + Risk\ Premium)^t - 1)^{71}$$

⁷¹ Formel udleveret og udarbejdet af Nordea ansat Erik Buch

FVA udtrykker den fundingomkostning som sælgeren af derivatet har. Den omkostning skal pålægges køberen. Normalt inkluderes OIS i formlen, da man skal tilbagediskontere EPE og ENE med fundingomkostningerne (disse består af Risk Premium + OIS). Opgaven benytter de tilbagediskonterede EPE og ENE'er, hvorfor der udelukkende bruges Risk Premium, for ikke at tilbagediskontere to gange. Risk Premium udtrykker derfor sælgers reelle fundingomkostninger.

Illustration af fundingomkostninger ved en sikret handel – Figur 7



72

Figur 7 viser FVA-reguleringen som den fundingomkostning sælger af derivatet, har i forbindelse med sikkerhedsstillelse overfor markedet. Fundingomkostningen skal derfor findes i selve sikkerhedsstillelsen. Har man en sikret handel (CSA-aftalte) videregiver sælger køberens sikkerhedsstillelse til exchange. Fundingomkostningerne skal betragtes som sikkerhedsstillelsen køber stiller til sælger. Har man en usikret handel, hvor der ikke stilles sikkerhed, repræsenterer fundingomkostningerne den omkostning sælger af derivatet har som følge af sikkerhedsstillelse overfor exchange. I praksis ses det også, at der ikke altid stilles 100% sikkerhed – det kan også skabe en fundingomkostning (FVA).

Opgørelsen af FVA angiver et behov for en stigning i værdiansættelsen af derivatet på salgstidspunktet. Såfremt man ikke har taget højde for FVA-justeringen, vil man have prisfastsat derivatet for billigt, da man ikke har taget højde for, de fundingomkostninger handlen medfører.

⁷² Ignacio Ruiz, 2015, s. 226

I tabel 9 illustreres udregningen af FVA. Vi har taget udgangspunkt i tidligere eksempel med fast rentechok på 50 bps – positive såvel som negative:

- Fast chok af rente på 50 bps i begge retninger i forhold til udregning af EPE og ENE
- Et fastforrentet renteniveau på 3 % i $T = 0$
- Hovedstol på 100 mio.
- En perfekt markedshedge så der ingen markedsrisiko opstår
- Risk premium som i $T = 1$ er 0,7 % og derfra stiger med 0,1 procentpoint for hver tenor
- OIS antages at være uændret i forhold til tidligere udregninger
- Det antages, at der ikke stilles sikkerhed i handlen - der er dermed ingen CSA-aftale

Beregning af FVA-justering - Tabel 9

T	Funding(OIS+risk premium)	Risk premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,20%	0,70%	0,005	2,9850746	-3,9801	0,006916757
2	1,40%	0,80%	0,006	2,9643214	-3,952429	0,015622001
3	1,60%	0,90%	0,007	2,9378718	-3,917162	0,025971955
4	1,80%	1%	0,008	99,76888	-100,7375	0,037795605
Sum				108,65615	-112,5872	0,086306318

FVA udregnes som:

$$FVA = (EPE + ENE) * (1/(1 + Risk\ Premium))^t - 1$$

$$0,006916757 = (2,9850746 + -3,9801) * (1/(1 + 0,007))^1 - 1$$

Vær opmærksom på, at udregning kun viser $T = 1$, og dermed ikke den fulde FVA-regulering.

Ved udregning af FVA ses det tydeligt, at der er en FVA-regulering, der bør foretages på derivatet. Udregningen skal foretages for hver tenor, og derefter summeres op som ovenstående viser. Det er tilfældet som ved CVA, at beløbet ikke virker alarmerende højt. Pointen er den samme som tidligere – det er udelukkende en værdiregulering, der skal foretages på porteføljen af 100 mio. Skaleres dette op, vil beløbet være mærkbart større.

Det opstillede eksempel skaber grundlag for en interessant vinkling på XVA-reguleringerne, nemlig hvordan man regulerer for en positiv FVA? I ovenstående eksempel er summen af FVA på 0,086 i virkeligheden til

fordel for køberen af derivatet. Dét sker da ENE er større end EPE, hvorfor ens FVA-regulering teknisk set bør komme køberen til gode. Teoretisk vil opgørelsen af ovenstående ske ved, at man først tillægger derivatet en værdi for CVA-risikoen, og derfra bør man alt andet lige, fratrække den positive FVA-regulering. I praksis sker det ofte ikke, da man typisk fastsætter positive FVA-justeringer til 0 – ergo, køber af derivatet bliver ikke godtgjort⁷³.

Der stilles spørgsmålstejn ved denne fremgangsmetode, da man alt andet lige bør gøre dette. Det giver ikke mening, at man giver et derivat et tillæg i form af CVA-reguleringen, og ligeledes andre forhold i XVA, men når der er tale om en positiv effekt overfor køberen af derivatet, så sættes denne til 0.

CVA_{net} og FVA-regulering i henhold til markedspraksis – Tabel 10

CVA _{net}	0,40153
FVA	0
CVA_{net} + FVA	0,40153

Det fremgår i tabel 10, at der tages højde for en CVA-regulering i prisfastsættningen af derivatet, men FVA-justeringen sættes til 0, så snart den er positiv. Opgavens ønske er at udfordre denne praktiske fremgangsmåde, da det ikke skaber grundlag for den reelle forståelse af XVA-reguleringerne. XVA-reguleringerne er ikke tiltænkt som værende en ekstra indtægtskilde i form af manglende FVA-justering, så snart det er til købers fordel.

Den reelle regulering bør derfor have været:

Reelle CVA_{net} og FVA-regulering – Tabel 11

CVA _{net}	0,40153
FVA	0,086306
CVA_{net} - FVA	0,315224

Resultatet af udregningen i tabel 11 er den samme som i eksemplet med downgrading af modparten. FVA-reguleringen er også i dette tilfælde positiv, men medregnes ikke som en reel regulering.

⁷³ Jf. samtale med Nordea ansat Erik Buch

4.12. Analyse af CVA, DVA og FVA samt inputfaktorerne heri

Formålet med afsnittet er at skabe en forståelse af, hvad en CVA_{net} regulering bygger på. Ydermere belyses spillet mellem denne og FVA-reguleringer.

I analysen hertil, vil der blive fokuseret på de aspekter af CVA- og DVA-udregningen, der er forklarende elementer, og hvad der er med til at minimere/øge disse.

CVA:

Udregningen af en CVA-regulering består af tre delelementer:

- EPE (Expected Positive Exposure)
- PD (Probability of Default)
- LGD (Loss Given Default)

Ved CVA-beregningerne er det vigtigt at være opmærksom på fremhævede tre punkter, og hvordan de hver især bidrager til det endelige CVA-output.

EPE: Udtrykker det forventede potentielle positive afkast et givent derivat kan have. Det skal derfor forstås som, hvad en bank forventer, at deres modpart kan ende ud med at skyldte dem.

Hvilken betydning kan det have, når vi kigger nærmere på det udfald? Hvorfor er det vigtigt at forholde sig til, hvor stor en post ens modpart kan ende ud med at skyldte os? Kan man ikke blot indgå en modsatrettet handel (hedge), og dermed eliminere al risikoen?

Såfremt man udelukkende agerer som udsteder af derivathandlerne og tjener på spreads (det de fleste banker gør), går man ud i markedet og hedger sin markedsrisiko væk. Problemet opstår på trods af den hedgede markedsrisiko. Der er stadig en risiko for, at modparten ikke betaler det skyldte beløb, hvis han går konkurs. Det vigtige ved at præcisere og udregne EPE korrekt er væsentlig, da denne værdi har direkte indflydelse på størrelsen af CVA-reguleringen.

PD: Sandsynligheden for at gå konkurs er den næste faktor man bør forholde sig kritisk til. Når man taler om CVA-risiko, er det ikke muligt at hedge sig ud af modpartsrisikoen ved blot at hedge markedsrisikoen. Det er derfor vigtigt, at man både forholder sig til den nuværende PD, men ligeledes forsøger at estimere, hvordan den forventede udvikling kunne være – selv i et stresset miljø.

LGD: Sidste parameter, der har direkte indflydelse på CVA-udregningen er Loss Given Default. Det udtrykker det scenarie, hvor der er forekommet konkurs, og dertil beskriver, hvor stor en andel af ens tilgodehavende man forventer at miste. Det er modstykket til Recovery Rate (RR).

LGD fastsættes som markedsstandard til 40 %, og kan tilpasses afhængig af, hvilken modpart man har. Eksempelvis antages det, at Danske Bank kan have en væsentlig lavere LGD end Sparekassen Kronjylland grundet størrelsesforskellen. Det vigtige element i forståelsen af LGD består i at man medregner, at ens derivatpost vil have en naturlig Recovery Rate (1-LGD). Såfremt konkurser indtræffer, skal man derfor ikke justere sin handelsbeholdning med den fulde EPE.

Fælles for alle tre inputs er, at en ændring har en direkte effekt på CVA-kalibreringen.

DVA:

DVA er modstykket til CVA, men med modsat fortegn. Det er modpartsrisikoen set fra modpartens side. Opgaven vil ikke yderligere udpensle indvirkningen af faktorerne heri, da de består af samme inputs som nævnt ved CVA. Forskellen ligger i, at man bytter EPE ud med ENE, da man anskuer det fra modpartens side.

FVA:

FVA tager ikke højde for PD og LGD, som CVA og DVA gør. FVA bygger derfor på andre elementer som ses nedenfor:

- Den summerede ENE og EPE for hver tenor
- OIS (Overnight Index Swap)
- Risk Premium

I FVA-sammenhængen er det kun EPE og ENE, der er genkendeligt fra CVA- og DVA-beregningsen. FVA kigger ikke på modpartsrisikoen, men udelukkende på fundingomkostningerne, der er forbundet med handlen samt sikkerhedsstillelsen for denne.

Det vigtigste ved FVA-kalibreringen er, at man fastslår sit Risk Premium (fundingomkostninger – OIS). Derefter skal man blot udregne EPE og ENE. Fremgangsmåden er derfor, at man ofte udregner CVA_{net} først, og derfra laver FVA-reguleringen efterfølgende. Baggrunden er, at man derved har alle ENE og EPE-værdier, der er krævet.

Den store forskel på CVA og FVA er, at FVA-udregningen ikke tager højde for, hvem din modpart er, men derimod, en mere standardiseret udregning af fundingomkostningerne ved handlen. FVA forholder sig derfor til sælgers egen kreditværdighed, da fundingomkostninger afhænger af renten, sælger kan funde sig til. CVA-udregningen tager modsat forbehold for, hvem din modpart er, og dertil beregner den enkelte regulering. Konkluderende skal det påpeges, at CVA- og DVA-udregningen beregnes på baggrund af en mere generisk udregning. Den tilpasses hver enkelt derivathandel afhængig af køber og sælger, hvorimod FVA tager

udgangspunkt i sælgeren af derivatet og dennes omkostninger. FVA reguleres kun i forhold til størrelsen af sikkerhedsstillelsen.

4.13. Delkonklusion afsnit 2

FVA-justeringer har længe været brugt af tradere som en del af deres beslutningsproces. Det var dog først i 2011, at større finansielle institutioner begyndte at foretage FVA-justeringer på deres balance – effekten af disse justeringer ses tydeligt på balancen jf. tabel 2. Den viser et tydeligt resultat af konsekvenser, hvis man undlader at forholde sig til FVA-aspektet. Det er derfor vigtigt at forholde sig til disse aspekter, når det kommer til prisfastsættelsen af sine derivater samt en forståelse af den reelle risiko man påtager sig. FVA kan nedbrydes til COLLVA, HVA og LVA⁷⁴. Alle relaterer sig til forskellige udfordringer, der kan resultere i øgede fundingomkostninger. Det er vigtigt at forholde sig til, da omkostningsændringer skal tillægges prisen på derivatet, så man dermed forholder sig til den reelle risiko i den givne kontrakt.

CVA relaterer sig til kreditrisikoen på sin modpart. Selve kreditrisikoen er essentiel, når det kommer til XVA, da kreditrisikoen er tæt knyttet sammen med de resterende elementer. Indgår man bilaterale derivatkontrakter med højt ratede modparter, afføder det naturligt, positive aspekter i forhold til selve XVA, da selve reguleringen vil være mindre som følge af den lavere risiko (PD). Uagtet hvilken modpart man indgår handler med, er det dog yderst vigtigt at forholde sig til, hvilke eller hvor store konsekvenser, der måtte opstå i tilfælde af misligholdelse og konkurs (EPE).

Konsekvenserne ved XVA-regulering ses tydeligt i de udregnede eksempler, hvor man i det første eksempel ser en beskeden regulering på 40.000 kr., hvorimod man ser en stor regulering i eksempel to. Det skyldes en downgrading i sidste tidsperiode. Selvom vores tilgang til beregningerne er simple sammenlignet med fremgangsmåden man benytter i praksis, så mener vi dog, at resultaterne taler for sig selv – XVA er vigtigt! Fremgangsmåden foretages i praksis ved hjælp af Monte Carlo simulationer, hvor man opstiller tusindvis af scenarier, for at estimere det givne udfald. Det er derfor lettere sagt end gjort at udregne eksponeringen på sin modpartsrisiko, da det kræver at man ved præcis, hvordan derivatet udvikler sig over tid.

Der er mange måder man kan reducere sin modpartsrisiko – enten ved ISDA og CSA-aftaler, eller ved hjælp af hedging af kreditrisikoen - både på derivatet og den givne modpart (CDS). Risikoappetitten er derfor essentiel at få klarlagt, så man derved har en klar forståelse af sine limits, og ligeledes hvilke risici man ønsker at påtage sig samt, hvilke man ønsker at hedge væk. Handel med OTC-derivater kræver dermed god risikostyring, også selvom man forsøger at reducere denne ved hjælp af CSA-aftaler.

⁷⁴ Ignacio Ruiz, 2015, s. 225-226

Fælles for CVA, DVA og FVA er, at udregningsgrundlaget baseres på EPE og ENE. Det er særdeles vigtigt at estimere EPE og ENE så korrekt som muligt, da de ligger som grundlag for hele justeringens størrelse.

5. Afsnit 3 – Grundlæggende forståelse af Black Scholes

Opgavens afsnit III bygger videre på elementerne fra afsnit II omhandlende CVA, DVA og FVA. Fokusområdet er at skabe en dybere forståelse af problemstillingen ved at kalibrere delkomponenterne i XVA-justeringerne. Dette gøres med henblik på at belyse udfordringerne ved at kalibrere for XVA.

Tidligere i opgaven har vi anskuet CVA-, DVA- og FVA-justeringerne som simple beregninger, hvorved opgavens kommende afsnit vil forsøge at give et indblik i dels, hvor stor en usikkerhed, der ligger til grund for beregningerne, og dertil de mange aspekter som man bør forholde sig til, inden man påtænker at lave XVA-justeringerne.

Formålet med følgende afsnit er derfor at skabe en dybere forståelse af, hvordan prisfastsættningen af et derivat foretages, og under hvilke forudsætninger. Afsnittet introducerer prisfastsættningsbegreber, som er essentielle for forståelsen af generel teori (Black Scholes) samt XVA-relaterede mekanismer. Mekanismerne er med til at skabe indblik i tankesættet bag opbyggelsen af derivatporteføljen.

5.1. Markedspris og value to me

Priser er fastsat af udbud og efterspørgsel: I en verden med høj efterspørgsel og likviditet, bestemmes prisen for en vare eller ydelse af markedets udbud og efterspørgsel heraf. Selve prisen er derfor sat eksternt, og må derfor anses som værende individuel for, hver enkel finansiell institution. Antager man derfor, at alle varer og ydelser er drevet af udbuddet og efterspørgsel, så må man også antage, at samme ræsonnement gælder ved OTC-derivater.

Loven om én pris holder ikke: Et marked kan blive forvrænget grundet dets strategiske værdi for et individ – eksempelvis når en markedsaktør ”dumper” prisen med henblik på at stjæle markedsandele fra sine konkurrenter. Der forekommer derfor et skift, da prisen bliver ændret af eksterne omstændigheder. Selve omstændighederne bag udbud og efterspørgsel vil dog stadig vinde, og dét er årsagen til, at man kan sælge sine varer eller ydelser til forskellige priser.

Bankerne er ikke længere opfattet som konkursfrie, og de har nu alle forskellige kredit-rater og fundingomkostninger. Prisen som forskellige finansielle institutioner er villige til at betale for samme produkt varierer, afhængig af individuelle forhold. Tages dette i betragtning, er der derfor ikke én unik pris for et derivat, såvel som andre varer og ydelser. Loven om én pris tager udgangspunkt i, at et derivat, som har samme afkastprofil bør koste det samme – uagtet om man handler derivatet gennem Nordea eller Morgan

Stanley. Der er dog andre markeds kræfter / omstændigheder som nævnt tidligere, der spiller en væsentlig rolle, hvilket alt andet lige må betyde, at loven om én pris ikke holder vand på dette marked⁷⁵.

Derivatmarkedet er yderst komplekst, og udover problemstillingerne med de anvendte prisfastsætningsmodeller, skal der ligeledes tages højde for, den enkelte udbyders forhold.

5.2. Forskellen mellem pris og værdi

I starten af derivathandlen og gennem dets løbetid, er hver finansiel institution, der har derivathandel som forretningsben, nødsaget til at beregne forskellige værdier og priser for deres derivatkontrakter.

Risk-neutral price: Denne pris anses som værende den teoretiske sande pris. Det er dermed prisen som man kan opnå på markedet typisk fra vanilje produkter under ingen arbitrageforhold. Det betyder, at man anser markedet man opererer på som værende perfekte kapitalmarkeder. Forudsætninger her er uendelig likviditet, fuld symmetrisk information (fuld gennemsigtighed) og et marked, hvor alle finansielle institutioner kan låne og udlåne penge til den risikofrie rente. Arbitrageinvestorer vil under disse favorable betingelser, tvinge prisen for derivater, der ikke er prisfastsat korrekt, mod et risikoneutralt niveau gennem de givne udbud og efterspørgselsforhold. Denne proces vil give mulighed for, at arbitrage kan forekomme. Institutioner kan dermed tjene penge uden risiko mod de institutioner, der ikke priser deres derivater korrekt. Denne mekanisme vil fortsætte indtil priserne er risikoneutrale, og arbitrage ikke længere er muligt. Den risikoneutrale pris skal derfor reflektere omkostningen ved at hedge derivatet uden konkursomkostninger og ved at hedge konkurssandsynligheden (CVA / CDS)⁷⁶.

Value to me (VtM): For at beregne, hvor meget et derivat eller en portefølje af derivater er værd for os, er vi nødt til at kende omkostningerne ved denne handel. Omkostningen ved en derivathandel kan som tidligere beskrevet anskues ved at betragte hedging- og fundingomkostningerne (FVA). Hedgingomkostningen har to omkostninger som beskrevet i *risk-neutral price* afsnittet ovenfor; hedging af markedsrisikoen samt hedging af modpartsrisikoen (CVA). I forståelsens øjemed angående VtM, er man nødt til at fratrække omkostningen ved at indgå handlen fra den forventede profit. Salgsprisen repræsenterer nutidsværdien af de fremtidige cashflows, og omkostningerne ved indgåelsen af handlen repræsenterer nutidsværdien af fremtidige omkostninger.

$$VtM = P_{\text{salg}} - P_{\text{omkostninger}}$$

Sale price (P_{salg}): Udtrykker prisen ved indgåelsen af en handel uagtet om vi vil købe eller sælge.

⁷⁵ Ignacio Ruiz, 2015, s.229

⁷⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.230

Antag følgende eksempel:

Investor indgår en 5-årig renteswap. Denne swap koster 3,5% i markedet, men vi sælger den til investor for 3,7%. Tilbage i 2008 ville man som udgangspunkt sige, at man har tjent 20bps i spread på denne handel – vi er dog nødt til at forholde os til en række omstændigheder først.

1. Sikre vores modpartsrisiko i handelen ved at købe en CDS
2. Hedge markedsrisikoen (derivatsiden af handlen), så vi er markedsneutrale. Dvs. profit på den ene side, er et tab på den anden side og vice versa
3. Låne penge så vi er i stand til at overholde vores forpligtelser i handlen

$$P_{\text{omkostninger}} = P_{\text{hedging}} + CVA_{\text{net}} + FVA$$

Da vi nu har forholdt os til vores omkostninger, kan VtM derfor skrives som:

$$VtM = P_{\text{salg}} - P_{\text{CDS}} - CVA_{\text{net}} - FVA$$

Selve tankegangen bag "value to me" kan virke abstrakt. Pointen med VtM er dog, at selvom man i teorien har tjent 20bps i ovenstående eksempel, så har man stadig undladt at tage den korrekte pris for handlen - medmindre man forholder sig til ovenstående forhold. Sagt med andre ord har man undladt at tage betaling for den reelle risiko samt fundingomkostningerne. Det kan sagtens tænkes, at udfaldet ender lykkeligt, men det ændrer stadig ikke ved, at man har indgået en handel på baggrund af forkerte forudsætninger. Det vil alt andet lige give en forkert værdi af sit derivat på sin handelsbeholdning, og give et *paper loss*. I værste fald kunne det betyde et reelt *cash loss* som følge af en miscalibrering af de relevante forhold⁷⁷.

XVA tager højde for de aspekter, der er undladt i Black Scholes tilgangen. Det er et resultat af de simple forudsætninger den er bygget på. Konstruerer man derfor en portefølje af derivater, skal man forholde sig til de risikjusteringer Black Scholes ikke opfanger – nemlig XVA.

$$VtM = P_{\text{salg}} - P_{\text{BlackScholes}} - XVA$$

Ved at anskue det på denne måde, vil man derfor kunne sige, at så længe at $VtM > 0$ vil man tjene penge på handlen og modsat er $VtM < 0$ vil vi tabe penge. Befinder vi os i Black Scholes' betragtning vil $XVA = 0$, og givet perfekte kapitalmarkeder vil $VtM = 0$, ellers ville arbitrage forekomme⁷⁸.

Teorien VtM beskriver vigtigheden i at inddrage XVA i sin prisfastsætning.

⁷⁷ Ignacio Ruiz, 2015, s.231-232

⁷⁸ Ignacio Ruiz, 2015, s.277

5.3. Credit default swaps

Tidligere er det nævnt, at CDS'er er derivat man bruger til at hedge sig ud af modpartsrisikoen (CVA). Nedenstående afsnit forsøger at præcisere, hvad en CDS er, hvilke kalibreringerne, der ligger til grund for disse samt, hvilke formål en CDS kan have på derivatmarkedet.

Beregning af modpartsrisiko består primært af tre komponenter. Den første komponent er, at vi skal estimere sandsynligheden for, at vores modpart går konkurs (PD). Derefter skal vi estimere, hvor meget vi kan have til gode, hvis en modpart går konkurs (EPE) – det kan i en matrix-betragtning sammenlignes med vores EPE, der er brugt i tidligere udregnede eksempler. Afslutningsvis vil vi gerne vide, hvor meget af vores EPE, der bliver til reelle tab (LGD). Det er angivet som en procentdel af det samlede beløb vi har til gode, hvor markedsstandarden er sat til 40%.

En given udregnet modpartsrisiko overfor en virksomhed kan afhjælpes ved hjælp af CDS'er (kreditforsikring). Credit default swaps er derivater, der indgås mellem to parter. Kreditbeskyttelsen fungerer således, at sælgeren af CDS'en betaler et nominelt beløb til køber i tilfældet af konkurs. Dét beløb, der kommer til udbetaling, svarer præcist til LGD.

Antag følgende:

AIG sælger en 3-årig beskyttelse til virksomhed A i tilfælde af virksomhed B går konkurs. Det koster 250 bps (2,5%) på en given hovedstol. Det betyder at virksomhed A betaler AIG 2,5% på sin hovedstol, typisk med kvartalsvis betaling. Virksomhed B går nu konkurs, og betalingerne fra virksomhed A til AIG ophører. Dernæst skal LGD fastsættes. Selvom markedsstandarden for LGD er fastsat til 40% ved indgåelsen af CDS-aftalen, kan LGD godt ende på 25%. Det betyder helt konkret, at AIG skal betale 25% af virksomhed A's hovedstol til virksomhed A – de resterende 75% kommer fra Recovery Rate (RR), når konkursboet er gjort op⁷⁹. RR udtrykker altså blot modstykket til LGD, nemlig hvor stor en del af EPE, der ikke går tabt.

⁷⁹ Ignacio Ruiz, 2015, s.104-105

Tidligere auktionsresultater og Recovery Rates - Figur 8

Tabel 7.12. Auktionsresultater og recovery rates

Dato	Referenceenhed	Auktionsresultat (recovery)
10. oktober 2008	Lehman Brothers	8,625
4. november 2008	Landsbanki	1,250
5. november 2008	Glitnir Banki	3,000
6. november 2008	Kaupthing Bank	6,625
19. marts 2012	Hellenic Republic (græske stat)	21,5

Kilde: Creditex Group og Markit Group

80

Figur 8 viser en oversigt over auktionsresultater samt recovery rates fra konkurser i 2008, og et enkelt tilfælde fra af den græske stat, efter sidstnævntes gældkrise i 2011. Figuren viser entydigt, hvor galt det kan gå i tilfældet af konkurs. Set fra et risikoperspektiv, kan det derfor være godt at gøre brug af CDS'er, da man uden en, måtte nøjes med 8,625 kr. pr 100 kr. EPE i Lehman Brothers konkurs. Den store taber i det her er udsteder af kreditforsikringerne, der ender med at udbetale hele 91,375 % (1-Lehman Recovery Rate) af den nominelle hovedstol til de parter, der havde tegnet en kreditforsikring.

Standard prisfastsættelse af en CDS tager udgangspunkt i sandsynligheden for, at modparten går konkurs (PD), og hvor meget vi har til gode i tilfælde af konkursen indtræffer (LGD). Det kan være en plausibel tanke, at kreditspændende bliver udregnet på baggrund af PD og LGD eftersom, at jo højere disse tal fremstår, desto mere bør man betale for sin kreditforsikring. Det skal dog anskues den anden vej rundt, da PD og LGD er teoretiske værdier der udregnes matematisk – ergo, så eksisterer de ikke. Derfor kigger man på kreditspændende, da disse rent faktisk handles i markedet, og som følge heraf skal PD og LGD udregnes som en funktion af kreditspændende⁸¹.

5.4. CDS-markedet og brugen heraf

Credit default swaps blev introduceret i starten af 1990'erne, og har siden været et voksende marked. Markedet oplevede en eskalering i årene op til finanskrisen, hvor den fiktive markedsværdi af CDS-kontrakter var på toppen i 2007 på hele 61.2 trillioner USD. Som følge af dets rolle i den finansielle krise, blev der efterfølgende foretaget naturlige reguleringer, der medførte at markedets fiktive markedsværdi 10 år efter krisen faldt drastisk til "kun" 9.4 trillioner USD. Markedsdeltagernes reaktion efter krisen var at reducere

⁸⁰ Jørgen Just Andersen, 2017, s 185

⁸¹ Ignacio Ruiz, 2015, s.105

deres beholdning og skære overflødige kontrakter væk. Reformerne på CDS-markedet har medvirket til mere standardiserede kontrakter, øgede rapporteringskrav, central clearing og ændrede marginkrav (som tilfældet med mange andre derivatklasser). Baggrunden kan i senere år spores tilbage til, at mange derivatkontrakter herunder CDS'er har central clearing (CCP)⁸². Tankesættet med CCP'er er netop, at finansielle institutioner kan "eliminere" og dermed overføre modpartsrisikoen til clearing-husene⁸³.

I en global økonomi, er der mange gode rationaler for brugen af derivater som *credit default swaps*. Den finansielle industri begrundet behovet for CDS'ers eksistens som værende en god måde at reducere risiko. Hvorimod naked CDS'er retfærdiggøres med, at de giver likviditet og en bedre prisforståelse. Problemerne opstår dog ved prisfastsættelsen af CDS'en, særligt fordi, at hver kontrakt er forskellig, og der ligeledes er mangel på markedsinformation ved hver kontrakt.

En covered CDS giver mening (køber af forsikring ejer det underliggende aktiv), da man har en interesse i udviklingen af det underliggende aktiv – man står dog stadig overfor et moral hazard problem. Årsagen til at moral hazard opstår, er på grund af et mismatch i information mellem køber af CDS'en og sælger af kreditforsikringen, da det må antages, at køber ved mere end sælger, og dermed har muligheden for at udnytte situationen. Formålet ved køb af en covered CDS bør dog være, at køber foretrækker, at gælden bliver betalt. Dermed er kreditforsikringen købt som en foranstaltning i tilfælde af modpartens konkurs, og er købt i det henseende CDS'er designet for – en måde at styre sin kreditrisiko. Modsat er der naked CDS'er, der basalt set bruges til at spekulere i kreditudviklingen / kreditforringelsen af en given modpart. Køber man en naked CDS ejer man derimod ikke det underliggende aktiv⁸⁴.

Hvordan tjener man så penge ved hjælp af en CDS? Uagtet om man køber en covered- eller en naked CDS, så tjener man penge når modparten, man har tegnet kreditforsikringen på, forringes i kreditværdighed. Baggrunden for indgåelse af kreditforsikringen kan variere. Det ændrer dog ikke ved, at credit default swaps er interessant i et risikostyringsperspektiv.

CDS'er er inddraget i opgaven, da det har direkte relevans til generel risikostyringsteori. Ydermere relaterer det sig særligt til CVA, DVA og FVA, da beregningsgrundlaget er bundet op på modpartsrisiko. Credit default swaps kan reelt set betragtes som løsningen på modpartsrisikoen (CVA), og har en direkte effekt på XVA-reguleringerne. Afslutningsvis er CDS'er relevante for vores arbitrage teori.

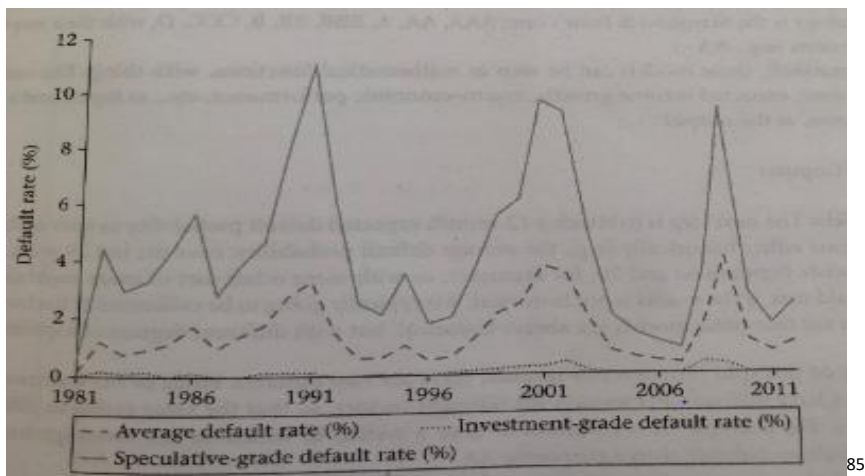
⁸² https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1806b.htm

⁸³ <https://www.fisglobal.com/Solutions/Institutional-and-Wholesale/Commercial-and-Investment-Banking/-/media/fisglobal/files/whitepaper/central-clearing.pdf>

⁸⁴ <https://www.hblr.org/2013/03/credit-default-swaps-dubious-instruments/>

5.5. Beregning af PD

Tidsserie af globale konkursrater – Figur 9



85

Figur 9 viser en tidsserie af globale konkursrater. Det ses tydeligt, at konkurser sker i klynger, der er drevet af den givne økonomiske situation i verden. Det resulterer i, at man skal forholde sig til to typer af PD:

Point-in-time PD: Den skal ansues som værende sandsynligheden for konkurs af en gruppe af institutioner som vi lægger i en kurv i dag. Førnævnte kurv har som udgangspunkt en kreditvurdering, men kurvene kan ligeledes inddeles i industrier, eller andre klassifikationer, der anses passende. Tager vi derfor udgangspunkt i at point-in-time sandsynligheden er 2% for at gruppen i denne kurv går konkurs, så skal det forstås som, at der er 2% sandsynlighed for, at de går konkurs inden for de næste 12 måneder.

Through-the-cycle PD: Angiver et tidsvægtet gennemsnit af konkurssandsynligheden af en gruppe af institutioner. Sagt med andre ord, så er det den langsigtede point-in-time konkurssandsynlighed målt gennem en kreditlevscyklus.

Det er derfor vigtigt at kende den væsentligste forskel på de to ovenstående PD'er, da man uden kendskab til denne, kan komme til at lave en miscalibrering. I 2008 prisfastsatte man eksempelvis kreditprodukter som en BB-obligation ud fra antagelsen om, at den kun havde en 1% sandsynlighed for at gå konkurs inden for det næste år. Den typisk anvendte tilgang af kreditbureauerne er *through-the-cycle*, hvilket opgaven også vurderer giver bedst mening, da man forholder sig til konkurssandsynligheden over længere perioder, og dermed ikke kun som et "øjebliksbillede" af den nuværende økonomiske situation⁸⁶.

⁸⁵ Ignacio Ruiz, 2015, s. 107

⁸⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.107 + Jørgen Just Andersen, s.155

5.6. PD-tilgang til modellering

Tilgangen til rating-modeller kan være yderst sofistikeret. Man kan tage den simple tilgang, og kigge på gearing i virksomheden, og sammenligne den med indkomsten fra tidligere år, og ud fra dette, give en kreditscore. Det kan dermed lidt forsimplet sammenlignes, med en privatkunde, der ønsker at optage et lån i banken til køb af en bil eller en lejlighed. I det scenarie, spørger banken om; indkomst, gæld og formue for at estimere sandsynligheden for, at vedkommende kan tilbagebetale det lånte beløb.

Vælger man at gå den sofistikerede vej, vil man derfor forholde sig til; den globale økonomiske situation, virksomhedens forretningsmiljø, gældsprofil, indkomst fra tidligere år, refinansieringsbehov, aktiekurs, likviditetsbehov og sågar fremtidige vækstmuligheder på markedet de opererer i osv. – hertil kan man blandt andet bruge Monte Carlo simulationer til at estimere dette mest optimalt. Som følge af den sofistikerede tilgang, er det dermed også vigtigt at forstå, at afhængig af modellen bagved, så kan man ende ud med, at samme kreditscore kan have forskellige konkurssandsynligheder – eksempelvis ved en AAA-virksomheds og en AAA-statsobligation. Dette skyldes forskellen i PD-kalibreringerne institutionerne imellem⁸⁷.

5.7. PD-underkategorier

Rating modeller: Disse modeller ser på institutioner og giver dem en kreditscore. Det er typisk baseret på den nuværende økonomiske situation og fremtidig forventede performance. Hertil forholder man sig ligeledes til den individuelle virksomhed samt markedsforhold i industrien og geografisk økonomisk forventning. Disse inputs resulterer i et output (kreditscore), der derefter inddeles i grupper. Det kan basalt set anskues som matematiske funktioner af inputfaktorer, og en ubekendt x , der angiver en kreditscore (output). Alt dette koges ned til mere relaterbare betegnelser som; AAA, AA, A, BBB etc. som vi eksempelvis kender fra kreditbureauet Standard & Poor's.

PD Modeller: Næste skridt er at tilskrive en forventet 12-måneders konkurssandsynlighed til hver enkel kreditscore. Det kan eksempelvis gøres ved at se på historiske konkurssandsynligheder over en lang årrække. Alle modeller er historiske i større eller mindre grad, men hvor omhyggelige eller sofistikerede de er, afhænger i sidste ende af, brugeren og risikoappetitten af den pågældende institution. En tilgang kunne være at stressteste sin model, så den afspejler forholdene før, under og efter finanskrisen. Det kunne skabe klarhed over, hvordan PD udviklede sig under vanskelige markedsforhold. Ydermere ville det give et klart billede af, hvilke industrier, der kom i problemer, og sidste ende måtte lade livet. Man vil som udgangspunkt sige, at virksomheder med en lav PD typisk vil gå konkurs som følge af markedsbestemte forhold (systemisk krise) - nøjagtig som vi så med banker under finanskrisen.

⁸⁷ Ignacio Ruiz, 2015, s.108

Modsat vil virksomheder med en høj PD gå konkurs som følge af virksomhedsspecifikke udfordringer (usystematisk risiko).

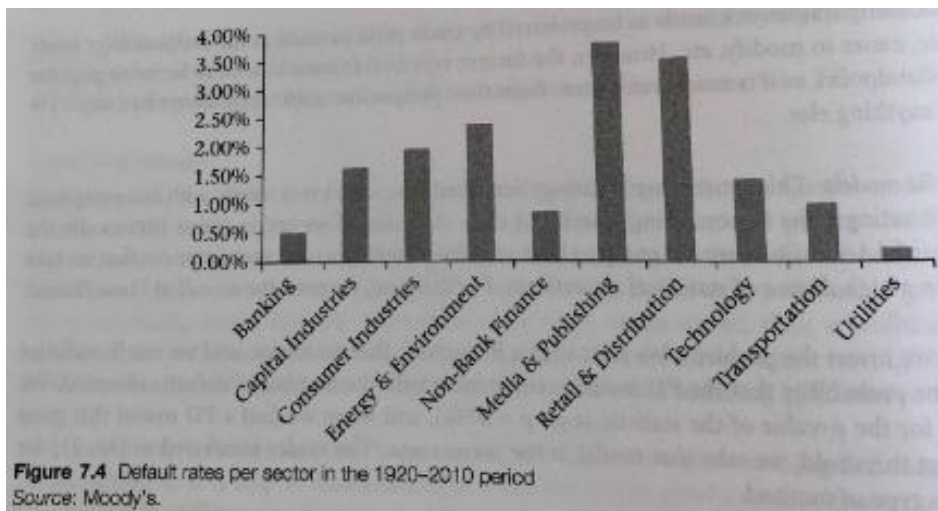
Da man har to underkategorier ved PD-modelleringen, har man dermed også to konkurssandsynligheds tilgange. Man kan have forskellige PD-modeller, der bruges til forskellige sektorer, så man ved samme kredit rating har forskellige konkurssandsynligheder i forskellige sektorer – eksempelvis ved en AAA virksomheds- og statsobligation som tidligere nævnt. Den anden PD-tilgang forholder sig til, at man ved samme kredit rating har samme PD. Førstnævnte tilgang foretrækkes af kreditspecialister, da den er mere simpel, og lettere at modificere efter egne behov. Det skal dog påpeges, at sidstnævnte tilgang er lettere for investoren, da det er lettere at forholde sig til, at en BBB-obligation har en PD på 2%, uagtet hvilken sektor den stammer fra⁸⁸.

5.8. Driver analyse

Når man starter med sin PD-modellering, så kan man forsøge at skabe en flad model dvs. en "one size fits all" tilgang. Problemet opstår dog hurtigt, da der er mekanismer, der enten skaber eller sågar undgår at skabe konkurs scenarier – disse mekanismer kaldes *default drivers*.

Figur 10 viser en oversigt over konkurser angivet i procent fra 1920-2010 opdelt i industrier. Figuren tegner et entydigt billede, der viser, at visse sektorer har en højere sandsynlighed for at gå konkurs. Baggrunden kan ligeledes være drevet af andre mekanismer såsom geografi, hvor emerging markets kontra vestlige udviklede markeder, har en højere konkurssandsynlighed. En anden typisk driver kan være bestemt af kreditlejren som tidligere vist i figur 9. Særligt denne driver er vigtig at forholde til, hvis man modellerede sin PD-model ud fra en point-in-time betragtning.

⁸⁸ Ignacio Ruiz, 2015, s.108-109

Default rates opdelt i brancher - Figur 10

89

Hvilke drivere man bør inddrage i sin model, er derfor bestemt af, hver enkelt finansiel institution. Figur 10 viser en forholdsvis standardiseret brancheopdeling, men i sidste ende er det inputfaktorernes relevans i selve modelopbygning som skal fastlægges. Faktorerne til udvælgelsen af brancher kan variere i stor stil afhængigt af, hvilken finansiel institution, der skal bruge modellen samt hvilket land / lande de opererer i⁹⁰.

5.9. LGD-kalibrering

I ovenstående afsnit har vi kigget på nøglefaktorer ved PD-modellering – nu skal vi derfor tage fat i LGD, der er den anden komponent af en CDS.

Kreditmarkederne er ikke likvide nok til at give information for både PD og LGD. Derfor er det utrolig vigtigt, at LGD-modeller er baseret på historisk data. LGD-data er desværre utrolig mangelfuldt, da det ikke tilnærmelsesvis er blevet indsamlet i samme omfang som PD. Baggrunden kan spores tilbage til Basel II⁹¹, da det som udgangspunkt først var efter denne blev indført i 2006, at man påbegyndte at indsamle LGD-data. Det har desværre resulteret i, at LGD-modeller i stor udstrækning er modeller, som omhandler, hvordan man får noget fornuftigt ud af, så lille et datasæt. Ydermere er selve LGD-informationen fortrolig blandt hver modpart. Da Lehman Brothers gik konkurs i efteråret 2008, var LGD'en offentliggjort for CDS positionerne, men derimod var LGD'en fra modparternes portefølje af derivater hemmeliggjort. Det kan derfor have den effekt, at hver institution kun besidder den LGD-data fra konkurser de har lidt tidligere. Dét er netop årsagen

⁸⁹ Ignacio Ruiz, 2015, s. 110

⁹⁰ Ignacio Ruiz, 2015, s.110

⁹¹ <https://www.bis.org/publ/bcbsca.htm>

til at LGD-modeller er så simple, da det ikke giver mening at bygge en kompleks model, når datagrundlaget er så dårligt⁹².

5.10. LGD-modellering

Besidder vi et datasæt af LGD-observationer, er første skridt at beregne nutidsværdien ved konkurstidspunktet. Årsagen til at dette er nødvendigt skyldes, at fra tidspunktet hvor modparten erklæres konkurs, skal likvidatorerne og modparterne være enige om LGD samt likvidations cash flowet – denne proces kan tage adskillige år, og som følge heraf skal al LGD-data tilbagediskonteres til nutidsværdien ved konkurstidspunktet. Når data er indsamlet, inddeles de typisk i nedenstående kategorier:

Type of Facility: Sikret vs. usikret

Seniority of the Exposuere: Senior vs. efterstillet gæld

Industry Sector: Industrier som er *asset rich* (virksomheder med mange materielle aktiver) har som udgangspunkt en lavere LGD. Modsat har vi virksomheder, der besidder mange immaterielle aktiver såsom goodwill – disse virksomheder har typisk en højere LGD.

Region: Emerging market konkurser har tendens til at have en højere LGD. Baggrunden er, at lovgivningen, som omhandler proceduren for en likvidation, er anderledes, og dermed har en effekt på LGD'en

Når man har udført ovenstående modellering, er det forholdsvis let at beregne et simpelt gennemsnit, da modellen er ret ligetil. Set fra et risikostyringsperspektiv, så kan / bør man vælge at tillægge x-antal bps oveni. Det gøres som følge af usikkerheden, og med udgangspunkt i institutionens risikoappetit. Det kan også forekomme, at man har eksponering mod en industri, hvor datagrundlaget er af dårligere kvalitet end normalt. I det tilfælde er man nødsaget til at bygge sin LGD på markedsdata samt markedes knowhow. Den afsluttende justering, der kan påvirke LGD'en, omhandler recovery costs, hvor man justerer for eventuelle omkostninger til; juridiske bistand, advisory, operationelle omkostninger etc. Jo mere kompliceret modpartens konkurs er, desto flere omkostninger bør man naturligvis tillægge⁹³.

⁹² Ignacio Ruiz, 2015, s.113-114

⁹³ Ignacio Ruiz, 2015, s.114

For at opsummere PD- og LGD-afsnittene, så kan man tage udgangspunkt i nedenstående tilgang i opstilling af de respektive modelleringer:

PD

- Skabe en kreditrating model eller gøre brug af et eksternt bureau som Standard & Poor's
- Anskaffe historisk data angående konkurssandsynligheder
- Finde de væsentlige kreditdrivere, som passer til ens egen portefølje, og estimere den årlige konkurssandsynlighed for hver driver

LGD

- Beregn nutidsværdien af de historiske LGD-data
- Lav en driver analyse
- Find de gennemsnitlige LGD'er (kan være en udfordring pga. dårlig datakvalitet)
- Foretage en justering af LGD'en (add-on) afhængig af risikoappetitten. Der skal også justeres for eventuelle omkostninger til juridiske bistand, advisory etc.⁹⁴

Formålet med den indledende del af afsnit III har været at påpege, hvor stor en udfordring det kan være at kalibrere korrekte PD og LGD-modeller. Det skal ses i relation til XVA-reguleringerne, da PD og LGD bruges i udregningerne af CVA og DVA. Ligeledes ønsker opgaven at fremhæve, hvor mange mekanismer, der ligger til grund for antagelserne bag inputsne i XVA-reguleringerne. Forståelsen af sammenhængen mellem disse er essentiel, hvis der skal skabes en forståelse for selve XVA-grundlaget.

5.11. Black Scholes

Et stort fokusområde når det kommer til finansielle institutioner, omhandler risikostyring. Tidligere har vi oplevet, at værdiskabelse er blevet ødelagt som et resultat af dårlige risikostyringsstandarder. Det tydeligste eksempel på det, så vi i 2008, da hele den finansielle industri kollapsede. Regeringer var nødsaget til at gribe ind for at forhindre et kollaps af økonomien, der i sidste ende ville have betydet et nedbrud af hele interbank-markedet. I kølvandet herpå, opdagede den finansielle industri, at den Nobel prisvindende Black Scholes tilgang til prisfastsættelse af derivater ikke var tilstrækkelig, når det kom til at styre risikoen i derivathandel.

Da Black Scholes tilgangen blev introduceret, var det endvidere et stort skridt ift., at banker kunne tilbyde derivathandler. Derivatmarkedet voksede naturligt som direkte konsekvens heraf. Krisen i 2008 viste omverdenen at Black Scholes "risikoneutrale" model måtte krybe til kors, og at den besad fejl og mangler⁹⁵.

⁹⁴ Ignacio Ruiz, 2015, s.116

⁹⁵ Ignacio Ruiz, 2015, s.274

Black Scholes model, der er blevet brugt i årtier i prisfastsættelsen af derivater, bygger på følgende forudsætninger:

- **Risk-free rate:** Der er aktivklasser som anses som værende risikofrie – de giver dermed et sikkert afkast uden nogle usikkerheder. En god proxy for en risikofri aktivklasse, kunne være en dansk statsobligation som er rated AAA. Den anses som værende risikofri da det er højst usandsynligt at den danske stat kan gå konkurs, og dermed ikke overholde sine forpligtelser.
- **Infinite Liquidity of Assets:** For hvert derivat som er baseret på et underliggende aktiv (aktier, obligation, rente, valuta etc.) kan vi sælge eller købe derivatet og det underliggende aktiv i hvilken som helst nominel størrelse vi ønsker. Markedet anses derfor som uendelig stort.
- **Infinite Liquidity of Cash:** Man kan låne eller udlåne ethvert beløb i kontanter når vi vil, til den risikofrie rente.
- **Frictionsless Markets:** Vi kan foretage de ovenstående forudsætninger uden nogen form for omkostninger.
- **No arbitrage:** Alle porteføljer som består af risikofrie aktiver, vil altid give dig det risikofrie afkast.
- **Normality of Asset Returns:** Markedspriser følger Brownian motion random walk.⁹⁶

Det fremgår tydeligt, at forudsætningerne Black Scholes er bygget på, langt fra er, hvad man vil anse som værende realistisk i praksis - heri opstår problemet. Der foreligger ikke én unik pris for et derivat, da der er mange andre faktorer som bestemmer en pris – som tilfældet er med den sande værdi af mange andre goder og ydelser. Eksempelvis kan en bilforhandler sælge den samme bil med variationer af prisforskelle til køber A og B – samme tankegang er også gælde ved derivater⁹⁷. Derivatdealeren er ligeledes i stand til at tage forskellige priser, afhængig af ens forhold til den givne modpart (CVA), fundingomkostninger (FVA), hedging strategi, operationelle forhold etc.

Der opstår yderligere problemstillinger ved Black Scholes model, eftersom uendelig likviditet af aktiver og penge, ikke er realistisk. De fleste ville nok ønske, at man til enhver tid kunne låne eller udlåne penge til den risikofrie rente, men det er ikke muligt. De finansielle markeder har ligeledes friktioner (gnidninger), og priser følger ikke Brownians motion⁹⁸. Derfor er vi nødsaget til at justere Black Scholes' model, for at gøre den anvendelig i hverdagens udfordringer – dét er hvad XVA hjælper os med. Det betyder at, hvis man styrer og

⁹⁶ Ignacio Ruiz, 2015, s.275

⁹⁷ Samtale med Nordea ansat Erik Buch

⁹⁸ <https://study.com/academy/lesson/brownian-motion-definition-examples.html>

priser sine derivatkontrakter udelukkende ved hjælp af Black Scholes simple tilgang, vil man ende med at miskalkulerer sin risiko, og dermed skabe muligheder for at arbitrage kan forekomme⁹⁹.

Denne tankegang udtalte Christopher James sig om i 1996

*" No self-respecting banker would accept the proposition that capital markets operate without friction. Indeed, banks and other financial intermediaries add value precisely through their ability to reduce market friction. This role implies that a large proportion of bank assets are likely to be difficult for outside investor to value, which in turn may create information and agency problems for banks themselves when they have to raise capital externally"*¹⁰⁰

Pointen ved ovenstående udtalelse er, at friktioner på markederne eksisterer, og skaber mulighed for arbitrage kan forekomme, såfremt man ikke værdiansætter og forholder sig til XVA. Det skaber udfordringer både for banken og investorer, da uigennemsigtheden stiger og muligheden for arbitrage kan opstå, da man ikke priser sit derivat korrekt, og dermed sælger kontrakterne for billigt.

Antag følgende eksempel:

Bank A sælger en derivatkontrakt til investor X for 100 kr. Investor X beregner kontrakten igennem, og finder ud af, at der ikke er taget højde for XVA-risikoen – prisen bør derfor være 103 kr. Investor X går derfor ud i markedet, og sælger samme kontrakt til den korrekte pris på 103 kr. Investor X er derfor markedsneutral, og har tjent 3 kr. Der opstår arbitrage som følge af, at bank A ikke har prisfastsat derivatkontrakten korrekt. Pointen er, at manglende XVA-regulering kan skabe arbitragemuligheder på markedet. I teorien kunne investor X gentage proceduren og tjene uendelig med penge – indtil bank A prisregulerede deres derivat. Det skal dog pointeres, at selvom angivne gevinst er risikofri (arbitrage) vil der stadig være modpartsrisiko for investor, såfremt han ikke sælger derivatet videre til tredjemand, og dermed lukker sin position. I tilfælde af, at investor ønsker at bibeholde derivatet og dertil køber en CDS for at eliminere modpartsrisikoen, forsvinder arbitragemuligheden, da $CDS = CVA$.

Arbitragen opstår som følge af parten, som har prisfastsat kontrakten korrekt, og sørger for at regulere derivatet. Der er dermed taget betaling for sin CVA og FVA. Forholder man sig ikke til dette, vil man sælge derivatkontrakten for billigt.

Det betyder ikke, at man kan slippe afsted med at tage enhver pris for et derivat, men derimod, at på derivatmarkedet er der en kurv priser, hvori arbitrage ikke kan udnyttes pga. operationelle omkostninger,

⁹⁹ Ignacio Ruiz, 2015, s.275

¹⁰⁰ Ignacio Ruiz, 2015, s.275

likviditetsbegrænsninger, og de markedsfriktioner, der rent faktisk forekommer. Black Scholes modellen virkede indtil 2008, da mange spillere troede at priskurven var lille, og som følge heraf, at antagelserne i Black Scholes var tæt på virkeligheden – 2008 viste os dog, at priskurven var en del større end først antaget¹⁰¹.

5.12. Yderligere kritik af Black Scholes

Black Scholes er den mest anvendte prisfastsætningsmodel, da den er simpel og let forståelig. Afsnittets formål er at betvivle forudsætningerne ved modellen, og derved pointere behovet for XVA-reguleringer i samspil med modellen.

Forhenværende afsnit viste antagelser, som Black Scholes er bygget på. Udover disse antagelser er der yderligere aspekter i modellen, som fremstår tvivlsomme.

- **Retten til at udøve optionen:** Modellen tager udgangspunkt i europæiske optioner, hvorfor muligheden for at exercise optionen før tid ikke er eksisterende. Det er en problemstilling, da en stor del af optionerne som handles i dag, er amerikanske optioner, hvor man har mulighed for at exercise før tid. Ligeledes skal det pointeres, at når optionen prisfastsættes, består en stor del af derivatets værdi, i muligheden for at exercise før tid.
- **Dividende:** Der tages ikke højde for løbende dividendebetaling i Black Scholes modellen, hvilket betyder en stor unøjagtighed i forbindelse med værdiansættelsen. En stor del af udvælgelsen af en aktie bygger på dividendebetaling – alle aktier opfattes derfor som ens i udgangspunktet.
- **Baseret på call optioner:** Da modellen blev udarbejdet, var der på daværende tidspunkt ikke det marked for optioner, som vi ser i dag. Der var kun begrænset adgang til optioner, og ingen mulighed for at købe/sælge put optioner. Det betyder, at hele det underlæggende datasæt, som har dannet grundlag for udarbejdelse af modellen, er bygget på call optioner.
- **Transaktionsomkostninger:** Mange økonomiske modeller udarbejdes på antagelsen om ingen transaktionsomkostninger (eksempelvis Modigliani og Miller)¹⁰², det ændrer dog ikke ved, at antagelsen er urealistisk. Der findes ikke scenarier, hvor der ingen transaktionsomkostninger er ved en handel, og derfor er vigtigheden af FVA stor. FVA beskriver som tidligere nævnt, fundingomkostningerne ved en given handel. Medregnes denne ikke, påtager sælger af optionen sig dermed den fulde omkostning.

¹⁰¹ Ignacio Ruiz, 2015, s.275

¹⁰² <https://efinancemanagement.com/financial-leverage/capital-structure-theory-modigliani-and-miller-mm-approach>

- **Fast risikofri rente:** Antagelsen om en fast risikofri rente, som er tilgængelig for alle, og ligeledes "ubegrænset" er igen en almindelig antagelse i økonomiske modeller. Det ændrer dog ikke på, at det er en forkert indgangsvinkel, og det bliver ligeledes behandlet ved brug af FVA-justeringen. Opgaven beskriver under FVA afsnittet (afsnit 4.7, side 31), at FVA er bygget på baggrund af den funding som sælgeren af derivatet skal ud og finansiere, for at kunne stille de fornødne sikkerheder. Selve fundingen kan være vidt forskellig afhængig af, hvilket finansielt institut man er. I forlængelse er problemstillingen ligeledes, at renten, udover den antages at være ligelig for alle, forventes at være fast i optionens løbetid.
- **Fast volatilitet:** Problemstillingen er, at volatiliteten langt fra er fast i en optionshandel. Et bærende element i værdien bag en option er netop volatiliteten. Når denne anses som værende uændret i optionens løbetid, risikerer man at fejlvurdere optionens reelle værdi.
- **Ingen skattebetaling:** Modellen tager ikke højde for skattebetaling, hvilket er gjort af den årsag, at det gør modellen mere gennemskuelig og sammenlignelig. Skatteforhold kan have stor betydning fra person til person, og dermed afkastet i sidste ende.

Ovenstående mangler er mærkbart med til at sænke realismen af modellen. Der er for store huller i antagelserne, som resulterer i, at outputtet er for usikkert til, at man udelukkende lader modellen stå alene. Dét er netop opgavens tese; XVA er en nødvendighed for at risikojustere og prisfastsætte korrekt.

Det vigtigste faktum i udvælgelsen af aktiverne beskrives som momentum samt volatiliteten - de er bærende elementer i prisfastsætningen af derivater. Derivathandlerne bygges på baggrund af trends i disse faktorer, og dertil har Black Scholes blot en støttende rolle. Det er vigtigt at forholde sig til den underliggende prisfastsætningsmodel, når det omhandler XVA-regulering. Formålet med XVA er at skabe, en "perfekt" risikojusteret pris. Udfordringerne opstår, hvis XVA-reguleringer bliver foretaget på et derivat, som i forvejen er prisfastsat forkert¹⁰³.

5.13. Sammensætning af portefølje ved Black Scholes og XVA-regulering

Til opgavens afsnit III, ønskes det at opstille to identiske porteføljer bestående af fire call optioner af henholdsvis Apple, Amazon, Google og Netflix. Formålet er at udregne prisen af den enkelte option baseret på en Black Scholes tilgang, hvortil der opstilles en portefølje fordelt ligeligt mellem de fire selskaber.

Vi anskuer igen handlen fra sælgers side. Det ønskes at opstille den reelle optionspris derivaterne bør være handlet til, såfremt porteføljen havde været korrekt kalibreret.

¹⁰³ <https://www.moneyshow.com/articles/optionsidea-42955/>

Efter opdelingen af porteføljen, er fremgangsmåden den samme som i afsnit II, hvor opgaven ønsker at CVA, DVA og FVA regulerer porteføljen, for at opstille et reelt eksempel på betydningen af en XVA-regulering.

5.14. Udregning af prisen på call option ved hjælp af Black Scholes

Før opgaven fremstiller de udregnede værdier, ønskes det at udpensle beregningen bag disse. Opgaven har givet udtryk for de fejl og mangler, der er ved benyttelse af en simpel Black Scholes beregning.

Grundlæggende ønskes der ved hjælp af Black Scholes at finde prisen på en call option, og det udtrykkes således:

$$c = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

C er prisen på call-optionen, S_0 angiver nuværende aktiekurs/spotkurs og K angiver strikekursen for optionen.

For at kunne prisfastsætte optionen, skal man udregne værdien af d_1 og d_2 – det ses i formlerne nedenfor:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Prisfastsætningen bygger på følgende parametre:

- Strikekurs
- Spotkurs
- Renten
- Standardafvigelsen/volatiliteten
- Løbetid (ACT/365)

Med disse parametre kan vi udregne værdien af hvilken som helst call option som det fremgår af **tabeller**

12-15.

Apple		
S ₀	Spotkurs	189,95
K	Strikekurs	185
σ	Volatilitet	0,253347
T	løbetid	0,22
R	Risikofri rente	0,01
D1		0,281623
D2		0,162793
N(D1)		0,610884
N(D2)		0,564659
Pris på call		11,55

Amazon		
S ₀	Spotkurs	1780,75
K	Strikekurs	1775
σ	Volatilitet	0,309481
T	løbetid	0,473973
R	risikofri rente	0,01
D1		0,121712
D2		-0,091353
N(D1)		0,548436
N(D2)		0,463606
Pris på call		153,00

Google		
S ₀	Spotkurs	1173,31
K	Strikekurs	1160
σ	Volatilitet	0,260336
T	løbetid	0,8
R	risikofri rente	0,01
D1		0,165422
D2		-0,06743
N(D1)		0,565694
N(D2)		0,47312
Pris på call		114,00

Netflix		
S ₀	Spotkurs	356,56
K	Strikekurs	350
σ	Volatilitet	0,673594
T	løbetid	0,794521
R	risikofri rente	0,01
D1		0,331135
D2		-0,26928
N(D1)		0,629729
N(D2)		0,393857
Pris på call		86

Udregningen hvor $r = 0,01$ er tilfældig fastsat. Volatiliteten er fundet ved hjælp af excels solverfunktion, da de angivne priser på call optioner er oplyst på Nasdaq. Fremgangsmåden er at udvælge en given strikekurs,

og benytte sig af kursen pr. 31.03.2019¹⁰⁴, hvorfor solverfunktionen finder frem til den bagvedlæggende volatilitet, som optionen er beregnet på baggrund af. Data fra Nasdaq vedlægges som bilag 3.

Endvidere er porteføljerne sammensat således, at de er ligeligt fordelt mellem Amazon, Google, Apple og Netflix, i størrelserne 250.000 USD hver. For forståelsen gennemgås udregningen af call optionen på Amazon, således at fremgangsmåden og metodikken fremstår klart. De resterende beregninger henvises der til vedlagte bilag 2.

5.15. Udregning af CVA & DVA for Amazon

Fremgangsmåden er den samme som anvendt i afsnit II. Første step i udregningen af CVA- og DVA-reguleringen er at fastsætte EPE og ENE for den givne call option. Inden fremgangsmåden forklares, opstilles forudsætningerne for beregningen nedenfor:

- $T = 4$ i alle de opstillede eksempler. Call optionens pris er dog fastsat ud fra den reelle løbetid, der er oplyst på Nasdaq. Det illustrerer, at man holder på derivaterne i samme tidshorisont, for at gøre beregningen let forståelig og sammenlignelig. Det har ingen betydning for fortolkningen af resultatet.
- ENE er fiktivt opstillet, og forskellig for hvert derivat.
- PD_{Modpart} er fastsat til forskellige værdier, da beregningen forsøger at skabe et billede af, at man handler derivaterne med forskellige modparter, som hver især har en forskellig kreditrating.
- PD_{Egen} er konstant stigende med 0,001 i hver tenor.
- LGD er fastsat til 40 % som er markedsstandarden.

Beregning af CVA_{net} – Tabel 16

Amazon								
Hovedstol	250 T. dollars							
Antal optioner	1634							
T	EPE	ENE	Pdmodpart	Pdegen	LGD	CVA	DVA	CVA _{net}
1		45	0,1	0,001	0,4		0,018	0,018
2		50	0,05	0,001	0,4		0,02	0,02
3		55	0,05	0,001	0,4		0,022	0,022
4		60	0,05	0,001	0,4		0,024	0,024
		210	0,25	0,004			0,084	0,084

¹⁰⁴ <https://www.nasdaq.com/symbol/aapl/option-chain?dateindex=3&callput=call>
<https://www.nasdaq.com/symbol/amzn/option-chain?callput=call&dateindex=5>
<https://www.nasdaq.com/symbol/goog/option-chain?dateindex=5&callput=call>
<https://www.nasdaq.com/symbol/nflx/option-chain?callput=call&expir=stan&dateindex=7>

Som det fremgår af tabel 16 ovenfor, forekommer der en CVA_{Net} -regulering. I eksemplet er ENE anvendt til at fastsætte DVA. CVA anvendes ikke heri, da man som sælger af en call option ikke har modpartsrisiko. Det illustreres stadig nedenfor:

CVA:

$$CVA = EPE * PD_{\text{modpart}} * LGD$$

DVA:

$$DVA = ENE * PD_{\text{egen}} * LGD$$

Som i afsnit II findes CVA_{Net} som $CVA - DVA$.

I afsnit II tog opgaven udgangspunkt i en bilateral handel, hvor der er modpartsrisiko begge veje. Ovenstående eksempel tager udgangspunkt i en call option i en unilateral handel. Det medfører, at der kun eksisterer modpartsrisiko fra købers side. Det betyder at sælger af derivatet aldrig kan komme "in-the-money" og derved ingen modpartsrisiko har. Formlen for CVA_{net} og DVA er dog medtaget for forståelsens skyld.

5.16. Udregning af FVA for Amazon:

FVA bygger på mange af de samme forudsætninger som CVA_{net} -beregningen, dog med et par enkelte tilføjelser:

- Der fastsættes et risk premium ved en FVA-beregning. Den udtrykker den omkostning som udsteder/sælger af derivatet har ved at funde derivathandlen. Det skal udtrykke den omkostning der er ved sikkerhedsstillelse fra udstederen til hans modpart. Det er omkostningen for derivatet, som sælger hedger markedsrisikoen med, ved selv samme derivat på markedet.
- OIS fastsættes til 0,005 og forøges ved hver tenor med 0,001. Den er fastsat på samme niveau, da alle handlerne antages at ske samtidig.

Ligeledes er det forsøgt at skabe et scenarie, hvor der kræves forskellige Risk Premiums, set i forhold til de respektive handler. Det gøres med henblik på at gøre porteføljen så realistisk som muligt.

Beregning af FVA – Tabel 17

Amazon						
T	Funding(ois+risk premium)	Risk Premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,60%	1,10%	0,005		45	-0,04896
2	1,90%	1,30%	0,006		50	-1,27508
3	2,20%	1,50%	0,007		55	-2,40257
4	2,50%	1,70%	0,008		60	-3,91232
	8,20%	5,60%			210	-8,07959

Som det fremgår i tabel 17, er Risk Premium stigende, for at symbolisere udviklingen i OIS-renten. ENE er genbrugt fra CVA-beregningen, da disse er de samme.

Det ses i begge eksempler, at der bør ske en regulering af porteføljens værdi grundet CVA_{net} og FVA-reguleringen. Den nettede CVA udgør en regulering på 0,084 (DVA fra tabel 16) og FVA-delen udgør en regulering på -17,139 (tabel 18). I scenariet er det illustreret, hvordan sælger af derivatet har fået en "gevinst" ved ikke at medtage CVA_{net} i beregningen, da det er køber som har krav på en DVA- godtgørelse på 0,084 (84 USD). Omvendt har sælger miscalibreret risikoen væsentlig på FVA-reguleringen, hvor man har snydt sig selv for -17.139 USD. Dette betyder, at den reelle værdi af Amazon i porteføljen udgør 242.004 USD i stedet for den handlede værdi på 250.000 USD.

Regulering af handelsbeholdningen – Tabel 18

Call option	Værdi	CVA/DVA	Værdi + CVA_{net}	FVA regulering	værdi - FVA
Apple	250	0,036	250,036	-1,81823328	248,2178
Amazon	250	0,084	250,084	-8,07958681	242,0044
Google	250	0,052	250,052	-3,80791378	246,2441
Netflix	250	0,264	250,264	-3,43351187	246,8305
Sum	1000	0,436	1000,436	-17,1392457	983,2968

Tabel 18 kan forstås som, at den nuværende portefølje på 1 mio. USD reelt set har en handelsværdi på 983.296,8 USD. Opgaven antager, at der i prissætningen på Nasdaq ikke er CVA, DVA og FVA reguleret. Det kommer til udtryk i tabel 18, da det viser, hvor stor en effekt det har på den reelle værdi af porteføljen. Porteføljens værdi falder med 1,67 %, hvilket skyldes XVA-justeringerne.

Det vigtige at pointere i ovenstående er, at selve værdien ikke udtrykker beholdningens samlede størrelse. Efter aftalens indgåelse er værdien stadig 1 mio. USD, men handelsværdien af porteføljen vil være 1,67 % mindre, da der ikke er taget højde for CVA_{net} og FVA. Det er derfor udelukkende en relativ nedskrivning (paper

loss), dvs. efter udløb af derivatet (såfremt konkurs ikke indtræffer), så vil den "nedskrevne" værdi forsvinde. Man burde have forholdt sig til XVA-reguleringerne inden handlen var indgået. Var det tilfældet, ville handelsbeholdningen være 1:1 med den reelle værdi på 1 mio. USD, da man havde taget sig betaling for den øgede risiko.

Som det er nævnt i opgavens introduktion, var finanskrisen kendetegnet ved en overdreven optimisme omkring markedet samt forventningerne hertil. Risikoaspektet i handlerne i 2008 var ikke væsentligt, da markedsforventningerne var så stærke, at man ikke mente, at konkurser var en mulighed. Det er beskrevet, da man tidligere har set store FVA-reguleringer på større bankers porteføljer, ligesom man ved Lehman Brothers krak oplevede, hvor stor en betydning en konkurs kan have for værdien af ens portefølje. Det er derfor vigtigt at understrege, at hvis man opstiller handler, som i illustrerede eksempler, så sælger man derivatet for billigt, da man bevidst ikke tager betaling for den åbenlyse FVA-risiko. Det er typisk et tegn på en overophedet økonomi jf. finanskrisen. Negligere man risikoaspekterne i en handel, skal man som minimum sørge for at tage betaling for denne i form af XVA-reguleringerne.

I de senere år har der igen været en tendens til overdreven risikotagen på grund af det lave renteniveau. Det har tvunget investorer ud i mere risikofyldte aktivklasser i "*Jagten på afkast*". Det har resulteret i, at en stor del af investorerne har været nødt til at hæve deres risikovillighed og derved ikke nødvendigvis tage den passende betaling for den risiko de løber. Det er problematisk, da finanskrisen viste et klar billede af, at når investorernes risikovillighed er for høj, så "skjuler" det reelle risikobillede sig, hvis man ikke har en korrekt CVA- og FVA-regulering¹⁰⁵. Opgaven ønsker derfor at opstille porteføljen, for at udpensle problemstillingen.

Ligevægtspris - Tabel 19

Call option	B-S værdi	CVA/FVA-regulering	Ligevægtspris
Apple	11,55	1,7822	11,63
Amazon	153	7,9956	157,89
Google	114	3,7559	115,71
Netflix	86	3,1695	87,09

Tabel 19 viser den reelle ligevægtspris som optionerne bør have, såfremt der havde været taget højde for både CVA_{net} og FVA ved indgåelsen af derivaterne. Hvis/når dette ikke er tilfældet, er man i stedet nødt til at lave den tidligere viste regulering på handelsbeholdningen.

¹⁰⁵ [file:///C:/Users/Rasmus/Downloads/2%20Jagten%20p%C3%A5%20afkast%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Rasmus/Downloads/2%20Jagten%20p%C3%A5%20afkast%20(2).pdf) – Artikel fra Private Equity, udarbejdet af Ken L. Bechmann & Søren Plesner – Jagten på afkast

Tabel 19 viser, hvordan den handlede call option burde have været prissat ud fra de udregnede reguleringer. Det fremgår derfor, at Black Scholes' prisfastsætning af optionen er ukorrekt, og dertil ikke tager højde for den reelle mængde risiko der er i handlen – den tager ikke betaling for risikoen.

Det er derfor vigtigt at påpege, hvorfor XVA-reguleringer er en nødvendighed på markedet. Ovenstående eksempel bygger på en portefølje af blot 1 mio. USD, men hvis man kigger på hele derivatmarkedet, og anser det som værende ikke reguleret for XVA, så er nedskrivningen af betydelig størrelse. Opgavens indledende afsnit har som nævnt beskrevet finanskrisens overdrevne optimisme, men XVA-reguleringerne er ikke baseret på optimisme, men blot almene risikojusteringer. Såfremt XVA-justeringerne ikke benyttes verden over, vil den reelle værdi/risiko af markedet være skævvredet. Problematikken opstår for alvor, da det er umuligt at bestemme, hvor stor en del af markedet der reelt set er reguleret for XVA, da det ville kræve adgang til alle finansielle institutioners interne dokumenter – det administrative arbejde ville være uoverkommeligt.

Fokusområdet for opgaven er derfor at understrege, at såfremt man ikke ønsker økonomiske udfordringer, bør man skabe stabile rammer for indførslen og implementeringen af XVA globalt.

5.17. Udfordringer ved XVA - perspektivering

Det findes relevant for opgavens helhed at slutte af med en analyse af problemstillingerne ved XVA-Desks samt modellens udfordringer. Der er udvalgt nedenstående fire faktorer, som har stor relevans for opgaven.

PD er en risikokalibrering af sandsynligheden for konkurs for en given virksomhed. Anskues denne faktor fra et kritisk synspunkt, er en væsentlig udfordring, at konkursrisikoen bygger på en kalibrering. Modellen bygger på antagelser om kreditrisikoen – hvoraf PD er en funktion af denne. Det gøres på baggrund af en rating, som er estimeret typisk af rating bureauer (Moody's, S&P, Fitch). Hertil opstår næste problemstilling ved PD, nemlig at de bagvedlæggende ratings har svagheder. Ratings udledes på baggrund af historiske data, trends på markedet, årsrapporter m.m. og fælles for disse er, at dataene typisk er historiske. Det gør det svært at anvende dataene til at forudsige fremtiden. Det skal tolkes som, at PD giver en indikation af en konkursrisiko, på baggrund af et kvalificeret gæt¹⁰⁶.

LGD: I modsætning til PD er LGD ikke modelbaseret. Markedsstandarden er fastsat til 40 %.¹⁰⁷ I afsnit II er det beskrevet, hvorfor det er en udfordring at udregne LGD – grundet manglende data samt lav gennemsnitlighed i tilfælde af konkurs. Opgaven stiller spørgsmålstejn til denne tilgang, da det er for generaliserende blot at antage 40 % i LGD uagtet modparten.

¹⁰⁶ <https://www.moodys.com/sites/products/ProductAttachments/Moody%27s%20Rating%20System.pdf>

¹⁰⁷ Diskussion med Nordea ansat, Erik Buch

Problemstillingen har mærkbare konsekvenser for CVA-justeringen, da den sammen med en modelbaseret PD, giver en generel usikkerhed omkring modpartsrisikoen. Det skal pointeres, at problemet ligger i nøjagtigheden af CVA-udregningen og derfor ikke, hvorvidt det skal anvendes eller ej.

EPE og ENE: Beregningsgrundlaget for de positive samt negative eksponeringer er det sidste kritikpunkt, som er medtaget i opgavens kritik af beregningsgrundlaget for XVA. Det er samme ræsonnement, der gør sig gældende her – modelbaserede eksponeringer bygger på forventninger. Grundstenen i CVA, DVA og FVA bygger på eksponeringernes forventede størrelse. PD og LGD angiver sandsynlighederne samt effekten af konkurs, men den store forskel ligger i, hvor ”rigtige” dine EPE og ENE’er er. LGD og PD er nogenlunde markedsbestemte (da PD udledes ud fra rating), hvorfor den store skævhed i CVA-justeringerne forekommer grundet forskellig kalibreret EPE og ENE’er.

Det ønskes at give en forståelse af, hvor komplekst XVA er, og hvor mange komponenter det består af, som enten er modelbaseret eller markedsbestemte. Det giver anledning til stor usikkerhed i justeringerne, hvorfor man skal anskue disse kritisk. Vigtigheden ligger i forståelsen af nødvendigheden af XVA, men dertil også at kunne kalibrere inputtene så nøjagtigt som muligt.

En modelbaseret Profit/Loss tilgang til XVA kan udledes som værende problematisk, da eksempelvis alle fire komponenter i CVA_{net} (EPE, ENE, PD, LGD) udregningen er kvalificerede gæt¹⁰⁸.

XVA-grundlaget giver anledning til en diskussion omkring nøjagtigheden af modellen. Begrebet er forholdsvis nyt, og kræver en større indsamling af data i stressede scenarier, for at nøjagtigheden af PD, LGD, EPE samt ENE fremstår så korrekte som muligt.

Afslutningsvis ønsker opgaven at lægge op til en diskussion omkring selve arbitrageaspektet i derivathandler fremadrettet. Vi ser et voksende marked for dette, når dataindsamlingerne giver store finansielle institutioner mulighed for at indføre LGD-kalibrerende modeller.

5.18. CDS – arbitrage mulighed på baggrund af LGD

Afsnittet ønsker at udfordre tankegangen bag markedsstandarden på 40 % for LGD, da det kan give anledning til en vis optimering af de spreads en derivatudsteder handler på.

Var det muligt at beregne LGD ud fra en modelbetragtning, og derved kalibrere en mere korrekt procentsats i stedet for blot at benytte sig af markedsstandarden, ville det give mulighed for arbitrage.

¹⁰⁸ Diskussion med Nordea ansat, Erik Buch omhandlende beregningsgrundlaget for XVA samt modellerne heri

Antag følgende eksempel:

- *Derivathandlen udgør 100 mio.*
- *40 % LGD anvendes som udregningsgrundlag for CVA*
- *5 % PD anvendes som udregningsgrundlag for CVA*
- *Bank A indgår derivathandel, hvor der ikke forekommer hedging af modpartsrisikoen (køb af en CDS)*
- *EPE antages at være 20*
- *Der antages ikke at forekomme en DVA-justering*

Bank A indgår i en derivathandel med bank B. For at udregne CVA-justeringen simpelt gøres følgende:

$$CVA = 20 \text{ mio.} * 0,05 * 0,4 = 0,4 \text{ mio.}$$

Tesen kommer heraf: Er arbitrage muligt, hvis LGD kan kalibreres korrekt?

Udregningen foretages på ny, dog med en ændret antagelse – LGD er 25 % ud fra en modelbaseret kalibrering.

$$CVA = 20 \text{ mio.} * 0,05 * 0,25 = 0,25 \text{ mio.}$$

*Det fremgår, at der opstår en risikofri mergevinst på 0,4 mio. – 0,25 mio. = **0,15 mio.***

Som nævnt i antagelserne må bank A ikke indgå handler med henblik på at hedge kreditrisikoen. Såfremt bank A køber en CDS, vil arbitragegevinsten ikke eksistere, da CDS-beregningen ligeledes bygger på en LGD på 40 %, hvorfor "gevinsten" ved at anskue LGD korrekt (25 %) forsvinder.

Det er en interessant vinkel på derivathandel, da argumentet for en markedsfast LGD er mangel på data. Det vil med tiden forsvinde grundet større datagrundlag. Når dataene forbedres, vil det ikke være usandsynligt, at man vil opleve store finansielle institutioner, som vil være i stand til at handle på baggrund af en mere avanceret LGD-model, og derved skabe arbitrage. Grundlaget for antagelsen om arbitrage bygger på, at man ved hjælp af en mere korrekt LGD, har mulighed for at udvælge de modparter, som reelt set har en lavere LGD end den nuværende markedsstandard på 40 %.

Arbitrageargumentet bygger derved på teoretiske spreads. En korrekt kalibrering af LGD, giver mulighed for at udvælge modparter med en LGD under markedsstandarden. Derved er man i stand til at indgå kontrakter med disse modparter, og tage betaling for en LGD på 40 %. Det giver en teoretisk arbitragegevinst.

6. Konklusion

Finansielle institutioner har en væsentlig rolle i samfundet. Tillid til finansielle institutioner er uigendrivelig i den globale økonomi, da mistillid vil medføre en opbremsning i den økonomiske vækst. Finanskrisen udtrykte et scenarie, hvor tilliden blev brudt, grundet overdreven risikotagen. Årsagssammenhængen mellem den finansielle krise og XVA er væsentlig, da store dele af baggrunden for krisen, kan spores tilbage til manglende risikoforståelse ifølge Rangvid rapporten.

Der blev gjort op med den traditionelle prisfastsætningsmodel Black Scholes. Fremfor udelukkende at støtte sig op af modellen viste finanskrisen, at risikojusteringer var et nødvendigt supplement hertil. CVA, DVA og FVA er alle begreber, der er kendt blandt finansielle institutioner. Komplexiteten på derivatmarkedet før krisen var stor, og med en simpel tilgang til sin risikostyring betød det, at man havde svært ved at forholde sig til, hvordan man risikoafdækkede sig overfor modpartsrisikoen. Udfordringen med måling af den reelle risiko så man efterfølgende, da enorme CVA- og FVA-justeringerne blev foretaget årene efter finanskrisen.

Komplexiteten i XVA er høj, og selvom modellen kan virke simpel, som den fremgår i opgaven, kan det konkluderes, at dette langt fra er tilfældet. Antagelserne som delkomponenterne i XVA hviler på, er skrøbelige, og dette medfører modellen en vis mængde usikkerhed. Begreber som EPE, ENE, LGD og PD er hovedelementerne i XVA, og opgaven har udpenslet, hvor stor en usikkerhed, der ligger i at estimere disse. Selv hvis de bliver estimeret "korrekt", ligger der stadig en usikkerhed i den generelle prisfastsætning ved af brug af Black Scholes.

Afsnit II pointerer konsekvensen af manglende CVA-, DVA- og FVA-reguleringer ved udregning af renteswappen under forskellige forudsætninger. Resultatet af den udregnede XVA-justering på renteswappen viser tydeligt behovet for, hvorfor risikokalibreringen i derivathandler er vigtige. Til trods for, at den økonomiske konsekvens kan virke overkommelig, pointeres det i opgaven, at en enkeltstående regulering ikke afspejler virkelighedens billede. Skaleres det derimod op, så det afspejler den økonomiske konsekvens på handelsbeholdningen af en stor international finansiel institution, fremstår den økonomiske konsekvens meget tydeligere.

Black Scholes er Best Practice til prisfastsættelse af optioner. Man bør dog forholde sig kritisk, da modellen bygger på en lang række antagelser, der er urealistiske. Det skaber grundlag for en problemstilling af den generelle prisfastsættelse, der ligeledes kan spores i XVA-reguleringen. En regulering på et allerede forkert prissat derivat, vil alt andet lige, mindske validiteten af XVA. Det giver derfor anledning til at forbedre Black Scholes modellen således, at dens output er mere realistisk.

Det fremgår af afsnit III, hvordan Black Scholes' prisfastsættelse af call optioner er simpel. Derfor diskuteres kritikpunkterne bag antagelserne. Det kan anses, at det manglende risikoaspekt i modellen giver anledning til en fejlvurdering af derivathandler, og dermed en fejlvurdering af de finansielle institutioners handelsbeholdning og den reelle værdi.

Den opbyggede portefølje i opgaven fandt, at miscalibreringen af den reelle optionspris er stor. En nedjustering på 1,67 % af porteføljens værdi, var resultatet af den manglende XVA-justering. Det har derfor stor betydning for porteføljeteori, og bør inkluderes i enhver beslutning i forhold til sammensætningen af porteføljer. Risikoaspektet er væsentligt i enhver investeringssammenhæng, og netop derfor kritiseres den manglende justering for CVA, DVA og FVA.

Opgaven illustrerede problemstillinger i de korrekte kalibreringer af EPE, ENE, PD og LGD og fandt frem til, at trods en vis usikkerhed i disse, er det bedre at foretage en forkert justering end ingen. Ligeledes kan det konkluderes, at markedet for CDS'er bidrager positivt til den generelle risikostyring. Muligheden for at hedge modpartsrisikoen er essentiel i XVA-sammenhæng. Såfremt det ikke påtænkes at afdække hele modpartsrisikoen, ved hjælp af en credit default swap, bør man som minimum reducere sin modpartsrisiko gennem CSA- og ISDA-aftaler.

Afslutningsvis fandt opgaven en teoretisk arbitragemulighed på markedet for derivathandler. Det aspekt er interessant, da arbitragemuligheden vil stige i takt med dataindsamlingen af historiske LGD'er. De første finansielle institutioner, der gør det muligt at udregne en "nøjagtig" LGD, vil kunne handle på baggrund af dette, og tjene et ekstra spread på den udregnede LGD, set i forhold til markedsstandarden på 40 %.

Til besvarelse af problemformuleringen fremgår det igennem opgaven, at XVA er en nødvendighed på det finansielle marked. Det er ikke blot et forslag til bedre risikostyring, men derimod et redskab til bedre forståelse af den reelle risiko. XVA kan ikke stå alene, da modellen blot er en risikojusterende model, hvorfor en udarbejdet prisfastsættelse er nødvendig – XVA er altså et supplement. Det ændrer dog ikke på, at uden XVA, vil den globale samfundsøkonomiske risikokalibrering bygge på antagelser, forventninger samt konjunkturer – det er langt fra et holdbart sikkerhedsnet at lægge under det finansielle system.

7. Litteraturliste

7.1. Bøger

Jørgen Just Andersen (2017) *Finansiell Risikostyring*, Jurist- og Økonomiforbundets forlag, 2. udgave

Ib Andersen (2014) *Den Skinbarlige Virkelighed*, Samfunds Litteratur, 5. udgave

John C. Hull (2017) *Fundamentals of futures and options markets*, Pearson, 8. udgave

Ignacio Ruiz (2015) *XVA desks – A New Era for Risk Management*, palgrave macmillan

7.2. Artikler og undervisningsmateriale

XVA explained, PWC, December 2015 - <https://www.pwc.com.au/pdf/xva-explained.pdf>

Credit Default Swaps: Dubious Instruments, Harvard Business Law Review, 30. marts 2013 - <https://www.hblr.org/2013/03/credit-default-swaps-dubious-instruments/>

The international interbank market - A descriptive study, BIS economic papers No 8, juli 1983 - <https://www.bis.org/publ/econ8.pdf>

Rangvid rapporten: Den finansielle krise i Danmark, Jesper Rangvid - <https://www.dr.dk/nyheder/htm/Rangvid.pdf>

IMF: Storbanker udfordret på stabil funding, David Bentow, 20. juni 2014 - <https://finanswatch.dk/Finansnyt/Pengeinstitutter/article6818781.ece>

Undervisningsmateriale fra Risikostyring i finansielle virksomheder - https://learn.cbs.dk/pluginfile.php/923504/mod_resource/content/1/Finansielt%20Tilsyn%20og%20Regulering%20-%20Notat.pdf

Undervisningsmateriale fra Risikostyring i Finansielle virksomheder, uddrag af Rangvid rapporten - https://learn.cbs.dk/pluginfile.php/923505/mod_resource/content/1/Uddrag%20fra%20Rangvidrapporten%20Final.pdf

Germany's "Dumbest Bank" to press charges against own staff, DPA news agency, 20. september 2008 - <https://www.dw.com/en/germanys-dumbest-bank-to-press-charges-against-own-staff/a-3659009>

Funding Value Adjustments, Leif Andersen, Darrell Duffie, Yang Song, 1. August 2017 - <https://www.darrellduffie.com/uploads/working/AndersenDuffieSongAug2017.pdf>

The credit default swap market: what a difference a decade makes, Iñaki Aldasoro, Torsten Ehlers, 5 juni 2018 - https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1806b.htm

Central clearing: A new headache for credit risk managers, Jean-Marc Schwob - <https://www.fisglobal.com/Solutions/Institutional-and-Wholesale/Commercial-and-Investment-Banking/-/media/fisglobal/files/whitepaper/central-clearing.pdf>

9 fatal flaws in the Black-Scholes Pricing Model, Michael Thomsett, 7. Februar 2015 - <https://www.moneyshow.com/articles/optionsidea-42955/>

Artikel fra Private Equity, udarbejdet af Ken L. Bechmann & Søren Plesner, Jagten på afkast - [file:///C:/Users/Rasmus/Downloads/2%20Jagten%20p%C3%A5%20afkast%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Rasmus/Downloads/2%20Jagten%20p%C3%A5%20afkast%20(2).pdf)

Fakta: Sådan virker et renteswap, Ritzau, 12. september 2017 - <https://politiken.dk/oekonomi/privatoekonomi/art6106199/Fakta-Sådan-virker-et-renteswap>

7.3. Internetsider

Moody's hjemmeside, information omkring rating opbygning - <https://www.moodys.com/>

Standard and Poors hjemmeside, information omkring rating opbygning - https://www.standardandpoors.com/en_US/web/guest/home

Fitchs hjemmeside, information omkring rating opbygning - <https://www.fitchratings.com/site/home>

Definition af settlement risk - <https://www.risk.net/definition/settlement-risk>,
<https://www.bis.org/publ/bcbs73.htm>

Definition af settlement risk - <https://www.risk.net/definition/settlement-risk>,
<https://www.bis.org/publ/bcbs73.htm>

Definition af Vanila product, investopedia - <https://www.investopedia.com/terms/p/plainvanilla.asp>

Definition af Morald Hazard - <https://economictimes.indiatimes.com/definition/moral-hazard>

Definition af Brownian Motion - <https://study.com/academy/lesson/brownian-motion-definition-examples.html>

Definition af interbank-markedet - <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1402>

Tilsynsdiamanten, Finanstilsynet - <https://www.finanstilsynet.dk/Tilsyn/Tilsynsdiamanten-for-pengeinstitutter>

Nasdaq kursdata for call option, Apple - <https://www.nasdaq.com/symbol/aapl/option-chain?dateindex=3&callput=call>

Nasdaq kursdata for call option, Amazon - <https://www.nasdaq.com/symbol/amzn/option-chain?callput=call&dateindex=5>

Nasdaq kursdata for call option, Google - <https://www.nasdaq.com/symbol/goog/option-chain?dateindex=5&callput=call>

Nasdaq kursdata for call option, Netflix - <https://www.nasdaq.com/symbol/nflx/option-chain?callput=call&expir=stan&dateindex=7>

Moody's Rating System Brief, Moodys.com - <https://www.moodys.com/sites/products/ProductAttachments/Moody%27s%20Rating%20System.pdf>

Basel II: Revised international capital framework, BIS - <https://www.bis.org/publ/bcbsca.htm>

Definition af Modigliani & Millers model - <https://efinancemanagement.com/financial-leverage/capital-structure-theory-modigliani-and-miller-mm-approach>

8. Bilag

Bilag 1



Tilsynsdiamanten pr. 30/06-2018

Institut	Store eksponeringer	Udlånvækst (år-år)	Ejendomsseksponering	Funding ratio	Likviditetsoverdækning
	Højest 175 pct.	Højest 20 pct.	Højest 25 pct.	Højest 1	Mindst 100 pct.
Aktieselskabet Arbejdernes Landsbank	76,6	2,9	4,4	0,47	203,6
Alm. Brand Bank A/S	39,0	27,5	8,9	0,44	560,5
Andelskassen Fælleskassen	88,0	1,0	6,8	0,45	1500,1
Andelskassen OIKOS	0,0	3,7	0,0	0,59	844,3
Basisbank A/S	16,8	3,4	1,5	0,73	2616,9
Borbjerg Sparekasse	137,5	9,2	6,1	0,58	1322,1
Broager Sparekasse	148,4	0,4	7,1	0,46	551,9
Coop Bank A/S	3,9	33,2	0,0	0,68	338,4
Danske Andelskassers Bank A/S	153,1	-1,1	11,5	0,61	217,9
Danske Bank A/S	109,2	12,2	18,8	0,59	124,5
Den Jyske Sparekasse A/S	124,2	-3,2	15,2	0,52	191,2
Djurslands Bank A/S	127,0	7,1	7,7	0,48	365,3
Dragsholm Sparekasse	121,9	16,2	6,4	0,30	454,4
Dronninglund Sparekasse	124,3	-9,3	17,8	0,60	2049,1
Ekspres Bank A/S	0,0	17,9	0,0	2,64	1051,1
Fanø Sparekasse	32,8	-3,7	2,3	0,24	19083,6
Faster Andelskasse	144,4	-0,2	2,2	0,47	382,9
Folkesparekassen	109,5	1,2	3,2	0,44	1739,5
Frørup Andelskasse	58,8	1,1	4,5	0,27	688,9
Frøs Sparekasse	95,5	5,6	4,0	0,38	1944,1
Frøslev-Møllerup Sparekasse	116,9	5,8	4,1	0,46	1064,6
Fynske Bank A/S	124,8	11,3	12,3	0,48	396,9
Grønlandsbanken, Aktieselskab	172,1	5,9	14,6	0,58	156,1
Hvidbjerg Bank, Aktieselskab	147,6	3,8	6,2	0,65	363,5
Jutlander Bank A/S	130,1	13,2	9,9	0,53	674,6
Jyske Bank A/S	72,9	4,3	9,9	0,58	165,6
Klim Sparekasse	56,6	9,5	4,0	0,43	1884,2
Kreditbanken A/S	111,3	4,2	8,4	0,54	468,2
Langå Sparekasse	97,8	14,2	7,7	0,34	47449,9
Leasing Fyn Bank A/S	123,3	41,0	1,1	1,15	221,4
Lollands Bank A/S	119,0	5,3	11,0	0,53	322,4
Lægernes Bank A/S	75,3	-9,7	0,0	0,39	1361,5
Lån & Spar Bank A/S	62,2	11,2	0,5	0,65	262,3
Maj Bank A/S	0,0	0,0	0,0	0,00	5658,3
Merkur Andelskasse	159,6	0,2	7,2	0,53	165,2
Middelfart Sparekasse	73,2	8,9	11,5	0,51	493,6
Møns Bank A/S	159,1	8,8	13,9	0,53	345,9
Nordfyns Bank, Aktieselskabet	88,7	-3,8	9,0	0,46	572,7
Nordoya Sparikassi	142,5	8,1	7,7	0,74	283,9
Nykredit Bank A/S	86,9	1,2	10,7	0,59	197,7
P/F Betri Banki	136,2	7,6	3,5	0,62	185,1
P/F BankNordik	137,5	3,3	4,9	0,62	303,0
PenSam Bank A/S	45,9	6,6	0,0	0,62	679,9
PFA Bank A/S	0,0	0,0	0,0	0,00	6613,9
Ringkjøbing Landbobank, Aktieselskab	103,4	67,7	15,2	0,68	201,0
Rise Flemløse Sparekasse	87,4	-8,2	1,8	0,34	1774,5
Rønde Sparekasse	116,8	13,3	6,0	0,39	17740,9
Salling Bank A/S	140,2	-0,4	7,9	0,49	379,2

Saxo Bank A/S	8,2	4,1	15,8	0,00	196,3
Skjern Bank A/S	131,9	12,8	14,0	0,65	284,3
Spår Nord Bank A/S	84,6	5,8	10,6	0,51	186,7
Sparekassen Balling	112,1	4,4	1,6	0,47	924,5
Sparekassen Bredebro	168,7	-0,4	1,7	0,46	577,3
Sparekassen Den lille Bikube	21,3	6,8	1,2	0,27	3933,5
Sparekassen Djursland	174,3	12,7	6,6	0,44	633,8
Sparekassen for Nr. Nebel og Omegn	106,6	4,7	5,9	0,33	624,9
Sparekassen Kronjylland	122,5	7,5	12,7	0,66	515,2
Sparekassen Sjælland-Fyn A/S	112,3	8,5	13,9	0,53	391,0
Sparekassen Thy	74,1	8,9	3,9	0,47	315,3
Sparekassen Vendsyssel	94,5	16,5	11,4	0,61	408,1
Stadil Sparekasse	0,0	4,0	0,3	0,45	767,8
Suduroyar Sparikassi P/F	39,6	-1,9	3,1	0,71	3660,7
Sydbank A/S	143,8	-11,3	8,5	0,54	157,3
Sønderhå-Hørsted Sparekasse	115,1	5,2	1,3	0,60	1786,8
Totalbanken A/S	153,4	4,1	11,5	0,60	143,5
Vestjysk Bank A/S	116,2	-7,2	14,3	0,54	211,2
Østervrå Andelskasse	120,0	-2,7	16,0	0,64	2393,8

Bilag 2 – Udregnede tabeller taget fra Excel

Beregninger til afsnit II

Der henvises til vedlagte excelark i digital eksamen for udregningsgrundlag.

Positiv renteudvikling - Tabel 3

T	0	1	2	3	4
Hovedstol	100				
rente	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
shock	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Rente fast	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	Bfix Cash Flow	Bfi Cash Flow	Diskontering (OIS)	PV Bfix	PV Bfi
1	-4	3,5	0,005	-3,980099502	3,482587065
2	-4	4	0,006	-3,95242857	3,95242857
3	-4	4,5	0,007	-3,917162423	4,406807725
4	-104	105	0,008	-100,7375098	101,7061397
Total	-116	117		-112,5872003	113,547963
			Værdi	0,960762767	

Negativ renteudvikling - tabel 4

T	0	1	2	3	4
Hovedstol	100				
rente	0,03	0,025	0,02	0,015	0,01
shock	- 0,005	- 0,005	-0,005	-0,005	-0,005
Rente fast	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	Bfix Cash Flow	Bfl Cash Flow	Diskontering (OIS)	PV Bfix	PV Bfl
1	-4	2,5	0,005	-3,980099502	2,487562189
2	-4	2	0,006	-3,95242857	1,976214285
3	-4	1,5	0,007	-3,917162423	1,468935908
4	-104	101	0,008	-100,7375098	97,83162006
Total	-116	107		-112,5872003	103,7643324
			Værdi	-8,822867817	

Beregning af CVA-net - Tabel 5

T	EPE	ENE	LGD	Pdmodpart	pdegen	CVA	DVA	CVAnet
1	2,985074627	- 3,980099502	0,4	0,02	0,001	0,023881	- 0,00159	0,0222886
2	2,964321427	-3,95242857	0,4	0,01	0,001	0,011857	- 0,00158	0,0102763
3	2,937871817	- 3,917162423	0,4	0,01	0,001	0,011751	- 0,00157	0,0101846
4	99,76887986	- 100,7375098	0,4	0,01	0,001	0,399076	-0,0403	0,3587805
Sum	108,6561477	- 112,5872003		0,05	0,004	0,446565	- 0,04503	0,40153

FVA-justering - tabel 9

T	Funding(OIS+risk premium)	Risk premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,20%	0,70%	0,005	2,985074627	-3,9800995	0,006917
2	1,40%	0,80%	0,006	2,964321427	-	0,015622
3	1,60%	0,90%	0,007	2,937871817	-	0,025972
4	1,80%	1%	0,008	99,76887986	-100,73751	0,037796
Sum				108,6561477	-112,5872	0,086306

CVA_{net} og FVA-regulering i henhold til markedspraksis - Tabel 10

CVA _{net}	0,401530009
FVA	0
CVA _{net} + FVA	0,401530009

Reelle CVA_{net} og FVA-regulering - tabel 11

CVA _{net}	0,401530009
FVA	0,086306318
CVA _{net} - FVA	0,315223691

Tilfældig rentechok med stigende tendens					
T	0	1	2	3	4
Hovedsto	100				
rente	0,03	0,039	0,046	0,041	0,04
shock	0,009	0,007	-0,005	-0,001	
Rente fas	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Tid	B _{fix} Cash Flow	B _{fl} Cash Flow	iskonterin	PV B _{fix}	PV B _{fl}
1	-4	3,9	0,005	-3,9800995	3,8806
2	-4	4,6	0,006	-3,95242857	4,54529
3	-4	4,1	0,007	-3,91716242	4,01509
4	-104	104	0,008	-100,73751	100,738
Total	-116	116,6		-112,5872	113,178
			Værdi	0,59129086	

Tilfældig rentechok med faldende tendens					
T	0	1	2	3	4
Hovedsto	100				
rente	0,03	0,027	0,015	0,023	0,018
shock	-0,003	-0,012	0,008	-0,005	
Rente fas	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Tid	ix Cash Flow	Cash Flow	skonterin	PV Bfix	PV Bfl
1	-4	2,7	0,005	-3,9800995	2,68657
2	-4	1,5	0,006	-3,95242857	1,48216
3	-4	2,3	0,007	-3,91716242	2,25237
4	-104	101,8	0,008	-100,73751	98,6065
Total	-116	108,3		-112,5872	105,028
			Værdi	-7,55958001	

T	EPE	ENE	LGD	Pdmodpart	pdegen	CVA	DVA	CVAnet
1	3,28358209	-3,9800995	0,4	0,02	0,001	0,02627	-0,00159	0,02468
2	3,013726784	-3,95242857	0,4	0,01	0,001	0,01205	-0,00158	0,01047
3	3,133729938	-3,91716242	0,4	0,01	0,001	0,01253	-0,00157	0,01097
4	99,67201687	-100,73751	0,4	0,01	0,001	0,39869	-0,0403	0,35839
Sum	109,1030557	-112,5872		0,05	0,004	0,44955	-0,04503	0,40451

T	unding(OIS+risk premium	Risk premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,20%	0,70%	0,005	3,28358209	-3,9801	0,00484
2	1,40%	0,80%	0,006	3,01372678	-3,95243	0,01484
3	1,60%	0,90%	0,007	3,13372994	-3,91716	0,02078
4	1,80%	1%	0,008	99,6720169	-100,738	0,04158
Sum				109,103056	-112,587	0,08204

CVAnet og FVA-regulering i henhold til markedspraksis

CVAnet	0,404511671
FVA	0
CVAnet + F	0,404511671

Reelle CVAnet og FVA-regulering

CVAnet	0,358393064
FVA	0,082035361
CVAnet - F	0,276357703

Tilfældig rentechok med stigende tendens - tabel 6

T	0	1	2	3	4
Nulkupon	-	0,028	0,039	0,027	0,035
Hovedsto	100				
rente	0,03	0,039	0,046	0,041	0,04
shock	0,009	0,007	-0,005	-0,001	
Rente fas	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Tid	Bfix Cash Flow	Bfl Cash Flow	iskonterir	PV Bfix	PV Bfl
1	-4	3,9	0,005	-3,9801	3,8806
2	-4	4,6	0,006	-3,952429	4,54529
3	-4	4,1	0,007	-3,917162	4,01509
4	-104	104	0,008	-100,7375	100,738
Total	-116	116,6		-112,5872	113,178
			Værdi	0,5912909	

Tilfældig rentechok med faldende tendens - tabel 7					
T	0	1	2	3	4
Nulkupon	-	0,028	0,022	0,029	0,019
Hovedsto	100				
rente	0,03	0,027	0,015	0,023	0,018
shock	-0,003	-0,012	0,008	-0,005	
Rente fas	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Tid	Cash Flow	Cash Flow	skontering	PV Bfix	PV Bfl
1	-4	2,7	0,005	-3,9801	2,68657
2	-4	1,5	0,006	-3,95243	1,48216
3	-4	2,3	0,007	-3,91716	2,25237
4	-104	101,8	0,008	-100,738	98,6065
Total	-116	108,3		-112,587	105,028
			Værdi	-7,55958	

Beregning af CVA-net - Tabel 8								
	EPE	ENE	LGD	Pdmodpart	pdegen	CVA	DVA	CVAnet
1	3,28358209	-3,980099502	0,4	0,02	0,001	0,026269	-0,00159	0,02468
2	3,013726784	-3,95242857	0,4	0,01	0,001	0,012055	-0,00158	0,01047
3	3,133729938	-3,917162423	0,4	0,01	0,001	0,012535	-0,00157	0,01097
4	99,67201687	-100,7375098	0,4	0,43	0,001	17,143587	-0,0403	17,1033
	109,1030557	-112,5872003		0,47	0,004	17,194445	-0,04503	17,1494

T	Funding(OIS+risk premium)	Risk premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,20%	0,70%	0,005	3,2835821	-3,9801	0,0048417
2	1,40%	0,80%	0,006	3,0137268	-3,95243	0,0148409
3	1,60%	0,90%	0,007	3,1337299	-3,91716	0,0207776
4	1,80%	1%	0,008	99,672017	-100,738	0,0415752
Sum				109,10306	-112,587	0,0820354

CVA _{net} og FVA-regulering i henhold til markedspraksis	
CVA _{net}	17,14941051
FVA	0
CVA _{net} + F	17,14941051
Reelle CVA _{net} og FVA-regulering	
CVA _{net}	17,14941051
FVA	0,082035361
CVA _{net} - F	17,06737514

Beregninger til afsnit III

Tabel 12			Tabel 13		
Apple			Amazon		
F ₀	Futurekurs	189,95	F ₀	Futurekurs	1780,75
K	Strikekurs	185	K	Strikekurs	1775
σ	Volatilitet	0,253347	σ	Volatilitet	0,309481
T	løbetid	0,22	T	løbetid	0,473973
R	risikofri rente	0,01	R	risikofri rente	0,01
D1		0,281623	D1		0,121712
D2		0,162793	D2		-0,091353
N(D1)		0,610884	N(D1)		0,548436
N(D2)		0,564659	N(D2)		0,463606
Pris på call		11,55	Pris på call		153,00

Tabel 14			Tabel 15		
Google			Netflix		
Fo	Futurekurs	1173,31	Fo	Futurekurs	356,56
K	Strikekurs	1160	K	Strikekurs	350
σ	Volatilitet	0,260336	σ	Volatilitet	0,673594
T	løbetid	0,8	T	løbetid	0,794521
R	risikofri rente	0,01	R	risikofri rente	0,01
D1		0,165422	D1		0,331135
D2		-0,06743	D2		-0,26928
N(D1)		0,565694	N(D1)		0,629729
N(D2)		0,47312	N(D2)		0,393857
Pris på call		114,00	Pris på call		86

Apple								
Hovedstol	250 T. dollars							
Antal optioner	21645							
T	EPE	ENE	Pdmodpart	Pdegen	LGD	CVA	DVA	CVAnet
1		21	0,03	0,001	0,4		0,0084	0,0084
2		22	0,01	0,001	0,4		0,0088	0,0088
3		23	0,01	0,001	0,4		0,0092	0,0092
4		24	0,01	0,001	0,4		0,0096	0,0096
		90	0,06	0,004		0	0,036	0,036

Amazon								
Hovedstol	250 T. dollars		Beregning af CVAnet – Tabel 16					
Antal optioner	1634							
T	EPE	ENE	Pdmodpart	Pdegen	LGD	CVA	DVA	CVAnet
1		45	0,1	0,001	0,4	0	0,018	0,018
2		50	0,05	0,001	0,4	0	0,02	0,02
3		55	0,05	0,001	0,4	0	0,022	0,022
4		60	0,05	0,001	0,4	0	0,024	0,024
		210	0,25	0,004		0	0,084	0,084

Google								
Hovedstol	250 T. dollars							
Antal optioner	2193							
T	EPE	ENE	Pdmodpart	Pdegen	LGD	CVA	DVA	CVAnet
1		25	0,05	0,001	0,4	0	0,01	0,01
2		30	0,02	0,001	0,4	0	0,012	0,012
3		35	0,02	0,001	0,4	0	0,014	0,014
4		40	0,02	0,001	0,4	0	0,016	0,016
		130	0,11	0,004		0	0,052	0,052

Netflix								
Hovedstol	250 T. dollars							
Antal optioner	2907							
T	EPE	ENE	Pdmodpart	Pdegen	LGD	CVA	DVA	CVAnet
1		150	0,001	0,001	0,4	0	0,06	0,06
2		160	0,001	0,001	0,4	0	0,064	0,064
3		170	0,001	0,001	0,4	0	0,068	0,068
4		180	0,001	0,001	0,4	0	0,072	0,072
		660	0,004	0,004		0	0,264	0,264

Apple						
T	Funding(ois+risk premi	Risk Premi	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,10%	0,60%	0,005		21	-0,12525
2	1,30%	0,70%	0,006		22	-0,3048
3	1,50%	0,80%	0,007		23	-0,54328
4	1,70%	0,90%	0,008		24	-0,8449
	5,60%	3,00%			90	-1,81823

Amazon						
Beregning af FVA – Tabel 17						
T	Funding(ois+risk premi	Risk Premi	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,60%	1,10%	0,005		45	-0,48961
2	1,90%	1,30%	0,006		50	-1,27508
3	2,20%	1,50%	0,007		55	-2,40257
4	2,50%	1,70%	0,008		60	-3,91232
	8,20%	5,60%			210	-8,07959

Google						
T	Funding(ois+risk premium)	Risk Premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	1,40%	0,90%	0,005		25	-0,22299
2	1,60%	1,00%	0,006		30	-0,59112
3	1,80%	1,10%	0,007		35	-1,13005
4	2,00%	1,20%	0,008		40	-1,86375
	6,80%	4,20%			130	-3,80791

Netflix						
T	Funding(ois+risk premium)	Risk Premium	OIS	EPE	ENE	FVA
1	0,60%	0,10%	0,005		150	-0,14985
2	0,75%	0,15%	0,006		160	-0,47892
3	0,90%	0,20%	0,007		170	-1,01593
4	1,05%	0,25%	0,008		180	-1,78881
	3,30%	0,70%			660	-3,43351

Regulering af handelsbeholdning - Tabel 18

Call option	Værdi	CVA/DVA	Værdi + CVAnet	FVA regulering	værdi - FVA
Apple	250	0,036	250,036	-1,81823328	248,2178
Amazon	250	0,084	250,084	-8,07958681	242,0044
Google	250	0,052	250,052	-3,80791378	246,2441
Netflix	250	0,264	250,264	-3,43351187	246,8305
Sum	1000	0,436	1000,436	-17,1392457	983,2968

Ligevægtspris - Tabel 19

Call option	B-S værdi	CVAnet/FVA-regulering	Ligevægtspris
Apple	11,55	1,7822	11,63
Amazon	153	7,9956	157,89
Google	114	3,7559	115,71
Netflix	86	3,1695	87,09

Bilag 3 – Anvendte call optioner til udregning af Black Scholes I afsnit III

Option Chain for Apple Inc. (AAPL)							
Calls	Root	Strike	Last	Net	Bid	Size	Ask
Jun 21, 2019	AAPL	175	18.50	0.90	18.40	55	18.65
Jun 21, 2019	AAPL	180	14.55	0.49	14.75	36	15.00
Jun 21, 2019	AAPL	185	11.55	0.65	11.50	22	11.70
Jun 21, 2019	AAPL	190	8.75	0.54	8.70	14	8.80
Jun 21, 2019	AAPL	195	6.40	0.41	6.35	14	6.45
Jun 21, 2019	AAPL	200	4.50	0.25	4.45	70	4.55
Jun 21, 2019	AAPL	205	3.02	0.09	3.05	66	3.20

<https://www.nasdaq.com/symbol/aapl/option-chain?dateindex=3&callput=call> – 31.03.2019

Sep 20, 2019	AMZN	1750	167.00		166.35	7	172.00
Sep 20, 2019	AMZN	1755	160.55		163.55	1	166.45
Sep 20, 2019	AMZN	1760	156.25		160.85	6	163.40
Sep 20, 2019	AMZN	1765	152.50		158.15	6	163.85
Sep 20, 2019	AMZN	1770	156.49	1.97	155.50	7	161.15
Sep 20, 2019	AMZN	1775	153.00	10.36	152.85	6	155.65
Sep 20, 2019	AMZN	1780	150.68	11.75	150.25	6	152.70

<https://www.nasdaq.com/symbol/amzn/option-chain?callput=call&dateindex=5> – 31.03.2019

Jan 17, 2020	GOOG	1120	141.96		132.80	1	142.50
Jan 17, 2020	GOOG	1130	145.00		126.20	1	136.00
Jan 17, 2020	GOOG	1140	150.70		120.20	1	129.80
Jan 17, 2020	GOOG	1150	119.39	-6.61	114.40	1	124.30
Jan 17, 2020	GOOG	1160	114.00	2.00	108.80	1	118.40
Jan 17, 2020	GOOG	1170	106.16		102.90	1	112.80

<https://www.nasdaq.com/symbol/goog/option-chain?dateindex=5&callput=call> – 31.03.2019

Jan 15, 2021	NFLX	325	111.97	96.00	16	100.75	1
Jan 15, 2021	NFLX	330	103.00	93.50	16	98.25	1
Jan 15, 2021	NFLX	335	97.00	91.00	16	96.00	16
Jan 15, 2021	NFLX	340	90.10	88.50	32	93.50	16
Jan 15, 2021	NFLX	345	96.46	86.00	63	90.95	1
Jan 15, 2021	NFLX	350	86.00	84.00	22	89.00	22
Jan 15, 2021	NFLX	355	82.90	81.50	52	86.50	16

<https://www.nasdaq.com/symbol/nflx/option-chain?callput=call&expir=stan&dateindex=7> – 31.03.2019