



Valutarisiko og valutasikring i internasjonalt anbudskonkurranse

Et casestudie av Kværner

Kristoffer Thuen

Veileder: Professor Svein-Arne Persson

Masterutredning i fordypnings-/spesialområdet finansiell økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer inntar ansvar for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

BLANK SIDE

SAMMENDRAG

Utredningen har vurdert valutarisikoen som påløper selskaper som deltar i internasjonale anbudskonkurranser i tilbudsfasen, altså i perioden fra et tilbud sendes ut til anbudsgiver avgjør hvem som vinner anbudet. Videre har utredningens mål vært å studere hvilke sikringsstrategier som kan benyttes til valutasikring i en tilbudsfase der også sikringskostnader er tatt med i betraktningen. Problemstillingen har blitt analysert gjennom kvalitativ drøfting og et casestudie av et reelt tilbud levert av Kværner.

Utredningen har funnet at valutarisikoen i en tilbudsfase potensielt kan være stor og forringe store deler av et tilbuds verdi, og som forventet kan valutarisikoen beskrives som en funksjon av valutaeksponeringens størrelse. Implikasjonen er at selskaper bør være bevisst på tilbudsfasens risiko og så langt som mulig strukturere tilbud i internasjonale anbudskonkurranser slik at eksponering mot utenlandsk valuta blir lavest mulig ved aversjon mot valutarisiko. Siden et selskap ikke nødvendigvis står fritt til å velge valutastruktur i anbudskonkurranser foreslår utredningen at valutasikring kan være et godt alternativ for å redusere risikoen i tilbudsfasen.

Utredningen har vurdert flere sikringsinstrumenter og sikringsstrategier opp mot tilbudsfasen, og de åtte best passende sikringsstrategiene har blitt inkludert i analysen. Analysen finner at valutaopsjoner kjøpt «out-of-the-money» kan være et godt alternativ for sikring i tilbudsfasen. Opsjoner kjøpt «out-of-the-money» er relativt billige og vil beskytte selskapet mot valutakursutfall i den negative halen. For å bestemme hvor langt «ut av pengene» opsjonene skal kjøpes, må selskapet gjøre en overveielse der aversjon mot å tape penger fordi tilbudet er usikret, stilles opp mot aversjon mot å pådra høye sikringskostnader før utfallet av anbudskonkurransen er kjent.

Til slutt har utredningen vist hvordan optimal sikringsstrategi avhenger av sannsynligheten for å vinne anbudskonkurransen. Dette resultatet gir en beskrivelse av sikring i tilbudsfasen, men kan ikke implementeres med presisjon i praksis. Resultatet kan derimot benyttes av et selskap til å «finspisse» sikringsstrategien.

FORORD

Utredningen er skrevet som en del av mastergradsutdanningen ved Norges Handelshøyskole (NHH). Oppgaven er skrevet innenfor fordypningsområdet finansiell økonomi, og oppgaven teller 30 studiepoeng.

Jeg ønsker først å rette en stor takk til min veileder, Professor Svein-Arne Persson, som har vært svært imøtekommende og gitt konstruktive tilbakemeldinger som har bidratt til å utvikle og forbedre utredningen.

Jeg ønsker videre å rette en stor takk til Kværner som har bidratt med en meget interessant og utfordrende problemstilling samt informasjon til oppgavens casestudie. Da jeg fikk foreslått problemstillingen av Kværner synes jeg temaet var veldig spennende, spesielt med tanke på at det er en reell problemstilling som berører flere selskaper. I tillegg passet problemstillingen godt med at jeg har hatt finans som hovedprofil ved NHH.

Jeg har funnet lite tidligere arbeide med lignende problemstillinger, et aspekt som har gjort prosessen ekstra interessant. Arbeidet med oppgaven har vært utfordrende, og mye tid er blant annet brukt på å finne den mest hensiktsmessige måten å analysere problemstillingen på. Samtidig har det utfordrende aspektet gjort problemstillingen veldig interessant, og personlig har det vært meget spennende og lærerikt å fordype seg i temaet.

Jeg ønsker også å gi en spesiell takk til Jon Peder Gjesdal ved Kværners Treasury-avdeling som all kommunikasjon med Kværner har gått via, og som har kommet med innsiktsfulle innvendinger og gode tilbakemeldinger.

Til slutt ønsker jeg å presisere at undertegnede innestår for de synspunkt og oppfatninger som fremgår i utredningen, og ikke NHH eller Kværner.

Oslo, juni 2013

.....

Kristoffer Thuen

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	2
Forord.....	3
1 Introduksjon	8
1.1 Notasjon av valutakurs.....	10
1.2 Selskapsintroduksjon - Kværner	10
1.3 Tilbudssituasjon – casestudie Kværner.....	11
1.3.1 Prosjektets kostnadsstruktur	12
1.3.2 Prosjektets inntektsstruktur	13
1.3.3 Oppsummering av situasjon det vil tas utgangspunkt i	15
1.4 Sikre margin, Cash Flow eller NPV?	17
1.5 Sikring ved multiplert overlappende anbudsprosesser	18
1.6 Målfunksjon og kriterier for arbeidet som skal gjøres.....	20
2 Valutakursmodeller, valutarisiko og valutasikring	21
2.1 Valutateori og valutakursmodellens prediksjonsevne	21
2.2 Valutarisiko og valutaeksponering.....	22
2.2.1 Valutarisiko	22
2.2.2 Valutaeksponering	23
2.2.3 Skal et selskap sikre valutarisiko?	23
2.3 Valutasikring.....	24
2.3.1 Hedge-ratio i et portefølje-/minimum variansrammeverk.....	24
2.3.2 Naturlig sikring	25
2.3.3 Forwards og futures	25
2.3.4 Valutaopsjoner	26
2.3.5 Risikofri rente.....	34
2.3.6 Sikringsstrategier	35
3 Drøfting	37
3.1 Hvordan vurdere og måle risiko i tilbudsfasen?	37
3.1.1 Volatilitet.....	37
3.1.2 Cash-Flow-at-Risk.....	37
3.1.3 Shortfall-grenser	39
3.2 Hvilke sikringsinstrumenter og sikringsstrategier er velegnet for tilbudsfasen?	40
3.2.1 Valutaklausuler – en del av dagens praksis	40
3.2.2 Sikring av tilbudsfasen i et portefølje-/minimum variansrammeverk.....	41

3.2.3 Forwardkontrakter	42
3.2.4 Valutaopsjoner	44
3.2.5 Sikringsstrategier	46
3.2.6 Sikringsinstrumenter og sikringsstrategier oppsummert	48
3.3 Mål på sikringens effektivitet.....	49
3.4 Andre hensyn i tilbudsfasen.....	50
3.4.1 Kostnader	50
3.4.2 Følge prognoser	51
4 Antagelser og begrensinger	52
5 Data.....	54
5.1 Valutadata.....	54
5.2 Rentedata.....	54
5.2.1 NIBOR.....	54
5.2.2 LIBOR.....	54
5.2.3 WIBOR.....	54
5.2.4 Interpolering av rentene	55
6 Metode	56
6.1 Volatilitet.....	56
6.1.1 Likt vektet volatilitetsestimat	56
6.1.2 Estimert volatilitet	57
6.1.3 Implisitt volatilitet.....	58
6.2 Historisk simulering.....	58
6.3 Monte Carlo Simulering	60
6.3.1 Simulering av valutakurser.....	61
6.3.2 Cholesky dekomponering	62
6.3.3 Utvikling av modell for Kværners prosjektverdi	64
6.3.4 Verdssettelse av basketopsjon	67
6.3.5 Variansreducerende prosedyre.....	68
7 Analyse – Casestudie av Kværner	70
7.1 Historisk analyse	70
7.1.1 Single-currency innbetaling - USD.....	70
7.1.2 Single-currency innbetaling – NOK	74
7.2 Monte Carlo Simulering	76
7.2.1 Basketopsjon.....	76

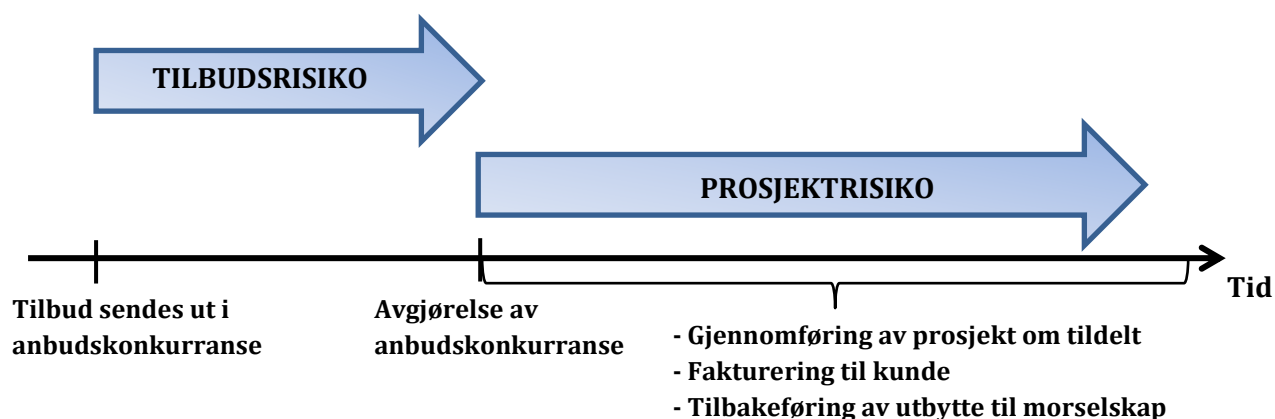
7.2.2. Analyse av tilbudsfasen.....	77
7.2.3 Single-currency innbetaling - USD.....	78
7.2.4 Single-currency innbetaling - NOK	86
7.3 Kost/nytte-vurdering av sikringsstrategier	90
7.4 Sensitivitetsanalyse/robusthetssjekk.....	91
7.5 Oppsummering av analysene i casestudie av Kværner	93
7.6 Generell lærdom	94
8 Konklusjon og forslag til videre forskning	97
Litteraturliste	99
Appendiks.....	103
A.1 Fordeling av daglig log-avkastning.....	103
A.1.1 NOKGBP	103
A.1.2 NOKEUR	104
A.1.3 NOKPLN.....	105
A.1.4 NOKUSD	106
A.2 Estimering av volatilitet med EWMA og GARCH	107
A.2.1 EWMA	107
A.2.2 GARCH (1,1)	107
A.3 Estimerte varians/kovarians- og korrelasjonsmatriser.....	108
A.4 Hull sin prosedyre for å velge verdier i Cholesky dekomponering – tre aktiva eksempel:	110
A.5 Sensitivitetsanalyse	111
A.5.1 Analyse med drift lik 0	111
A.5.2 Analyse med 180 dagers volatilitetsestimat.....	113
A.5.3 Analyse med 10 års volatilitetsestimat.....	115

BLANK SIDE

1 INTRODUKSJON

Utredningen tar for seg valutarisikoen i internasjonale anbudsprosesser samt hvordan et selskap kan gå frem for å sikre¹ seg mot denne risikoen. Utredningen vil ha et anvendt fokus fremfor å være en empirisk studie.

I en internasjonal anbudskonkurranse vil tilbudet som sendes inn ofte være priset i utenlandsk valuta, i tillegg til at flere av tilbudets prosjekterte kostnader også kan være i utenlandsk valuta. Et selskap vil derfor være utsatt for valutarisiko fra dagen det sender ut et tilbud og potensielt er kontraktsbundet til fremtidig prosjektlevering, til datoen det blir tatt en avgjørelse av hvilket selskap som vinner anbudskonkurransen. Valutarisikoen oppstår ved at de relevante valutakursene kan endre seg ugunstig slik at inntekter i utenlandsk valuta reduseres og/eller at kostnadene øker. Resultatet av dette vil være press på prosjektets margin allerede før det eventuelt er tildelt, og i verste fall kan selskapet være kontraktsbundet til et prosjekt som har negativ verdi når det skal påbegynnes. Tidsperioden for risikoen i tilbudsfasen er illustrert i figur 1.1.



FIGUR 1.1: Tidslinje med oversikt over tilbudsrisiko og prosjektrisiko

En viktig problemstilling for selskaper som pådrar seg valutarisiko i tilbudsfasen er om risikoen er så stor at den bør sikres, og hvordan risikoen i så fall skal sikres. Hvordan et selskap skal sikre anbudsfasen er en kompleks problemstilling, i hovedsak fordi selskapet må sikre beløp det ikke vet om vil realiseres. I tillegg bør sikringen være kostnadseffektiv, det er negativt om store beløp benyttes til å sikre kontantstrømmer selskapet potensielt aldri vil få.

¹ I utredningen vil sikring og hedging bli brukt om hverandre, og er definert som i Coye (2000): «Et tiltak for å redusere eller eliminere en eksponering mot risiko». (s. 14, egen oversettelse).

For å svare på problemstillingen vil jeg først gjøre en kvalitativ drøfting av problemstillingen basert på finansteori. Deretter benyttes drøftingen til å analysere et reelt eksempel, et casestudie, basert på et internasjonalt anbud gjort av Kværner. Formålet med analysen er å ta den teoretiske drøftingen et steg videre og gå i dybden for å se mer detaljert på hvordan risikoen i tilbudsfasen faktisk er i virkeligheten, og hva slag sikringsstrategier som kan anvendes i praksis. For å tjene formålet med å undersøke problemstillingen med et anvendt perspektiv har undertegnede funnet det mest hensiktsmessig å analysere et konkret eksempel fra virkeligheten som kan produsere håndfaste resultater fremfor en generell tilnærming som hadde ført til færre konkrete resultater. I tillegg vil casestudiet illustrere hvordan problemstillingen materialiserer seg i virkeligheten.

Selv om resultatene fra analysen ikke nødvendigvis kan overføres direkte til andre selskapers tilbudsfasen, så er hensikten at analysens resultater både skal kunne gi verdifull innsikt til den mer generelle problemstillingen, i tillegg til å fungere mer spesifikt som en del av Kværners beslutningsgrunnlag. Den viktigste lærdommen fra casestudiet kan overføres til en mer generell tilbudsfasen ved at valutastrukturene som analyseres med kostnader og inntekter i utenlandsk valuta, er strukturer man kan anta som vanlige for selskaper som deltar i internasjonale anbudskonkurranser. I tillegg benytter analysen de to utenlandske valutaene som har størst omsetning i det norske valutamarkedet (USD og EUR) (Norges Bank, 2010), og som det derfor er nærliggende å anta at flere bedrifter i internasjonale anbudskonkurranser er eksponert mot.

Oppbyggingen av oppgaven vil være som følger: Siden valutakurser kan noteres på så mange ulike former vil jeg først presisere hvordan valutakursene er notert i denne oppgaven for å unngå uklarheter. Etter det vil jeg gi en kort introduksjon av Kværner som oppgavens casestudie baserer seg på. Deretter vil jeg beskrive tilbudet analysen vil ta utgangspunkt i, samt definere målfunksjon og kriterier for hvordan problemstillingen skal løses. Hensikten med å introdusere tilbudet fra casestudiet så tidlig i oppgaven, er å gi leseren en dypere forståelse for situasjonen som er bakenforliggende for problemstillingen.

Videre vil jeg presentere teori som vil danne grunnlaget for besvarelsen av problemstillingen. I den etterfølgende delen vil jeg gjøre en kvalitativ drøfting der jeg

knytter relevant teori opp mot problemstillingen. Drøftingen vil danne grunnlag for hvordan jeg analyserer casestudiet av Kværners tilbud.

I analysen vil historisk simulering og Monte Carlo simulering benyttes til å simulere fremtidige valutakurser for å generere fremtidige scenarioer for prosjektverdi som et resultat av endringer i valutakursene. De simulerte scenarioene vil anvendes til å evaluere valutarisikoen i tilbudsfasen. I tillegg vil Monte Carlo simulering benyttes til å bygge en modell som gjør at ulike sikringsstrategier i tilbudsfasen kan testes. Til slutt vil jeg oppsummere lærdommen fra analysen, anbefale videre forskning og konkludere.

1.1 Notasjon av valutakurs

Spot valutakurs (Spotkurs): Kjøp eller salg av valuta med umiddelbar levering til avtalt spotkurs. I praksis skjer levering til spotkurs i løpet av to virkedager. Spotkursen kan uttrykkes som:

$S(i | j)$ = antall enheter av valuta i per en enhet av valuta j

Et eksempel er $S(NOK|USD)$ som forteller hvor mange norske kroner som trengs for å kjøpe en amerikansk dollar. Jeg vil bruke denne formen videre i oppgaven, men med en enklere denotering. Videre i oppgaven vil jeg skrive $S(NOK|USD)$ som NOKUSD.

Forwardkurs (terminkurs): Kursen som avtales for et pliktig fremtidig avtalt kjøp, eller salg, av et avtalt beløp til en avtalt leveringsdag (mer enn to dager frem i tid). Hvordan forwardkursen blir bestemt utdypes i seksjon 2.3.3. I oppgaven vil forwardkursen noteres på samme måte som spotkursen.

1.2 Selskapsintroduksjon - Kværner

Kværner er et globalt industriselskap spesialisert innen EPC (engineering, procurement and construction) og selskapet er notert på Oslo Børs (KVAER). Kværner var sammenslått med Aker Maritime fra 2002 og var blant annet en del av Aker Solutions. I 2011 ble Kværner fisjonert ut av Aker Solutions (Kværner, 2013b). Etter utskillelsen har Kværner i hovedsak selv vært ansvarlige for sin finansielle risikostyring (Kværner, 2013a).

Kværner har om lag 3200 ansatte, leverer prosjekter til olje- og gasselskaper, og andre industriselskaper, og har i dag produksjonsverft og produksjonsfabrikker lokalisert i Norge, USA, Kazakhstan, Russland, Canada, Australia, Kina, Finland og Storbritannia. Kværner er en

ansett EPC-aktør som leverer konstruksjoner egnet for komplekse og tøffe omgivelser. Kværner er blant markedslederne i flere av sine konkurranseområder, og er ledende leverandør av både onshore- og offshorekonstruksjoner for arktiske forhold, og ledende innen levering av betongunderstell til offshoreplattformer og til naturgassfasiliteter (LNG) (Kværner, 2013c). Kværners virksomhetsområder kan hovedsakelig deles opp som i tabell 1.1. I tillegg er et lite utvalg finansiell selskapsstatistikk også presentert i tabellen.

<i>Oppstrøm (leting og utvinning i olje- og gassindustrien):</i>		
• Betongkonstruksjoner	• Stålkonstruksjoner	
• Toppsider	• Floaters (flytende konstruksjoner)	
• Onshore oppstrøms fasiliteter		
<i>Nedstrøms og industri:</i>		
• Kraftverk	• Stålværk	
<i>Litt finansiell statistikk:</i>		
Inntekter 2012	NOK	10 748 000 000
EBTDA 2012	NOK	473 000 000
Netto resultat 2012	NOK	238 000 000

TABELL 1.1 Kilder: (Kværner, 2013a) (Kværner, 2013c)

1.3 Tilbudssituasjon – casestudie Kværner

Tilbudet casestudiet vil ta utgangspunkt i er basert på et virkelig tilbud, og detaljene er levert av Kværner. Tilbudet er for levering av en offshore topside-fasilitet, altså den øvre delen av en oljeplattform der blant annet produksjonsutstyret er installert. Med hensyn til datamaterialet som skal benyttes i analysen antas tilbudet å være sendt ut 1. mars 2013. Tilbudsperioden for den aktuelle kontrakten er definert til å ha en varighet på 4 måneder, det vil si at det tar fire måneder fra tilbudet sendes ut til det tas en beslutning om Kværner blir tildelt prosjektet. Sluttdatoen for den analyserte tilbudsfasen vil dermed være 1. juli 2013. Videre har tilbudet en fastsatt kostnadsstruktur og tre aktuelle inntektsstrukturer som nå vil bli beskrevet.

1.3.1 Prosjektets kostnadsstruktur

Kostnadsstrukturen er delt inn i tre hovedkategorier:

<u>Hook-up-kostnader</u>	<u>Engineering-kostnader</u>	<u>Procurement-kostnader</u>
<ul style="list-style-type: none">• Kostnader tilknyttet å sette opp og koble topside til understellet.• Kostnadene er i NOK	<ul style="list-style-type: none">• Kostnader for ingeniørarbeid.• Utføres ved et av Kværners verft i Norge, kostnadene er i NOK	<ul style="list-style-type: none">• Innkjøp av produksjonsmateriale etc.• Er i tre ulike valutaer:<ul style="list-style-type: none">o 1/3 i britiske pund (GBP)o 1/3 i euro (EUR)o 1/3 i polske złoty (PLN)

TABELL 1.2 Kostnadenes tre hovedkategorier

Videre antas de totale kostnadene å summere seg til 6 milliarder med følgende fordeling på de tre kostnadskategoriene:

<u>Hook-up-kostnader</u>	<u>Engineering-kostnader</u>	<u>Procurement-kostnader</u>
<ul style="list-style-type: none">• 1,6 milliarder NOK	<ul style="list-style-type: none">• 1,3 milliarder NOK	<ul style="list-style-type: none">• 3,1 milliarder NOK <i>dvs: 1.033 milliarder NOK per kostnader i GBP, EUR og PLN</i>

TABELL 1.3 Fordeling av totale kostnader til hver kostnadskategori.

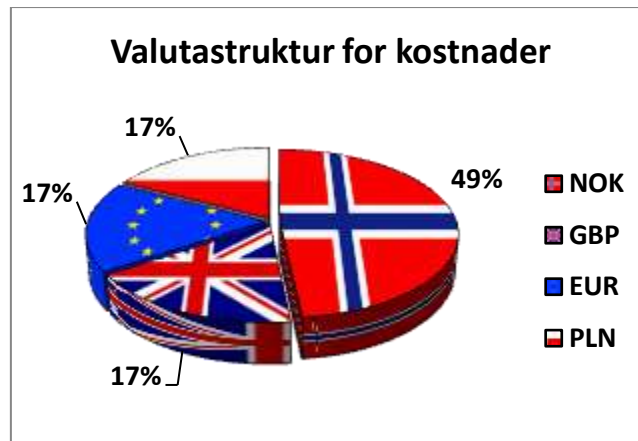
Videre tar jeg utgangspunkt i følgende vekslingskurser per 1. mars 2013 ved kostnadsestimeringen:

NOKGBP 8,6568 NOKEUR 7,4855 NOKPLN 1,8047

Procurement-kostnadene i valutaen de faktureres i er som følgende:

Pund: 119,33 millioner Euro: 138,00 millioner Złoty: 572,39 millioner

Dermed kan kostnadenes valutastruktur oppsummeres som i figur 1.2.



FIGUR 1.2: Oversikt over kostnadenes valutastruktur

Figur 1.2 viser at kostnadene er fordelt med ca. 49 % på NOK og henholdsvis 17 % på britiske pund, euro og złoty og viser at kostnadene i hovedsak består av 51 % utenlandsk valuta og 49 % NOK. Det vil si at litt over halvparten av kostnadene tilknyttet tilbudet er utsatt for valutaeksponering. Appresiering av britiske pund, euro og/eller złoty kan medføre at de totale kostnadene som i utgangspunktet er seks milliarder NOK når tilbudet sendes ut kan bli større og «spise» av profittmarginen. Tilsvarende kan kostnadene også potensielt reduseres ved gunstig valutakursutvikling.

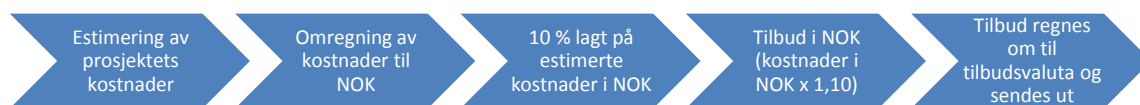
1.3.2 Prosjektets innteksstruktur

På inntektssiden er det tre aktuelle valutastrukturer:

- 1) Single-currency-struktur i USD: Hele faktureringen til kunden skjer i amerikanske dollar, det vil si at hele prosjektet betales i USD.
- 2) Single-currency-struktur i NOK: Hele faktureringen til kunden skjer i norske kroner, det vil si at hele prosjektet blir betalt i NOK.
- 3) Multi-currency-struktur: Her vil innbetalingen skje i et 1:1 forhold i forhold til kostnadene i utenlandsk valuta, mens profittmarginen betales i NOK. Med utgangspunkt i kostnadsstrukturen til tilbudet over vil det si at en del av innbetalingen vil være 119,33 millioner britiske pund som tilsvarer et 1:1 forhold mellom inntekter i britiske pund og kostnader i britiske pund².

² Resten av innbetalingen vil være: 138 millioner euro, 572,39 millioner złoty og 3500 millioner NOK (kostnader på 2900 millioner og profittmargin på 600 millioner).

Profittmarginen er antatt å være 10 % av prognostiserte kostnader. Prosessen med å komme frem til tilbudsprisen er antatt å følge en fremgangsmåte som illustrert i figur 1.3.



FIGUR 1.3: Skissert prosess for beregning av tilbudspris.

Tilbudsprisen i NOK for tilbudet som analyseres er dermed:

$$\text{Tilbudspris i NOK} = 6 \text{ milliarder NOK} \times 1,10 = 6,6 \text{ milliarder NOK}$$

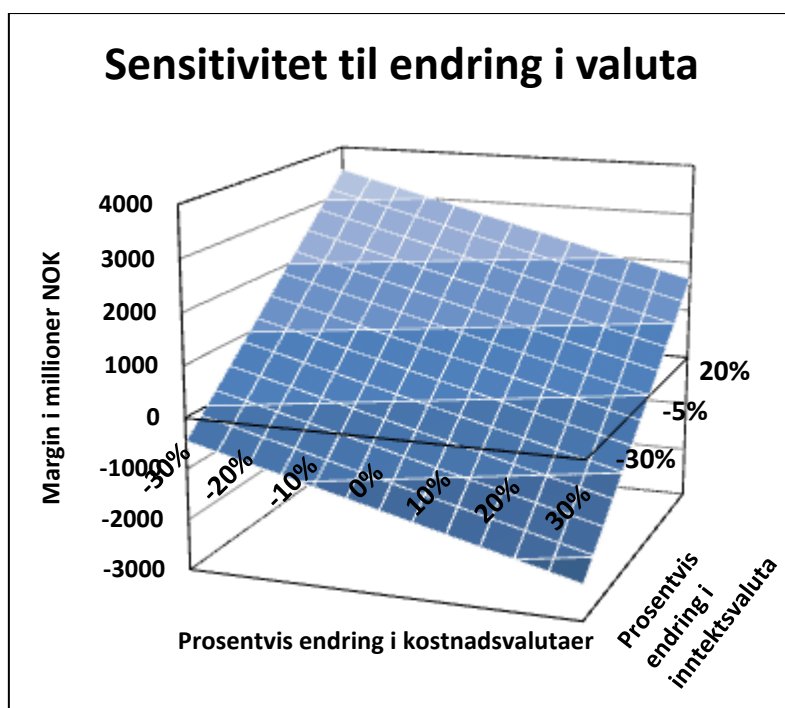
En forutsetning videre i oppgaven er at tilbudet er låst inn og bindene etter at det er sendt, det vil si at Kværner ikke kan endre beløpet i tilbudet etter at det er sendt ut, og at Kværner i utgangspunktet ikke kan trekke seg fra prosjektet om de vinner anbudet³.

1.3.2.1 Tilbud med innbetaling i USD

Når tilbudet faktureres i USD er Kværner eksponert mot svingninger i fire valutaer. En svekket dollar mot norske kroner vil gjøre at innbetalingen omregnet til NOK, som er Kværners funksjonelle valuta, synker i verdi. Tilsvarende vil en sterkere dollar mot norske kroner gjøre at innbetalingen blir mer verdt. I tillegg kan som nevnt kostnadene omregnet til norske kroner også endre seg om valutakursene knyttet til kostnadene endrer seg. Valutaeksponeringen som inkluderer hele inntektsbeløpet og litt over halvparten av kostnadene er dermed i utgangspunktet 16,2 ganger prosjektets verdi (margin)⁴. Prosjektverdiens sensitivitet til endring i valuta i tilbudsfasen er illustrert i figur 1.4.

³ I virkeligheten vil ikke tilbudskontrakten nødvendigvis være 100% juridisk bindende. Men det finnes andre uønskede effekter som følge av å trekke seg fra et tilbud som er ferdigstilt og sendt ut, og som i praksis gjør et tilbud bindende. Et eksempel på en slik effekt er omdømmetap som kan gjøre at selskapet ikke får delta i nye anbudsrunder og dermed forringer fremtidige muligheter.

⁴ 6600 millioner NOK i USD-eksponering og 3100 NOK i eksponering mot EUR, GBP og PLN mot en margin på 600 millioner NOK.



FIGUR 1.4: Prosjektmarginens sin sensitivitet mot valutakurssvingninger i tilbudsfasen.

1.3.2.2 Tilbud med innbetaling i NOK

Siden innbetalingen er i NOK, er ikke prosjektet utsatt for potensielle svingninger i innbetalingen som ved betaling i USD. I tillegg er nesten 49 % av kostnadene også i NOK, noe som sikrer at kun 51 % av kostnadene kan endres på grunn av valutakurssvingninger fra tilbudet sendes til tilbudet eventuelt blir tildelt. Valutaeksponeringen er dermed 5,2 ganger prosjektverdi⁵.

1.3.2.3 Multi-currency tilbud

Med en multi-currency-struktur vil Kværner betales i utenlandsk valuta i et 1:1 forhold mellom kostnader og inntekter i utenlandsk valuta. Rent intuitivt er det greit å se at valutarisikoen blir eliminert ved å ha en slik struktur. Om for eksempel britiske pund styrker seg mot norske kroner slik at kostnadene i GBP blir dyrere, så vil dette oppveies av at inntektene i GBP stiger nøyaktig like mye i verdi.

1.3.3 Oppsummering av situasjon det vil tas utgangspunkt i

Som en ser fra de tre tilbudsstrukturene, så er det de to første beskrevne strukturene som representerer eksponering mot svingninger i valutakursene og dermed størst valutarisiko. Den tredje strukturen inneholder ikke valutarisiko i løpet av tilbudsperioden, men kan ved

⁵ 3100 NOK i eksponering mot EUR, GBP og PLN mot en margin på 600 millioner NOK.

tildeling av prosjektet møte valutarisiko på et senere tidspunkt ved mismatch mellom tidspunkt for innbetaling og utbetaling av en valuta (et problem som også kan oppstå på et senere tidspunkt for de to første situasjonene). Siden oppgaven er begrenset til å se på valutarisiko i tilbudsfasen, vil ikke den sistnevnte problemstillingen diskuteres videre i oppgaven.

Et viktig poeng som understreker problemstillingens aktualitet er at det ikke nødvendigvis kun er ekstreme fluktasjoner i valutakursene som må til for at en profittmargin på 10% skal bli spist opp, men at dette også kan skje ved normale fluktasjoner i valutakursene. Dette kan illustreres med en enkel «back-of-the-envelope»-kalkulasjon når innbetalingen er i USD. Ved å beregne de fire valutakursenes svingninger fremstilt med standardavviket for de siste to årene, og regne om svingningene til 80-dagers fluktasjoner, så viser beregningen at marginen kan reduseres fra 10% til 0,42%⁶ ved «normale» valutakursfluktasjoner. Det skal altså ikke mer enn normale fluktasjoner i ugunstig retning til før marginen potensielt er radert bort i løpet av tilbudsfasen⁷.

Leseren kan stille spørsmål om hvorvidt et selskap på bakgrunn av ovennevnte beskrivelse av tilbudsfasen ikke alltid bør gi tilbud i en multi-currency-struktur for å eliminere valutarisikoen i tilbudsperioden. Svaret på det er at det helt klart vil være fornuftig, men at selskapet ikke nødvendigvis har anledning til å velge ønsket valutastruktur i alle anbudskonkurransene de deltar i. Siden en multi-currency-struktur ikke vil innebære valutarisiko i tilbudsfasen, vil ikke denne valutastrukturen benyttes videre i oppgavens drøfting eller analyse.

Oppgavens fokus vil videre være på de to første tilbudssituasjonene som er beskrevet, single-currency innbetaling i utenlandsk valuta (USD) og i hjemlig valuta (NOK).

Tabell 1.4 oppsummerer forutsetningene som er lagt til grunn for tilbudssituasjonen som skal studeres i analysedelen.

⁶ I eksempelet er årlige NOKEUR-, NOKGBP-, NOKPLN- og NOKUSD- svingninger regnet ut til henholdsvis 8,87%, 5,98% 9,25% og 11,71%. I eksempelet stiger dermed kostnadene i henholdsvis GBP, EUR og PLN med 5%, 3,37% og 5,21% mens inntektene i USD synker med 6,60% etter omregning til 80-dagers svingninger.

⁷ I eksempelet er det sett bort ifra korrelasjonseffekter mellom valutaene. Mer nøyaktige beregninger presenteres i analysedelen.

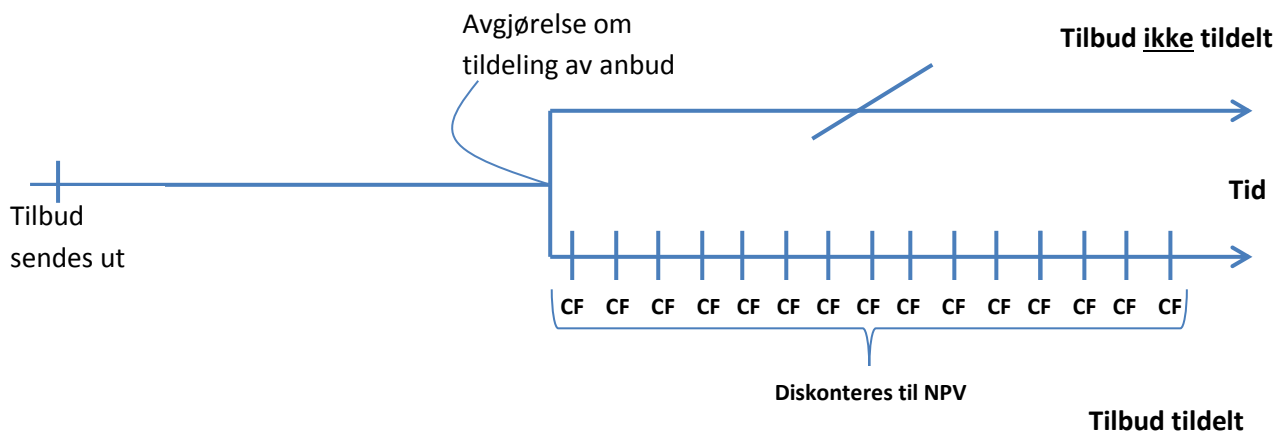
Tid:		Profittmargin på kostnader:	10%
Dato for utsendelse av tilbud	1. mars 2013		
Dato for eventuell tildeling av tilbud	1. juli 2013	Tilbud (i millioner):	
		<i>Single-currency struktur:</i>	
Kostnader (i millioner): (<i>Kostnader * valutakurs</i>)	<i>NOK</i>	I NOK 1. mars	6600
I NOK	2900	I USD 1. mars	1146
I GBP	(119,33 GBP * 8,6558)		
I EUR	(138 EUR * 7,4855)	<i>I multi-currency struktur 1. mars:</i>	
I PLN	(572,39 PLN * 1,8047)	I GBP	119,33
		I EUR	138,00
		I PLN	572,39
		I NOK	3500,00
Totale kostnader 1. mars i NOK	6000		
Valutakurser 1. mars 2013:			
NOKGBP	8,6568		
NOKEUR	7,4855		
NOKPLN	1,8047		
NOKUSD	5,7581		

TABELL 1.4: Oversikt over tilbudet til casestudiet av Kværner og tilhørende informasjon.

1.4 Sikre margin, Cash Flow eller NPV?

I analysedelen skal jeg analysere risikoprofilen for Kværners tilbudsfasen med hensyn til valutakurssvingninger og hvordan de kan sikre seg slik at risikoen begrenses. I henhold til dette er det derfor viktig å definere tydelig om jeg vil se på sikring av prosjektets verdi, eller sikring av prosjektets kontantstrømmer.

Som illustrert i figur 1.5 kan tilbudsfasen fremstilles i et utfallstre med to mulige utfall, tilbud tildelt eller tilbud ikke tildelt. Videre illustrerer figuren at prosjektets verdi vil komme gjennom fremtidige kontantstrømmer spredt utover prosjektets levetid om anbudet blir vunnet. Kontantstrømmene kan videre neddiskonteres med passende diskonteringsrente for å finne nåverdien (NPV) til prosjektet.



FIGUR 1.5: Utfallstre – anbudet vunnet/anbudet tapt med implisitt verdsettelse

Kontantstrømmene som er prosjektert vil av natur være usikre både i forhold til tidspunkt for når de vil inntreffe og størrelse. Jo nærmere en kommer tidspunktet for realisering av kontantstrømmene, jo mer informasjon har man å legge til grunn for å prosjektere kontantstrømmene mest mulig nøyaktig. Det vil si at man har en informasjonsfordel for å prosjektere kontantstrømmene den datoen man eventuelt vinner anbudet fremfor den datoen man sender ut tilbudet. Med dette vil jeg argumentere for at det mest hensiktsmessige er å sikre prosjektets nåverdi (nåverdi i forhold til datoen anbudskonkurransen avgjøres) når tilbudet sendes ut.

Ved å sikre prosjektets verdi frem til datoen for tildeling av tilbud vil Kværner videre kunne sikre kontantstrømmene om de vinner anbudet. Når man vinner et anbud vil jeg også anta at man har en større informasjonsfordel og kan gjøre nøyaktige anslag på kontantstrømmenes størrelser og tidspunkt. Da kan Kværner videre for eksempel bruke cash flow-mapping prosedyren til Risk Metrics (J.P.Morgan/Reuters, 1996) for å sikre kontantstrømmene i «bolker» slik at man ikke trenger å ta sikringsposisjoner for hver eneste dag.

På bakgrunn av argumentasjonen vil det dermed være prosjektets verdi⁸ – ekvivalent med både NPV den datoen anbudet avgjøres, og margin – som vil bli vurdert videre i oppgaven og som sikringsstrategiene vil bli vurdert med hensyn på å sikre.

1.5 Sikring ved multippelt overlappende anbudsprosesser

Selskaper som deltar i internasjonale anbudskonkurranser kan også være i en situasjon der de deltar i flere anbud samtidig. Et spørsmål er om selskapene da bør sikre hvert anbud enkeltvis eller om anbudene bør sikres sammen som en hel portefølje.

Fordelen ved å sikre alle anbudene sammen er at selskapet kan spre sikringskostnadene på hvert anbud og dermed oppnå en diversifiseringsgevinst. Et forenklet eksempel er om selskapet er involvert i ti anbudskonkurranser der alle anbud er like i verdi og sannsynligheten for å vinne et anbud er en tittel. Ved å sikre verdien til ett anbud har selskapet effektivt sikret hele den forventede eksponeringen. Om selskapet er mer konservativt kan det for eksempel sikre to ganger anbudsverdi og dermed sørge for at mer

⁸ I utredningen vil margin og prosjektverdi brukes om hverandre. Begge uttrykkene tilsvarer nåverdien av prosjektets kontantstrømmer diskontert tilbake til datoen når anbudskonkurransen avgjøres.

enn forventet eksponering er sikret. Poenget er at selskapet ved å sikre anbudene sammen kan benytte vesentlig mindre sikringskostnader enn det måtte ha gjort om det hadde sikret hvert anbud enkeltvis. I tillegg kan et selskap som er involvert i mange internasjonale anbud bygge opp valutareserver i de valutaene anbudene foregår i som en del av en strukturell sikringsstrategi og realisere ytterligere diversifiseringsgevinster.

Å sikre flere anbud samtidig kan i praksis være komplisert av flere årsaker. For det første må anbudene ha lignende valutastruktur for at selskapet skal kunne oppnå en diversifiseringsgevinst. Om anbudene er i forskjellige valutaer vil sikringsinstrumentene og eventuelle valutareserver kun fungere spesifikt for ett anbud og ikke for hele porteføljen som helhet. For det andre må anbudsprosessene ha tilnærmet lik sluttdato slik at sikringsinstrumenter med en bestemt forfallsdato kan anvendes på flere av de ulike anbudene. For det tredje må selskapet ha en god tilnærming til å bestemme hvor stor andel av potensiell eksponering som skal sikres. Om for eksempel alle de ti anbudene i eksempelet over blir vunnet, og selskapet kun har sikret to ganger anbudsverdi, så står selskapet plutselig igjen med en eksponering på åtte ganger anbudsverdi. Selskapet har dermed pådratt seg meget stor valutarisiko. Selskapet må derfor gjøre en grundig vurdering av hvor stor andel av porteføljen med anbudsprosesser som skal sikres. Denne avgjørelse kan i praksis være veldig kompleks og vil i realiteten være knyttet til forventningen om hvor stor andel av porteføljen med anbud som vil realiseres. I tillegg er det ikke gitt at store internasjonale selskaper deltar i nok samtidige anbudskonkurranser til at det er mulig å hente ut diversifiseringsgevinster. Både om flere anbudsprosesser kan sikres sammen og hvordan dette bør gjøres vil derfor være selskapsspesifikt.

Som argumentasjonen over tilsier, så er det mange spesifikke betingelser som skal til for at det skal være mulig å sikre flere anbudskonkurranser samtidig. Utredningen vil derfor ikke se ytterligere på problemstillingen der flere samtidige anbudsprosesser skal sikres. I konklusjonen derimot, fremheves det at dette er et interessant spørsmål som kan danne grunnlag for videre studier.

1.6 Målfunksjon og kriterier for arbeidet som skal gjøres

Målet for oppgaven kan deles opp i tre deler.

Det første målet er å belyse valutarisikoen som oppstår i tilbudsfasen gitt kostnadsstrukturen og de ulike inntektsstrukturene som er beskrevet over. Selv om analysen er spesifikk for Kværners tilbud, så er også hensikten å gi belyse valutarisikoen som kan oppstå i en generell tilbudsfasen der utenlandsk valuta er involvert.

Det andre målet er å identifisere ulike alternative former for valutasikring som kan benyttes for å redusere/fjerne valutarisikoen i tilbudsfasen. Fokuset for oppgaven vil hele veien være på risikostyring, det vil si at fokuset er rettet mot å begrense de negative virkningene valutakurssvingninger kan ha på prosjektverdien i tilbudsfasen. Det betyr samtidig at det er akseptert om oppsidepotensial fra valutakurssvingninger også begrenses/fjernes.

Det tredje målet er å identifisere kostnadene som er knyttet til de ulike sikringsstrategiene og vurdere de opp mot sikringsstrategienes effektivitet.

Kriteriene til sikringsstrategiene som potensielt blir anbefalt er at de er mulige for et ikke-finansielt selskap å benytte seg av, samtidig som de er hensiktsmessige i et kost-/nytteperspektiv. Siden dette vil være til dels subjektivt, avhengig av for eksempel hvor risikoavers et selskap er, så vil dette føre til at et bredt utvalg av strategier vil vurderes og presenteres. I tillegg er et kriterium at løsningen ikke skal være mer byrde enn løsning, løsningen skal ikke skape mer komplekse strukturer eller påføre selskapet nye former for risiko.

Utredningens overordnede formål er å kunne tjene som en del av Kværner, og andre selskaper som konkurrerer i internasjonale anbud, sitt informasjonsgrunnlag i forhold til å vurdere valutarisiko i tilbudsfasen og ved implementering av sikringsstrategi.

2 VALUTAKURSMODELLER, VALUTARISIKO OG VALUTASIKRING

I denne delen presenteres teori relevant for oppgavens problemstilling og analyse.

Hovedsakelig vil teoridelen bestå av følgende temaer: valutakursmodellens empiriske prediksjonsevne, valutaeksponering og valutarisiko, sikringsavgjørelsen fra et klassisk og moderne perspektiv, sikringsinstrumenter og sikringsstrategier.

2.1 Valutateori og valutakursmodellens prediksjonsevne

For å kunne gjøre en vurdering av valutarisiko og valutaeksponering i tilbudsfasen kan det være hensiktsmessig å se på teori vedrørende valutakursers verdi og valutakursendringer. Som for de fleste finansielle aktiva er det primært tilbud og etterspørsel som styrer prisen på valuta - eller valutakursene. Flere teoretiske modeller er utviklet for å forklare tilbuds- og etterspørselsmekanismene i valutamarkedene. De mest grunnleggende valutakursmodellene er dekket- og udekket renteparitet samt absolutt- og relativ kjøpekraftsparitet. I tillegg er overshooting-⁹ og monetære modeller samt flere empiriske modeller utviklet for å fange opp andre faktorer man tror kan påvirke valutakursene. Et eksempel på dette er Norges Banks valutakursmodell (Naug, 2003) som i tillegg til rentedifferanse har modellert inn hvordan volatilitet i viktige valutaer, aksjekursnedgang i USA, oljepris og politisk uro er med på å påvirke kronekursen. For å begrense oppgavens omfang vil jeg ikke presentere valutakursmodellene og hvorfor valutakurser antas å endre verdi^{10 11}. Jeg vil i stedet kort presentere empiriske betraktninger vedrørende valutakursmodellens evne til å predikere fremtidige valutakurser. Empirien vil ha en viktig betydning for oppgavens problemstilling - om modellene kan anvendes til å forutsi fremtidig valutakurs kan et selskap bruke modellene til å vite fremtidig valutakurs, og selskapet kan dermed enkelt gardere seg mot ugunstig utvikling i valutakursene. Med andre ord vil ikke oppgavens problemstilling være eksisterende om valutakursmodeller kan benyttes til å predikere fremtidig valutakurs.

Levich (2001) referer til empiriske studier som viser at dekket renteparitet holder bra i virkeligheten selv om transaksjonskostnader gjør at små avvik kan observeres. En empirisk studie av Chinn & Meredith (2004) viser i tråd med tidligere forskning at udekket

⁹ Se Dornbusch R. (1976). Expectations and exchange rate dynamics. *The Journal of Political Economy* 84(6), 1161-1176.

¹⁰ For oppgavens problemstilling holder det å fastslå at valutakurser endrer seg.

¹¹ Den interesserte leser kan for eksempel se Levich (2001) for innføring i grunnleggende valutakursmodeller.

renteparitet ikke ser ut til å holde på kort sikt og at denne teorien ikke er brukbar til å predikere kortsiktige fluktasjoner i valutakursene. Rogoff (1996) har gjennom empiriske undersøkelser vist at valutakursen i virkeligheten ikke er konsistent med teorien om kjøpekraftsparitet, spesielt på kortere sikt. I forhold til de mer omfattende modellene (overshooting, monetære og empiriske) har flere empiriske studier blitt gjort for å se hvordan valutakursmodellene er egnet til å predikere fremtidig valutakurs. I en kjent publisering tester Meese & Rogoff (1983) ulike valutakursmodeller som har vist seg å treffe godt i sitt eget estimeringsutvalg. De finner at modellene ikke er særlig gode til å predikere fremtidige valutakurser og at random walk presterer minst like bra. Neely & Sarno (2002) konkluderer med at det ser ut til å ha blitt utbredt enighet om at fremtidige valutakurser ikke kan predikeres. I en nyere studie av Cheung, Chinn, & Pascual (2003) konkluderes det med at ingen av de testede valutakursmodellene ser ut til å være særlig suksessfulle.

Implikasjonene fra de nevnte studiene er viktige for oppgaven da de gir tydelige indikasjoner på at det vil være tilnærmet umulig for et selskap å predikere fremtidig valutakurs, spesielt i tidsrommet til en tilbudsfasen. *Usikkerheten* rundt fremtidige valutakurser understreker det potensielle behovet for valutasikring i tilbudsfasen.

2.2 Valutarisiko og valutaeksponering

2.2.1 Valutarisiko

Papaioannou (2006) referer til Madura (1989) sin definisjon av valutarisiko som både omfatter direkte og indirekte tap fra ugunstige endringer i valutakurser. Papaioannou (2006) tar opp tre hovedkategorier for valutarisiko:

1. Transaksjonsrisiko: Risikoen for at kontantstrømmer berøres av valutakursendringer. Eksempler er inngående og utgående betalinger i utenlandsk valuta eller tilbakeføring av dividende fra utenlandske subsidier.
2. Balanserisiko: Kan oppstå ved konsolidering av utenlandske subsidiers balanse til morselskapets balanse. Balanseverdiene til de utenlandske subsidiene kan variere med valutakursen, og dermed påvirke balanseverdien til morselskapet.
3. Økonomisk risiko: Risikoen valutakursendringer påfører nåverdien av fremtidige operasjonelle kontantstrømmer. Coyle (2000) skriver at begrepet blant annet inkluderer konkurransesituasjonen, for eksempel hvordan en hjemlig eksportbedrifts

konkurranssevne mot utenlandske konkurrenter kan svekkes ved valutakursendringer.

I denne oppgaven vil valutarisiko betegne den direkte effekten valutakursvingninger har på prosjektverdi i tilbudsfasen, og er fra definisjonen over i samsvar med transaksjonsrisiko.

Andre former for valutarisiko vil ikke bli behandlet i oppgaven.

2.2.2 Valutaeksponering

Videre vil jeg i tråd med Adler & Dumas (1984) definere valutaeksponering som beløpsstørrelsen som er utsatt for valutarisiko. Prosjektverdi kan inspirert av Børsum & Ødegaard (2005) uttrykkes med hensyn til valutaeksponering:

$$\text{Endring i prosjektverdi} = \text{Valutaeksponering} * \text{Endring i valutakurs} \quad (2.1)$$

Ligning 2.1 viser at endring i prosjektverdi som resultat av endringer i valutakurs kan reduseres ved å begrense valutaeksponeringen.

Valutaeksponering kan estimeres ved å dele opp kontantstrømmene i eksponering mot ulike valutaer, og summere opp til total valutaeksponering (Børsum & Ødegaard, 2005). Jeg benytter denne fremgangsmåten som utgangspunkt for å estimere valutaeksponeringen i tilbudsfasen, jeg deler opp kostnadene og inntektene i eksponering mot de relevante valutaene og summerer deretter opp til total valutaeksponering.

2.2.3 Skal et selskap sikre valutarisiko?

Om et selskap skal ta finansielle sikringsposisjoner er et tema som er tatt opp og diskutert i finanslitteraturen. Stiglitz (1974) utvider tolkningen av klassisk finansteori utviklet av Miller & Modigliani (1958), og argumenterer for at sikringsbeslutninger er irrelevant for et selskaps verdi og at selskaper derfor ikke skal sikre. Logikken bak er at den individuelle investor selv kan gjøre transaksjoner for å sikre seg mot risiko. Moderne finansteori fremhever derimot flere ufullkommenheter i kapitalmarkedene som gjør at det kan være optimalt for et selskap å sikre. Smith & Stulz (1985) trekker frem skatt, konkurskostnader, gjeldsforpliktelse og gjeldsrestriksjoner, kostnaden av finansielle vanskeligheter og ledelseskompensasjon som årsaker til at sikringsbeslutninger kan påvirke et selskaps verdi. Børsum og Ødegaard (2005) argumenterer for at valutasikring kan være nødvendig for å sikre billigst mulig finansiering. Froot, Scharfstein, & Stein (1994) fremhever viktigheten av selskapers sikring fra et

investeringsperspektiv - sikring kan gjøre et selskap i stand til å benytte profitable investeringsmuligheter i fremtiden.

Coyle (2000) skriver at sikringsbeslutningen i forhold til valutarisiko avhenger av selskapets holdning til risiko. Et risikonøytralt selskap aksepterer valutarisiko som en del av driften, og kan for eksempel ha en holdning om at tap og profitt fra valutasingninger utlignes over tid. Et risikoavers selskap vil anse ugunstig valutakursutvikling som skadelig, og selskapet vil derfor sikre aktivt. Et risikovillig selskap tror de vil vinne mer enn de vil tape på valutakursendringer og ønsker derfor stor valutaeksponering. I tillegg vil også størrelsen på eksponeringen påvirke et selskaps avgjørelse for valutasikring (Coyle, 2000).

2.3 Valutasikring

I denne seksjonen vil jeg presentere teori rundt sikring av valuta, aktuelle sikringsinstrumenter som kan benyttes i tilbudsfasen og ulike sikringsstrategier¹². Under presentasjonen av valutaopsjoner vil jeg også presentere teori om valutakursen som en diffusjonsprosess som er viktig for analysene senere i oppgaven.

2.3.1 Hedge-ratio i et portefølje-/minimum variansrammeverk

Et tradisjonelt syn på valutasikring er å studere risikoen i et porteføljerammeverk der målet er å minimere variansen til en portefølje bestående av valutaposisjoner lik valutaeksponeringen. Kerkvliet & Moffett (1991) tar utgangspunkt i en portefølje bestående av fremtidig kontantstrøm i utenlandsk valuta der en del av porteføljen er dekket med futureskontrakter mens den andre delen er udekket. De viser at optimal hedge-ratio (β) om fremtidig kontantstrøm med sikkerhet er kjent kan uttrykkes som:

$$\beta = -cov(S_{t1}, F_{t1})/var(F_{t1}) \quad (2.2)$$

Hvor β er definert som $-x_f/x$, x_f er andel av utenlandsk valuta som er sikret med futurekontrakter ved tid t_0 og x er netto kontantstrøm i utenlandsk valuta. S_{t1} er sportkurs ved tid t_1 , og F_{t1} er verdien på futureskontrakten ved tid t_1 .

Optimal hedge-ratio avhenger av kovariansen mellom endringen av futureskursen og spotkursen, og jo større kovariansen er, jo større blir også den optimale hedge-ratioen.

Effektiviteten ved sikringen (e) er gitt ved reduksjonen i porteføljens (W) varians:

¹² Kun instrumenter som vurderes aktuelle for tilbudsfasen vil presenteres. For å begrense oppgavens omfang betyr for eksempel det at et vanlig sikringsinstrument som valuta swap (valuta bytteavtale) ikke presenteres.

$$e = 1 - [\text{var}(W_t)/\text{var}(xS_{t1})] \quad (2.3)$$

Videre utleder forfatterne optimal hedge-ratio om fremtidig kontantstrøm i utenlandsk valuta (x) er usikker. x er nå en tilfeldig variabel med forventning $E(x)$ og varians $\text{var}(x)$. Videre antas det i utledningen at x , F_{t1} og S_{t1} er fordelt som multivariate normale. Den samme utledningen følges i Yilmaz (2011) og jeg fremstiller optimal hedge-ratio på samme måte som dette notatet siden det gir en bedre fremstilling, men endrer notasjon for samsvar med uttrykkene over:

$$\beta = \frac{E(x) * \rho_{S_{t1}, F_{t1}} * \sigma_{S_{t1}} + E(S_{t1}) * \rho_{x, F_{t1}} * \sigma_x}{E(x) * \sigma_{F_{t1}}} \quad (2.4)$$

Forventet spotrate ($E(S_{t1})$) inngår som en del av uttrykket for optimal hedge-ratio, det vi si at forventningene om fremtidig valutakurs vil ha betydning for optimal hedge-ratio. I tillegg avhenger optimal hedge-ratio av hvordan størrelsen på kontantstrømmen korrelerer med futureskursen ($\rho_{x, F_{t1}}$) og forventningen til fremtidig kontantstrøm i utenlandsk valuta $E(x)$.

2.3.2 Naturlig sikring

En måte et selskap kan beskytte seg mot valutarisiko er ved å benytte seg av naturlig- eller strukturell sikring. Naturlig sikring kan ses i sammenheng med det Kerkvliet & Moffett (1991) omtaler som å «nette» kontantstrømmer i utenlandsk valuta. I samsvar med dette omtaler Børsum & Ødegaard (2005) naturlig sikring som å ha inntekter og kostnader i samme utenlandske valuta. Da er det kun marginen (inntekter – kostnader) som er utsatt for valutarisiko når valutaen skal omgjøres til hjemlig valuta (netto eksponering). En forlengelse av strategien er å flytte produksjonen til landene selskapet har sin inntekt fra for å gjøre det enklere å inngå kontrakter som fører til naturlig sikring. I en anbudskonkurranse vil det være naturlig å «nette» et tilbuds valutaeksponering for å finne netto valutaeksponering. Utover det vil ikke naturlig sikring være relevant, og vil derfor ikke vektlegges videre i oppgaven.

2.3.3 Forwards og futures ¹³

En forwardkontrakt for valuta er en OTC¹⁴-avtale som gjør at holderen kjøper en valuta til en avtalt pris (forwardkursen) med levering på en spesifisert dato. Forwardkursen er bestemt

¹³ Denne delen er basert på Hull (2012) og Wystup (2010)

¹⁴ OTC – over the counter.

slik at kontrakten har verdi lik null for begge parter når den inngås. Med tid vil forwardkontrakten få positiv verdi for den ene parten, og motsatt få en negativ verdi for den andre parten når spotkursen endrer seg. Forwardkursen er gitt ved¹⁵:

$$F_0 = S_0 e^{(r_D - r_F)T} \quad (2.5)$$

Hvor: F_0 er forwardkursen i hjemlig valuta per enhet utenlandsk valuta ved tid 0, S_0 er spotkursen ved tid 0, r_D er hjemlig risikofri rente, r_F er utenlandsk risikofri rente, og T er tid til kontraktens forfall.

Forwardprisen er gitt ved sammenhengen om dekket renteparitet og er en arbitrasjerelasjon. Forwardprisen er også lik den forventede spotkursen ved tid T under risikonøytralt mål (Wystup, 2010). En forwardkontrakt fungerer bra som sikring for et kjent fremtidig beløp i utenlandsk valuta da den «låser» inn en fremtidig valutakurs, og den teoretiske kostnaden for kontrakten er null. Nedsiden ved å sikre med en forwardkontrakt er at man i tillegg til å beskytte seg mot ugunstig utvikling i valutakursen, også går glipp av eventuell gunstig utvikling i valutakursen.

En futures til sammenligning med en forward, handles via en oppgjørssentral og er standardisert. I tillegg sørger oppgjørssentralen for marginkrav hos partene slik at motparten skal være i posisjon til å gjøre opp for seg. I en futureskontrakt er det vanlig med daglige oppgjør. I praksis vil en futureskontrakt ha tilnærmet lik verdi som en tilsvarende forwardkontrakt. Men Hull (2012) argumenterer for at når S er sterkt korrelert med rentene, så er futuresprisen litt høyere enn forwardprisen, og vice versa ved negativ korrelasjon mellom S og rentene. I tillegg kan andre friksjoner som skatter, transaksjonskostnader og ulik motpartsrisiko i virkelige markeder føre til forskjell mellom futurespris og forwardprisen.

2.3.4 Valutaopsjoner

I det følgende vil jeg gå igjennom den generelle prisingsformelen for valutaopsjoner utviklet av Garman & Kohlhagen (1983). Modellen er veldig lik den klassiske Black-Scholes-Merton-opsjonsprisingsmodellen for aksjer med konstant dividende, forskjellen er at dividenderaten er erstattet med utenlandsk risikofri rente i valutaopsjonsmodellen. Teorien og

¹⁵ Se for eksempel Hull (2012).

forutsetningene bak modellen til Garman og Kohlhagen vil gjennomgås grundig siden den vil danne grunnlaget for Monte Carlo simuleringen i analysedelen. Videre vil andre former for valutaopsjoner bli presentert som alternativ til den klassiske «plain vanilla» opsjonen. De påfølgende delene forutsetter kjennskap til opsjonsteori.

2.3.4.1 Plain vanilla – europeiske valutaopsjoner

Denne delen er basert på Garman & Kohlhagen (1983), Hull (2012), Wystup (2010) og Miltersen (2003). En europeisk valutaopsjon gir eieren rett til å kjøpe eller selge et valutapar til en avtalt pris (valutakurs) på en forhåndsbestemt dato. I et risikostyringsperspektiv kan en putopsjon (callopsjon) benyttes til å sikre en lang (kort) posisjon i valuta slik at nedsiden er begrenset mens potensiell oppside er åpen. En positiv egenskap ved valutaopsjonen er at den kan brukes i situasjoner der man er usikker på om man vil være lang (evt. kort) i en valuta - som for eksempel i en tilbudsfase.

Forutsetningene bak modellen er de samme som antagelsene bak Black-Scholes opsjonsprisindemodell:

1. Spotprisen (S) til valutaen følger en geometrisk Brownsk bevegelse beskrevet med differensialet:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (2.6)$$

hvor z er en standard Wiener prosess (standard Brownsk bevegelse), μ er driftrate proporsjonal til S og inngår i driftleddet, σ er tilsvarende volatilitet og inngår i dispersjonsleddet.

2. Opsjonsprisen er funksjon av kun en stokastisk variabel, spotpris S .
3. Markedet er friksjonsløst (ingen transaksjonskostnader eller skatter, markedene er komplette – ingen arbitrasje).
4. De hjemlige og utenlandske rentene er konstante.
5. Transaksjoner i valutamarkedet kan utføres i kontinuerlig tid.
6. Konstant volatilitet

Formelen for verdien til en europeisk call-opisjon er gitt ved:

$$C(S, T) = e^{-r_F T} SN(x + \sigma\sqrt{T}) - e^{-r_D T} KN(x) \quad (2.7)$$

Hvor $x \equiv \frac{\ln(\frac{S}{K}) + \{r_D - r_F - \sigma^2/2\}T}{\sigma\sqrt{T}}$, S er spotkurs, K er innløsningskurs (strike price) for opsjonen, T er gjenstående levetid for opsjonen, $C(S, T)$ denoterer prisen på opsjonen, r_D er hjemlig risikofri rente, r_F er utenlandsk risikofri rente, σ er spotkursens volatilitet og $N(\cdot)$ denoterer den kumulative normalfordelingsfunksjonen¹⁶.

I praksis er en vanlig konvensjon å kvotere prisene på valutaopsjoner ved implisitt volatilitet, uttrykt gjennom formelen til Garman og Kohlhagen¹⁷. Implisitt volatilitet finnes ved å løse uttrykk 2.7 med hensyn på volatiliteten (σ). Markedsdeltagerne som i praksis ikke nødvendigvis er enige i at Garman og Kohlhagens modell gir den «korrekte» prisen på valutaopsjoner kan dermed benytte egne, mer sofistikerte modeller til å utlede sin pris, for deretter å kvotere prisen som implisitt volatilitet i Garman og Kohlhagens modell. En annen konvensjon er at valutaopsjoner noteres med delta-verdier istedenfor innløsningskurs. Det vil si at utøvelseskursen finnes ved å løse delta-verdien med hensyn på innløsningskursen¹⁸.

2.3.4.2 Valutakursens prisprosess

I denne delen vil valutakursens prisprosess presenteres grundig. Formålet med den omfattende presentasjonen er å komme frem til en god prisprosess som kan bli benyttet til å simulere fremtidige valutakurser i analysedelen.

I Garman og Kohlhagens modell antas valutakursen å følge en geometrisk Brownsk bevegelse som i ligning 2.6. Miltersen (2003) skriver at prisprosess på denne formen har følgende ønskelige egenskaper:

1. S_t vil være positiv for alle t gitt at startverdien til S er positiv.
2. Avkastning mellom tidsintervaller som ikke overlapper hverandre er uavhengige.
3. Fordelingen av fremtidige avkastning avhenger ikke av dagens eller historiske valutakurser.
4. Fordelingen av fremtidige priser er kun avhengig av dagens pris og er en Markov-prosess.

¹⁶ Formelen er tilsvarende for en putopsjon: $P(S, T) = e^{-r_F T} S [N(x + \sigma\sqrt{T}) - 1] - e^{-r_D T} K [N(x) - 1]$

¹⁷ Se for eksempel Wystup (2010).

¹⁸ Se for eksempel Eitrheim, Frøyland, & Røisland (1999).

Fra Garman og Kohlhagens modell er driftraten (μ) i valutakursens prisprosess gitt som valutaenes risikofri rente ($r_D - r_F$) under risikonøytralitet¹⁹, og prisprosessen kan derfor skrives som:

$$dS_t = (r_D - r_F)S_t dt + \sigma S_t dz \quad (2.8)$$

2.8 har følgende analytiske løsning²⁰:

$$S_t = S_0 e^{(r_D - r_F - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma Z_t} \quad (2.9)$$

som demonstrerer at S_t er log-normal fordelt, og at $\ln(S_t)$ er normalfordelt med forventning $(\ln(S_0) + (r_D - r_F - \frac{1}{2}\sigma^2)t)$ og varians $\sigma^2 t$. I uttrykk 2.9 er r_D og r_F kontinuerlige renter.

Prisprosessen i 2.8 er i utgangspunktet en prosess i en risikonøytral verden. Når jeg skal simulere valutakursutfall i analysedelen skal jeg simulere slik at jeg kan bedømme sannsynligheten for ulike scenarier i fremtiden. Haug (2012) skriver at simuleringen derfor må utføres under virkelig sannsynlighetsmål P og ikke under det fiktive risikjusterte sannsynlighetsmålet Q som er passende for prising. Jeg må derfor simulere med en prisprosess for den virkelige verden der driftraten reflekterer forventet avkastning for valutakursen. Om det for eksempel var aksjepriser som skulle simuleres, så kunne en benytte kjente prisingsmodeller som for eksempel CAPM (Capital Asset Pricing Model) til å komme frem til forventet avkastning. I seksjon 2.1 er det presentert empiriske funn som tilsier at det ikke er noen åpenbare valg av modell for å bestemme forventet avkastning på valuta, spesielt på kort sikt. Jeg vil derfor kort argumentere for å bruke samme prosess som i 2.8 slik at jeg benytter meg av $(r_D - r_F)$ som forventet valutaavkastning og dermed som driftrate i simuleringen. I tillegg vil jeg gjøre en sensitivitetsanalyse av denne antagelsen i analysedelen.

En investor som holder hjemlig valuta vil velge å plassere dette beløpet til hjemlig risikofri rente fremfor å ha det på en konto som ikke betaler renter (eller holde de i sedler og

¹⁹ Under risikjustert sannsynlighetsmål Q kjent som Equivalent Martingale Measures. Se for eksempel Miltersen (2003) for mer om dette.

²⁰ Se for eksempel Wystup (2010).

mynter). Dermed fungerer hjemlig risikofri rente som forventet avkastning for å holde hjemlig valuta om en ser bort i fra eventuell kursoppgang. Det samme vil tilsvarende gjelde for å holde utenlandsk valuta. Forventet valutaavkastning vil dermed være lik rentedifferansen mellom valutaene sett bort ifra kursendring og risikopremie. Som presentert i seksjon 2.1 er det ikke enkelt å komme frem til gode forventninger til valutakursendring, og det er vil også være vanskelig å komme frem til et fornuftig anslag på risikopremie. Jeg antar derfor at 2.8 fungerer som en god modell på valutakursens prisprosess, og er i samsvar med prisprosessen Wystup (2010) benytter for å simulere valutakurser.

En annen antagelse jeg istedenfor kunne ha gjort hadde vært å anta forventet avkastning lik null slik at dagens valutakurs fungerer som forventningen for valutakursen om fire måneder. I RiskMetrics Technical Document (J.P.Morgan/Reuters, 1996) argumenteres det for å sette forventningen konsistent med finanst teori, og de har selv valgt å sette forventet avkastning lik null fremfor å bruke gjennomsnittet til et bestemt utvalg. Forventet valutaavkastning lik null er en antagelse som vil bli benyttet i sensitivitetsanalysen i analysedelen²¹.

For å komme frem til uttrykket jeg skal benytte for å simulere fremtidige valutakurser benytter jeg et resultat fra matematikeren K. Itô kalt for Itô's lemma som brukes til å finne prosessen til en funksjon av stokastiske variable (Hull, 2012). Itô's lemma sier at om en har en variabel x som følger Itô-prosessen i 2.10 som er en mer generell versjon av prosessen i 2.6, og definerer G som en funksjon av x og t ($G = f(x, t)$), så kan Itô's lemma brukes til å finne prosessen til G gitt ved 2.11, med notasjon i Hull (2012).

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dz \quad (2.10)$$

hvor dz er en wienerprosess, a er driftraten til x avhengig av tid t og b^2 er variansen til x avhengig av tid t .

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz \quad (2.11)$$

²¹ Sensitivitetsanalysen senere i oppgaven viser at valg av driftrate lik $(r_D - r_F)$ eller lik null er av marginal betydning for de simulerte utfallene.

Ved å benytte den log-normale egenskapen til valutakurser kan avkastningsprosessen R_t defineres som $R_t = \ln(S_t)$. Ved å bruke Itô's lemma får man følgende prosess for avkastning R_t :

$$dR_t = \left(r_D - r_F - \frac{1}{2} \sigma_s^2 \right) dt + \sigma_s dZ_s \quad (2.12)$$

Ved å skrive 2.12 på diskret form der $\Delta R_t = dR_t$ og $\Delta t = dt$ kan en skrive ned følgende sammenheng:

$$\Delta R_{t+1} = R_{t+1} - R_t \quad (2.13)$$

Løser med hensyn på R_{t+1} og setter inn for ΔR_{t+1} :

$$R_{t+1} = R_t + \left(r_D - r_F - \frac{1}{2} \sigma_s^2 \right) \Delta t + \sigma_s \sqrt{\Delta t} \varepsilon_{t+1} \quad (2.14)$$

hvor $\varepsilon \sim N(0,1)$. Fra definisjonen $R_t = \ln(S_t)$ har man:

$$S_{t+1} = e^{R_{t+1}} \quad (2.15)$$

$$S_{t+1} = e^{R_t + \left(r_D - r_F - \frac{1}{2} \sigma_s^2 \right) \Delta t + \sigma_s \sqrt{\Delta t} \varepsilon_{t+1}} \quad (2.16)$$

Som gir følgende uttrykk for valutakursen ved tid $t + 1$ uttrykt på diskret form:

$$S_{t+1} = S_t e^{\left(r_D - r_F - \frac{1}{2} \sigma_s^2 \right) \Delta t + \sigma_s \sqrt{\Delta t} \varepsilon_{t+1}} \quad (2.17)$$

Ligning 2.17 vil være utgangspunkt for Monte Carlo -simuleringen av valutakurser i analysedelen, og tar utgangspunkt i antagelsene om at valutakursene følger en geometrisk Brownsk bevegelse og at valutakursen er log-normalt fordelt. Dette er en forenkling av virkeligheten, og flere empiriske undersøkelser er gjort, både for å se på den statistiske fordelingen til valutakurser, og for å finne modeller som bedre kan beskrive virkeligheten.

Hull (2012) referer til en studie utført av Hull og White i 1998 som understøtter at valutakursene er fordelt med tykkere haler enn den log-normale fordelingen tilsier og at den

log-normale fordelingen dermed undervurderer sannsynligheten for ekstreme bevegelser i valutakursen. I sin studie refererer Tucker & Pond (1988) til flere studier som viser at både daglig-, ukentlig- og månedlig valutaavkastning har bredere haler og høyere kurtose enn normalfordelingen. I et notat presenterer RiskMetrics Group (2010) at de blant annet tar i bruk student-t-fordelingen i modelleringsammenheng for å gjenskape de tykke halene man observerer i finansmarkedene. Snodgrass (2012) sin løsning på å generere tykkere haler i Money Tree sin finansielle modellering er å re-generere de tilfeldige tallene som havner i den negative halen for å skape mer realistisk halefordeling.

Jorion (1988) tar også opp problematikken rundt empiriske funn som ser ut til å vise at valutakursen er fordelt med tykkere haler (leptokurtose) enn den log-normale fordelingen skulle tilsi. Jorion (1988) argumenterer for en jump-prosess som i ligning 2.18 som ifølge egne studier beskriver valutakursutfall mer virkelighetsnært. I ligning 2.18 følger valutakursen en prosess med stokastiske hopp slik at prosessen blir diskontinuerlig ved de punktene der prosessen hopper fremfor en stasjonær diffusjons-prosess som i ligning 2.8.

$$dP_t/P_t = \alpha dt + \sigma dz_t + dq_t \quad (2.18)$$

α er driftraten, σ er volatiliteten, z standard wiener prosess og dq_t er en Poisson-prosess med λ gjennomsnittlig antall hopp per tidsenhet og Y størrelse på hoppene som er log-normalt fordelt $N(\theta, \delta^2)$.

Heston (1993) foreslår en lukket løsning for verdsettelse av valutaopsjoner med stokastisk volatilitet for å forstå prisingen av valutaopsjoner bedre. Ekvall, Jennergren, & Näslund (1997) foreslår en modell med en tilbakevendende (mean reverting) prosess med udekket renteparitet og argumenterer for at logaritmen til valutakursen følger en Ornstein-Uhlenbeck og at dette kan være i tråd med overshooting- og monetære modeller.

De sistnevnte modellene er utenfor oppgavens omfang, og jeg antar videre at geometrisk Brownsk bevegelse er en velegnet modell til å simulere fire måneders valutakurser i analysedelen.

2.3.4.3 Andre opsjonsprodukter

I tillegg til en standard (plain vanilla) valutaopsjon som beskrevet ovenfor finnes det en rekke andre opsjonsprodukter eller såkalte eksotiske opsjoner. Jeg har vurdert flere ulike opsjonsprodukter opp mot tilbudsfasen, blant annet amerikansk valutaopsjon, compound opsjon, instalment (avdrags) opsjoner og perpetual (evigvarende) valutaopsjon²² som alle har egenskaper som kunne vært interessante for sikring i tilbudsfasen. Etter nøye vurdering har jeg valgt å utelate disse opsjonsproduktene fra analysedelen da jeg ikke vurderer dem til å være overlegne langs noen relevante dimensjoner for tilbudsfasen sammenlignet med produktene jeg ender opp med å analysere. For å begrense oppgavens omfang har jeg valgt å utelate teori og drøfting rundt disse produktene²³.

Det eneste opsjonsproduktet jeg har resonnert meg frem til å benytte i analysedelen ved siden av plain vanilla opsjoner er basketopsjon.

2.3.4.3.1 Basketopsjon

En basketopsjon er en opsjon på en kurv med utvalgte valutaer. Opsjonen kan være nyttig for et selskap som er eksponert mot flere valutaer. En basketopsjon betaler ut forskjellen på kurvens verdi og strike-verdien ved forfall om differansen er positiv for en call (eller negativ for en put). Payoff-funksjonen til en basketopsjon kan skrives som i 2.19 (basert på Wystup (2010)).

$$\max(a_1 * S_1(T) + a_2 * S_2(T) - K, 0) \quad (2.19)$$

Der T er tid ved forfall, $S_1(T)$ og $S_2(T)$ er spotkursen til valuta 1 og valuta 2 ved tid T , a_1 og a_2 er de to valutaenes vekt i valutakurven og K er valutakurvens innløsningskurs²⁴.

Basketopsjonen har ingen «lukket» løsning for verdsettelse og er derfor mer kompleks å verdsette enn en vanlig europeisk opsjon. Kompleksiteten kommer ikke av at opsjonen er «sti-avhengig», men at de underliggende aktiva er modellert med geometrisk Brownsk bevegelse som forutsetter log-normalitet. Siden summen av log-normalt fordelte tilfeldige variabler ikke er log-normalt fordelt, kan man ikke utlede en eksakt prisingsformel (Krekel, de Kock, Korn, & Man, 2004). For å prise en slik opsjon kan man derfor benytte seg av

²² Se for eksempel Hull (2012), Wystup (2010) og Garman (1987).

²³ Den interesserte leser kan for eksempel se Wystup (2010) for en utfyllende liste av ulike første- og annengenerasjons eksotiske valutaopsjoner.

²⁴ K regnes ut som $a_1 * S_1(t) + a_2 * S_2(t)$ om opsjonen er utstedt ved tid t .

numeriske metoder som for eksempel Monte Carlo-simulering som vil bli presentert senere i oppgaven. Slike numeriske metoder kan imidlertid være veldig tidkrevende, spesielt om mange ulike aktiva inngår i «kurven». Derfor har flere finansielle matematikere utledet «lukkede» løsninger som kan fungere som en tilnærming til verdsettelse av basketopsjoner²⁵.

En basketopsjon beskytter mot et samtidig kursfallfall i valutakurvens valutaer og er billigere enn å kjøpe individuelle opsjoner for hver av valutaene. Ulempen med en basketopsjon er at den ikke beskytter like komplett som individuelle valutaopsjoner. Et tilfelle hvor basketopsjonen ikke fungerer like bra er ifølge Wystup (2010) de tilfellene der halvparten av valutakurven beveger seg i en retning mens den andre halvparten beveger seg i motsatt retning.

2.3.5 Risikofri rente²⁶

I valutainstrumentene presentert inngår risikofri rente både for hjemlig valuta og utenlandsk valuta. Siden jeg skal benytte meg av flere av disse formlene i analysedelen må jeg derfor definere hva jeg vil bruke som risikofri rente. Hull (2012) påpeker at et tilsynelatende åpenbart valg som statsrenter ikke benyttes i praksis av derivatforhandlere. Grunnen til det er ulike skatteeffekter og regulatoriske krav som gjør at disse rentene blir kunstig lave. Av denne grunn benytter finansinstitusjoner ofte LIBOR-renter som risikofri rente siden dette anses som en AA-ratet finansinstitusjon sin alternativkostnad for kapital. Det innebærer at renten ikke er helt fri for kredittrisiko, men at den i normale markedsomgivelser er tilnærmet risikofri. LIBOR-renten er kort fortalt en referanserente satt daglig av et panel banker for å reflektere renten bankene er forberedt på å låne ut til i interbankmarkedet for løpetider opp til 1 år, og settes for de største valutaene²⁷. LIBOR-renten publiseres av British Bankers' Association. Utenom LIBOR-renten er det noen aktører som benytter seg av OIS-renten (Overnight indexed swap) som risikofri rente etter finanskrisen da LIBOR ikke fungerte godt som et mål på risikofri rente etter at få banker ønsket å låne penger til hverandre.

²⁵ Se for eksempel Krekel, de Kock, Korn og Man (2004) for en presentasjon samt test av seks ulike forslag til en «lukket» løsning for prising av basketopsjoner.

²⁶ Et relevant tema i dagens finansmarkeder, men som ikke vil bli tatt opp her, er om det eksisterer instrumenter som virkelig er «risikofrie».

²⁷ For mer info om LIBOR – se Hull (2012) og British Bankers' Association sine LIBOR-sider (www.bbllibor.com).

I denne oppgaven vil jeg benytte meg av LIBOR-renten for USD, EUR og GBP (altså LIBOR-renten tilhørende hver av valutaene) som risikofri rente. For å være konsistent med dette vil jeg benytte meg av NIBOR-renten for NOK og WIBOR-renten for PLN. NIBOR-renten er på samme måte som LIBOR-renten satt av et panel banker og skal reflektere renten bankene er villige til å låne ut til hverandre i (Finans Norge, 2013). Det samme gjelder WIBOR-renten (Warsaw Interbank Offered Rate) som også er satt daglig av et panel med banker (ACI Polska, 2013).

2.3.6 Sikringsstrategier

I tillegg til sikringsstrategier som simpelthen benytter seg av forwardkontrakter, plain vanilla- eller basketopsjoner for å begrense valutakursutfall, så kan sikringsstrategier der man for eksempel kombinerer ulike opsjoner eller ulike innløsningskurser vurderes i en tilbudsfasen. Som for valutaopsjoner har jeg vurdert flere alternativer, men også her presenteres kun alternativet jeg har vurdert relevant for en tilbudsfasen²⁸.

2.3.6.1 Call (put) spread:

I en call spread kjøper man en callopsjon for å beskytte seg mot høyere valutakurs samtidig som man selger en callopsjon med høyere innløsningskurs for å tjene tilbake noe av opsjonspremien²⁹. Ulempen med en call spread er at potensiell gevinst fra opsjonene begrenses. Dette er ikke nødvendigvis en ulempe i et risikostyringsperspektiv hvor fokuset er rettet mot å begrense nedsiden fremfor å ha en potensielt stor oppside. Hull (2012) forklarer at det er tre hovedformer for call spread³⁰:

1. Begge callopsjonene er i utgangspunktet ute av pengene.
2. Den ene callopsjonen er i pengene, mens den andre er ute av pengene.
3. Begge callopsjonene er i pengene.

Der han rangerer nummer 1 som den mest aggressive med minst sjanse for gevinst, og nummer tre som den mest konservative.

²⁸ For flere sikringsstrategier, opsjonsstrukturer og andre strukturerte valutaprodukter, se for eksempel Wystup (2010) eller Hull (2012).

²⁹ I en put spread gjør man motsatt – kjøper en put opsjon og selger en put opsjon med lavere innløsningskurs.

³⁰ Merk at Hull (2012) kaller strategien for bull spread når den er utført med callopsjoner og bear spread med putopsjoner.

Payoff for en call spread strategi der man er lang i en calloption med innløsningskurs lik K_1 og kort i en calloption med innløsningskurs K_2 kan illustreres i en tabell som i Hull (2012):

Valutakursutfall	Payoff fra lang calloption	Payoff fra kort calloption	Total payoff
$S_T \leq K_1$	0	0	0
$K_1 < S_T < K_2$	$S_T - K_1$	0	$S_T - K_1$
$S_T \geq K_2$	$S_T - K_1$	$-(S_T - K_2)$	$K_2 - K_1$

TABELL 2.1: Payoff Call Spread. Kilde: Hull (2012)

3 DRØFTING

I denne delen drøftes teorien i seksjon 2 opp mot tilbudsfasen. Formålet med drøftingen er å gjøre en kvalitativ vurdering i forhold til tilbudsfasens risiko, og hva som kan være potensielt gode sikringsinstrumenter og sikringsstrategier i en tilbudsfase. Drøftingen vil danne grunnlag for analysen.

3.1 Hvordan vurdere og måle risiko i tilbudsfasen?

3.1.1 Volatilitet

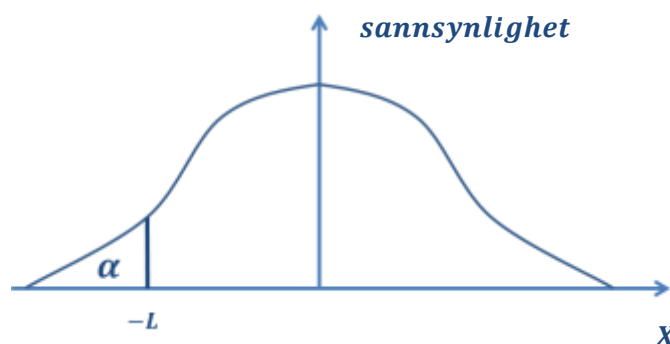
Et vanlig mål som ofte trekkes fram for å anslå risikoen til finansielle aktiva er volatiliteten (aktivumets standardavvik). Kort forklart måler standardavviket hvor mye et instrument fluktuerer rundt sitt gjennomsnitt. Et instrument med høyere volatilitet vil forventes å oppleve større prisfluktuasjoner enn et instrument med lavere volatilitet. Selv om volatiliteten kan gi innsikt i hvor mye en valutakurs fluktuerer, så sier den ikke noe om hvor mye prosjektverdien kan falle på grunn av ugunstige endringer i valutakursene eller hvordan et selskap eventuelt burde gå fram for å redusere risikoen. Volatiliteten vil være spesielt uegnet til å måle nedsiderisiko når utfallene ikke er normalfordelte, et tilfelle som oppstår når ikke-lineære instrumenter som opsjoner benyttes til å begrense utfallsrommet. I tillegg kan volatiliteten undervurdere risikoen i tilfeller der valutakursen trender, noe som betyr at valutakursen kan endre seg med jevne steg over en lang tidsperiode uten at det gir utslag i volatiliteten. Volatiliteten kan også påvirke hedge-ratioen et selskap velger å benytte, som for eksempel i et portefølje-/minimum variansrammeverk som i seksjon 2.3.1. Som jeg vil argumentere for litt lengre ned, så er dette et rammeverk som ikke er velegnet i en tilbudsfase. På grunn av volatilitetens begrensning som risikomål og som verktøy til å implementere sikringsstrategier vil jeg benytte andre mål for å vurdere tilbudsfasens risiko.

3.1.2 Cash-Flow-at-Risk

Det første målet som benyttes til å måle risiko i tilbudsfasen er Cash-Flow-at-Risk (CFaR) som ifølge Linsmeier & Pearson (2000) er ekvivalent med mer velkjente Value at Risk (VaR). Papaioannou (2006) skriver at VaR er en utbredt metode for å måle valutarisiko. Forskjellen mellom VaR og CFaR er ifølge Linsmeier & Pearson (2000) at CFaR måler risikoen i operasjonelle kontantstrømmer mens VaR måler risikoen for finansielle aktivas markedsverdi. I tillegg er en annen forskjell at VaR som regel måles for en eller ti dager,

mens CFaR kan måles for opptil flere år. CFaR vil derfor være et mer passende risikomål enn VaR i tilbudsfasen som innebærer operasjonelle kontantstrømmer fire måneder frem i tid.

Kort fortalt er VaR et statistisk mål som fokuserer på risikoen i den negative halen i fordelingen av fremtidige utfall for en eller flere markedsvariable. VaR er med Haug (2012) sin notasjon illustrert i figur 3.1. $-(T, \alpha, X)$ fremstiller det største tapet (L) som oppstår for markedsverdi X med sannsynlighet $(1 - \alpha)$ innen tid T . Med andre ord uttrykker VaR hvor mye man for et angitt konfidensnivå maksimalt vil tape innenfor et definert tidsrom. Om for eksempel 1-dags 99% VaR er målt til NOK 100 000, så betyr det at man med 99% sannsynlighet i løpet av den neste dagen maksimalt vil tape NOK 100 000³¹.



FIGUR 3.1: Sannsynlighetsfordeling med tap L og percentil α . Sannsynligheten for å oppleve tap større enn L er lik $1 - \alpha$.

Det samme er ekvivalent for CFaR som kalkuleres med utgangspunkt i fordelingen til fremtidige kontantstrømmer. Fordelen med å bruke CFaR i tilbudsfasen er at man kan estimere hvor store tap i prosjektverdi et selskap maksimalt kan forvente gitt et bestemt konfidensnivå og dermed gi en uttalelse om tilbudsfasens risiko. En annen fordel er at CFaR kan benyttes til å evaluere ulike sikringsstrategiers effektivitet ved å se på hvor mye CFaR reduseres gitt at man implementerer en bestemt sikringsstrategi.

I oppgavens analysedel vil CFaR benyttes som mål på risiko. Jeg må her understreke at CFaR i oppgaven kun måles som en direkte effekt av valutakursendringer og ikke tar hensyn til andre faktorer som også kan endre prosjektverdi i tilbudsfasen. I tillegg ser jeg som argumentert i seksjon 1.4 på nåverdien til prosjektets kontantstrømmer slik at risikomålet jeg vil benytte i analysen i praksis er Net Present Value of Cash Flow at Risk. For notasjonens skyld vil CFaR benyttes i oppgaven.

³¹ Merk at VaR-tap oppgis i positivt tall, det vil si at negativ VaR uttrykker positiv verdiutvikling.

En av ulempene ved å bruke VaR/CFaR som risikomål er at kun potensielle tap innen det angitte konfidensnivået blir vurdert. VaR/CFaR sier ikke noe om hvor store tapene kan bli om VaR/CFaR-nivået passerer. To porteføljer kan derfor måles som like risikable målt med VaR selv om den ene porteføljen har mye større tap i den negative halen og i virkeligheten er mye mer risikabel. Et mål som tar hensyn til dette problemet er «expected shortfall» – også kjent som «conditional VaR». Expected shortfall er det forventede tapet betinget av at tapet er større enn VaR og er et mål som beskriver halerisikoen (Haug, 2012).

3.1.3 Shortfall-grenser

Det andre målet som vil benyttes til å vurdere risiko er shortfall-grenser som kort forklart er sannsynligheten for at prosjektverdien faller under en bestemt grense.

Ved å se på prosjektet som en portefølje bestående av valuta kan man i tråd med Haugh (2004) estimere sannsynligheten for at prosjektets verdi vil falle under en bestemt shortfall-grense. Ved å definere W_0 som prosjektverdi ved tid null, og W_T som verdi ved tidspunkt for avgjørelse av anbud kan sannsynligheten for at prosjektet faller mer enn ti prosent defineres som:

$$P\left(\frac{W_T}{W_0} \leq 0,9\right) \quad (3.1)$$

Ved simulering kan man estimere hvor mange av utfallene som vil falle mer enn ti prosent og dermed finne en estimert sannsynlighet for at verdien skal falle mer enn ti prosent gitt ved:

$$\bar{P}\left(\frac{W_T}{W_0} \leq 0,9\right) = \frac{I}{N} \quad (3.2)$$

der N er totalt antall utfall, og I er en indikatorvariabel for antall utfall med mer enn ti prosent fall i verdi³². Med denne fremgangsmåten kan en kumulativ sannsynlighetsfordeling for fall i prosjektverdi estimeres og gi en god beskrivelse av risikoprofilen i tilbudsfasen.

I tillegg vil jeg i analysen også vurdere hvor lav prosjektverdien maksimalt kan bli gitt ulike forutsetninger. Dette er ekvivalent med å estimere maksimal shortfall, som ser på hvor stort tap i prosjektverdi maksimalt kan bli.

³² Merk at denne sannsynligheten vil si noe om prosjektets verdi uavhengig av sannsynligheten for å vinne anbudet.

Selskaper som driver internasjonalt vil være innforstått med at de er eksponert for valutarisiko. Det betyr at valutasvingninger er en naturlig del selskapenes operasjoner, og på grunn av dette vil selskapene nesten uansett være nødt til å tillate at noen verdier kan gå tapt på grunn av valutarisiko (enten direkte gjennom valutakurssvingninger, eller indirekte gjennom sikringskostnader). Derfor kan det være mer praktisk og realistisk å ha som målsetning å begrense valutarisikoen i tilbudssituasjonen fremfor å kvitte seg helt med den. En slik målsetning kan eksempelvis være at verdien ikke skal svekke seg mer enn 20 % på grunn av valutakursendringer, mens fluktuasjoner over dette nivået er tillatt. Med en slik tankegang vil shortfall-grenser også bli benyttet til å teste sikringsstrategier som begrenser nedsiden gitt nivået for hvor mye prosjektverdien er tillatt å falle i løpet av tilbudsfasen.

3.2 Hvilke sikringsinstrumenter og sikringsstrategier er velegnet for tilbudsfasen?

3.2.1 Valutaklausuler – en del av dagens praksis

En metode industrien benytter i praksis for å sikre seg mot valutaeksponering i en tilbudsfasen er valutaklausuler i tilbudskontrakten. En valutaklausul kan fungere slik at tilbudsprisen automatisk omregnes etter en predefinert formel om valutakursen beveger seg for mye i løpet av anbudperioden. Klausulen skal fungere som en sikkerhetsmekanisme som gjør at bedriften som leverer et prosjekt ikke er eksponert mot for store valutakurssvingninger. Det betyr at bedriften som kjøper prosjektet i effekt tar over deler av valutaeksponeringen ettersom den kan bli nødt til å betale mer for prosjektet enn opprinnelig ved store utslag i valutakursene. Selv om en slik løsning i teorien kan virke tiltalende fungerer den ikke nødvendigvis like bra i praksis. Årsaker til det kan være:

- Bedriften som kjøper prosjektet kan være lite tilbøyelige til å etterkomme valutaklausulen ved store valutakurssvingninger selv om den er kontraktsfestet.
- Bedriften som kjøper prosjektet kan være imot bruk av valutaklausuler i kontrakten siden dette i effekt vil gi høyere valutaeksponering og potensielt høyere prosjektspris.
- I en tilbudsfasen som i denne oppgaven kan en valutaklausul gjøre en bedrift mindre konkurransedyktig mot andre anbudskonkurrenter som ikke bruker valutaklausuler. Dette kan spesielt være gjeldende like før et anbud skal avgjøres og store

valutakurssvingninger som vil slå inn valutaklausulen og gjøre prosjektet dyrere allerede har materialisert seg. Tilbudet med valutaklausul kan som følge bli betydelig dyrere enn konkurrerende tilbud uten valutaklausul (dette trenger ikke svekke bedriften uten valutaklausul om tilbudet for eksempel er gitt i bedriftens funksjonelle valuta) slik at bedriften uten valutaklausul vinner tilbudet.

På bakgrunn av dette er det derfor av interesse å se på andre metoder for å sikre seg mot valutaeksponering som kan fungere i praksis. Valutaklausuler vurderes ikke som et alternativ til å sikre mot valutarisiko videre i oppgaven.

3.2.2 Sikring av tilbudsfasen i et portefølje-/minimum variansrammeverk

Optimal hedge-ratio i ligning 2.4 avhenger av forventningen til fremtidig spot valutakurs $E(S_{t1})$ for slutten av perioden som sikres. Seksjon 2.1 referer til flere empiriske undersøkelser som viser at fremtidig valutakurs i praksis er umulig å predikere. Dermed vil $E(S_{t1})$ i uttrykket for optimal hedge-ratio være tilnærmet umulig å kalibrere riktig. Videre avhenger optimal hedge-ratio av hvordan størrelsen på kontantstrømmen korrelerer med futureskursen ($\rho_{x,F_{t1}}$). I en tilbudsfase vil kontantstrømmen (x) i utgangspunktet ikke variere siden den er kontraktsfestet i tilbudet som er sendt ut, og dermed skal ikke futureskursen og kontantstrømmen variere med hverandre. I tillegg avhenger optimal hedge-ratio av forventningen til fremtidig kontantstrøm i utenlandsk valuta. Det betyr at den som implementerer sikringen må ha en klar formening om denne størrelsen. Å komme frem til dette tallet kan være veldig komplekst i en tilbudsfase der man enten får prosjektet eller ikke, slik at $E(x)$ blir vanskelig å definere³³. Summen av dette er at tre viktige parametere i dette sikringsrammeverket praktisk talt er umulig å definere.

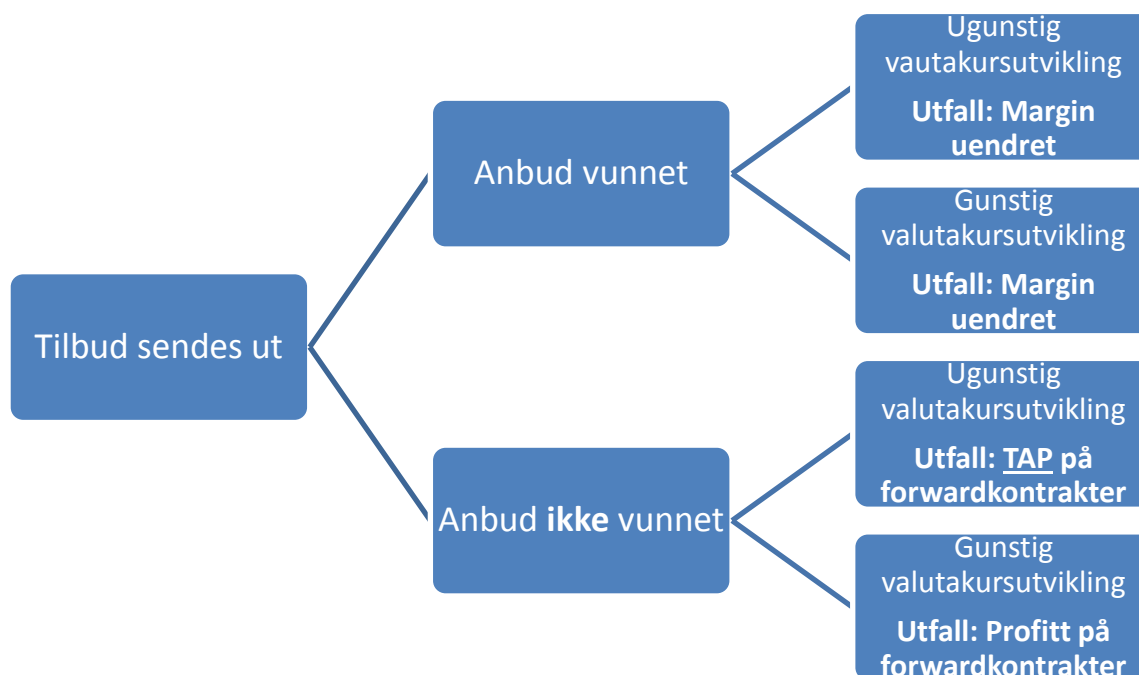
En annen ulempe ved rammeverket er at all varians behandles likt, mens det viktigste er å begrense nedsidevariansen i et risikostyringsperspektiv. I tillegg vil neste punkt argumentere for at forwardkontrakter³⁴ ikke nødvendigvis passer godt som sikringsargument i tilbudsfasen, og summert opp virker portefølje-/minimums variansrammeverk lite egnet i tilbudsfasen.

³³ $E(x)$ kunne for eksempel vært definert som $p * x + (1 - p) * 0$ der p er sannsynligheten for å vinne anbudet, og x er kontantstrømmen om anbudet blir vunnet. p vil av natur være vanskelig for et selskap å estimere presist, og dermed blir også $E(x)$ vanskelig å definere.

³⁴ Den samme argumentasjonen vil følge for futureskontrakter.

3.2.3 Forwardkontrakter

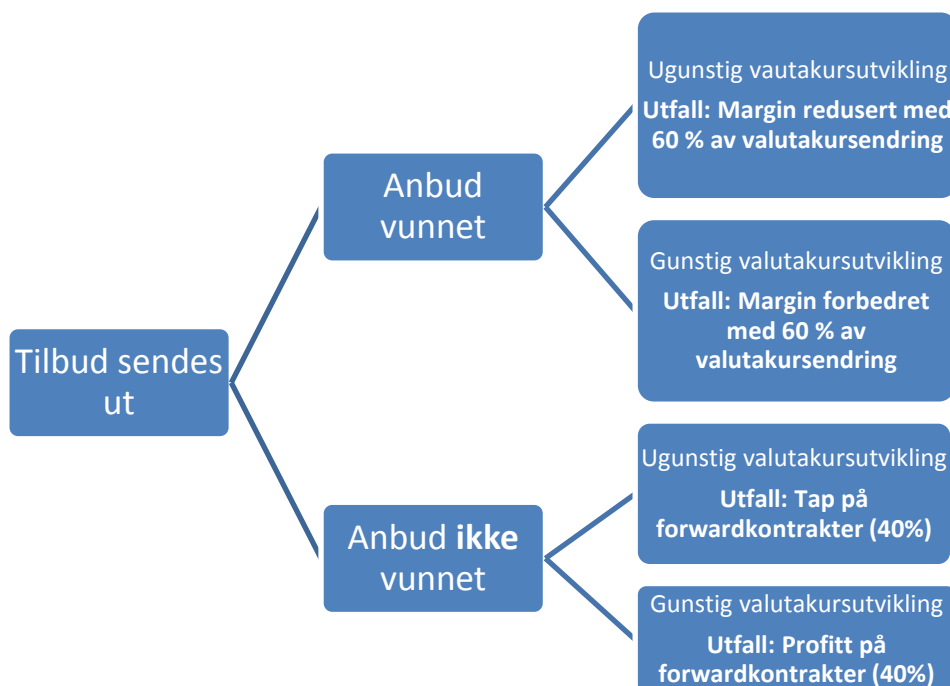
Ved valutasikring kan en forwardkontrakt være et godt instrument om man kjenner den fremtidige kontantstrømmen som skal sikres da forwardkontrakter låser inn den fremtidige valutakursen. I en tilbudsphase derimot har forwardkontrakten begrensninger i forhold til hvor bra den vil fungere. Om selskapet ikke vinner anbudet vil de fremdeles være bundet av forwardkontrakten slik at forwardkontrakten påfører selskapet valutarisiko de ellers ikke ville ha hatt uten sikring. Dette kan illustreres i et utfallstre der et selskap antas å ha sikret prosjektverdien 100% med forwardkontrakter:



FIGUR 3.2: Utfallstre for forwardkontrakter med 100% sikring

Som figur 3.2 illustrerer, så vil forwardkontrakter fungere bra om selskapet vinner anbudet ved at prosjektmarginen holdes uendret (det selskapet vinner/taper på forwardkontrakten kanselleres ut av det selskapet taper/vinner på den underliggende posisjonen i prosjektet). Om anbudet derimot blir tapt, så viser figuren at forwardkontraktene utsetter selskapet for valutaeksponering de ikke ville ha hatt om de ikke inngikk sikringsposisjonen med forwardkontrakter. Avhengig av den underliggende valutakursutviklingen kan dette føre til ubegrenset tap eller gevinst på posisjonene i forwardkontraktene fordi kontraktene må gjøres opp og dermed dekkes i spotmarkedet.

van Capelleveen & Wijckmans (2005) skriver at en kjent metode for å redusere valutarisiko er å inngå forwardkontrakter i beløp likt forventet cash flow. Om jeg overfører denne tolkningen til tilbudsfasen vil det si at man inngår forwardkontrakter på prosjektets størrelse ganget med sannsynligheten for å vinne anbudet slik at hedge-ratioen er lik sannsynligheten for å vinne anbudet. Om sannsynligheten for å vinne anbudet antas å være 40 % kan sikringen illustreres i følgende utfallstre:



FIGUR 3.3: Utfallstre for forwardkontrakter med 40% sikring

Figur 3.3 viser at hedge-ratio lik sannsynlighet for å vinne anbud alltid vil ende opp «feil» (så lenge sannsynligheten for å vinne anbud er ulik 0% og 100%). Om selskapet vinner anbudet vil prosjektet være under-hedget, og om selskapet taper anbudet vil prosjektet være over-hedget.

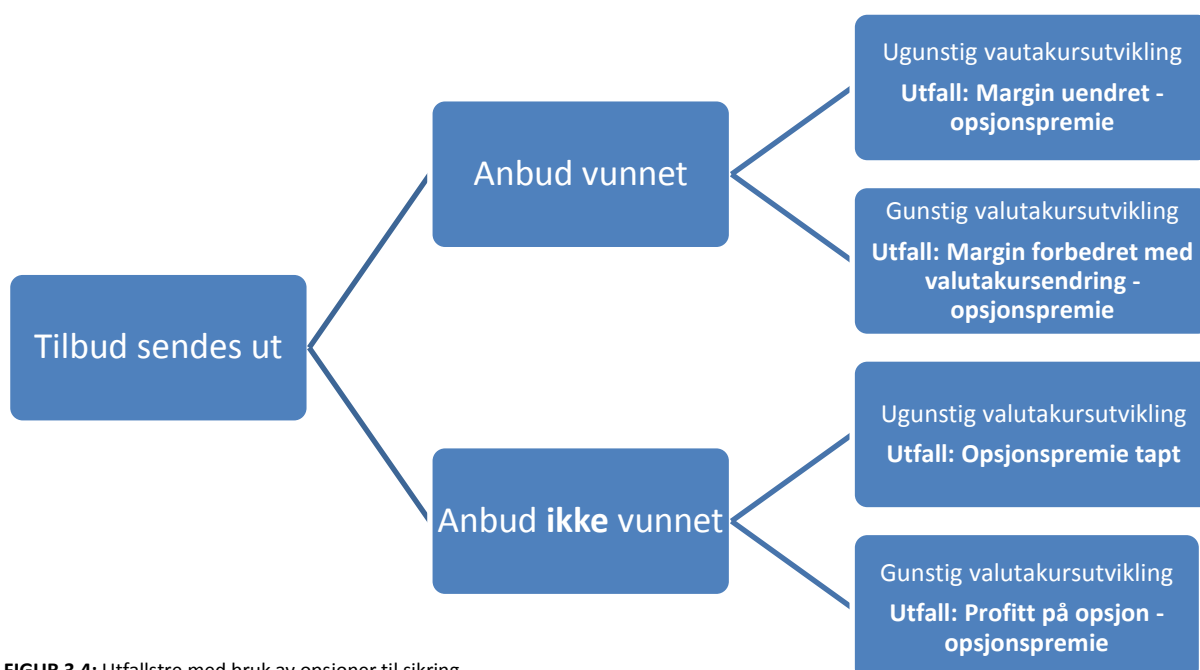
Jeg vurderer det som et dårlig utgangspunkt å sikre med en strategi som gjør at sikringen ikke blir god uansett utfall av tilbudsfasen. Det betyr at jeg ikke vil vurdere strategier som involverer bruk av forwardkontrakter som ikke dekker 0% eller 100% av prosjektverdien. Dette omfatter også hedge-ratioer for bruk av futures- eller forwardkontrakter utledet for eksempel med porteføljeteori med minimum varians som mål (se seksjon 3.2.2) der man kan ende opp med en hedge-ratio ulik 0 eller 1.

Selv om bruk av forwardkontrakter som illustrert har begrensninger i forhold til tilbudsfasen, er dette et så vanlig instrument at jeg vil benytte det i analysen. Som følge av argumentasjonen over vil jeg kun analysere forwardkontrakter som sikrer hele prosjektverdien³⁵.

3.2.4 Valutaopsjoner

3.2.4.1 Plain vanilla valutaopsjoner

På grunn av tilbudsfasens usikkerhet for om anbudet blir vunnet eller ikke, så vil opsjonalitet være en gunstig egenskap ved sikringsstrategien som benyttes. Derfor kan valutaopsjoner være et godt alternativ som sikringsinstrument. Feiger & Jacquillat (1979) forklarer at valutaopsjoner er gunstige å bruke for selskaper som skal sikre betingede utfall som i en anbudskonkurranse. På samme måte som jeg illustrerte sikring med forwardkontrakter i et utfallstre kan jeg illustrere bruken av plain vanilla opsjoner, her kjøpt at-the-money:



FIGUR 3.4: Utfallstre med bruk av opsjoner til sikring.

Som illustrert i figur 3.4 bergenser valutaopsjoner tapet til å bli likt opsjonspremien betalt. Om selskapet som sikrer med opsjoner ikke vinner anbudet oppstår ikke risiko for ubegrenset tap som med forwardkontrakter. I tillegg er en annen positiv egenskap ved valutaopsjonen at den ikke begrenser oppsiden ved gunstig valutakursutvikling (sett bort ifra opsjonspremien). Nedsiden ved valutaopsjoner er at opsjonspremien kan være dyr,

³⁵ Det vil si at størrelsen på forwardkontraktene er lik netto valutaeksponering.

spesielt sammenlignet med forwardkontrakter som i utgangspunktet inngås så de har null verdi.

Et spørsmål som dukker opp ved bruk av opsjoner er hva slags innløsningskurs opsjonene skal kjøpes med, in-the-money (ITM), at-the-money (ATM) eller out-of-the-money (OTM). Siden formålet er å begrense fall i prosjektverdi er det ikke noe poeng å benytte seg av opsjoner ITM. I tillegg vil disse opsjonene helt klart være dyrest. Derfor står valget mellom å kjøpe opsjoner som er ATM eller OTM. Jeg vil argumentere for at begge kan benyttes. Om fokuset er på å forsvare prosjektverdien så godt som mulig slik at den ikke reduseres på grunn av valutakurssvingninger, så vil opsjoner ATM være et godt alternativ. Nedsiden ved å kjøpe opsjoner ATM er at de vil ha en høy opsjonspremie relativt til opsjoner OTM.

Opsjoner OTM er et godt alternativ om man tåler fluktusjon i prosjektverdi på grunn av valutakurssvingninger, men ønsker å ha en shortfall-grense som i seksjon 3.1.3.

Opsjonspremiene for opsjoner OTM er lavere jo lengre opsjonene er «ute av pengene», og gjør derfor at tapet om anbudet ikke blir vunnet blir lavere.

I analysedelen vil jeg analysere både med opsjoner som er forward-ATM³⁶ og OTM. For opsjoner OTM vil shortfall-grenser på 10%, 20%, 50% og 100% (margin lik 0) benyttes i analysedelen. For å finne innløsningskursen til disse opsjonene har jeg funnet ut hvor mye valutaene simultant kan bevege seg i ugunstig retning for at shortfall-grensene skal realiseres³⁷. Ved disse strategiene er alle opsjonene kjøpt prosentvis like langt «ute-av-pengene», med andre ord er et premiss for strategiene at de fire valutaparene på forhånd anses for å være like risikable. Resultatene for hvor store de ugunstige valutakursendringene må være for å nå de nevnte shortfall-grensene i casestudiet av Kværners tilbud er presentert i tabell 3.1³⁸. Som tabellen viser, så kan opsjonene kjøpes lengre «ut av pengene», jo lavere valutaeksponeringen er, gitt en bestemt shortfall-grense.

³⁶ Innløsningskurs lik forwardkurs med levering samtidig som opsjonens utløpsdato, heretter kalt forward-ATM.

³⁷ Innløsningskurs for opsjonene blir dermed $S_0 * (1 + \% \text{ ugunstig valutakursendring})$ (minus for USD-opsjoner siden de sikrer en inntekt, og dermed vil være putopsjoner).

³⁸ Merk at shortfall-grensen er satt før opsjonspremier er betalt. Det vil si at marginen i realiteten maksimalt kan falle like mye som shortfall-grensen tillater pluss opsjonspremien som er betalt.

Tilbud I USD			Tilbud I NOK		
Ugunstig valutakursendring	Margin	Prosent nedgang I margin	Ugunstig valutakursendring	Margin	Prosent nedgang I margin
0.616%	540	-10%	1.968%	540	-10%
1.235%	480	-20%	3.904%	480	-20%
3.091%	300	-50%	9.713%	300	-50%
6.185%	0	-100%	19.393%	0	-100%

TABELL 3.1: Utregning av prosentvis out-of-the money innløsningskurs til analysen av Kværners tilbud.

Når plain vanilla opsjoner blir brukt i analysedelen vil opsjonene som brukes for å sikre kostnadsvalutaene GBP, EUR og PLN være callopsjoner, men opsjonene som sikrer inntekt i USD vil være putopsjoner.

3.2.4.2 Basketopsjon

Basketopsjonen passer bra for selskap som er utsatt for eksponering mot flere valutaer. En basketopsjon vil på grunn av korrelasjon mellom de ulike valutaparene være billigere enn summen av enkeltopsjoner på de samme valutaparene (Wystup, 2009) i tillegg til reduserte transaksjonskostnader (Deelstra, Liinev, & Vanmaele, 2004). Ulempen med basketopsjoner er som nevnt i seksjon 2.3.4.3.1 at den ikke vil dekke eksponering like fullverdig som enkeltopsjoner. Tross dette virker basketopsjonen godt passende for et selskap som er eksponert mot flere valutaer i tilbudsfasen. I casestudiet er Kværner eksponert mot flere valutaer, og basketopsjonen vil testes i analysen som en erstatning av de individuelle callopsjonene.

3.2.5 Sikringsstrategier

I tillegg til at man enkeltvis kan benytte instrumentene diskutert over til å sikre tilbudsfasen, og variere bruken ved å benytte ulik innløsningskurs for opsjonsproduktene, så kan også strategier som presentert i seksjon 2.3.6 benyttes i tilbudsfasen.

3.2.5.1 Call (put) spread³⁹

Wystup (2010) viser at denne strategien ikke nødvendigvis gir full beskyttelse om en er nødt til å gjennomføre en transaksjon i utenlandsk valuta samme dato som opsjonsstrategien forfaller. Om valutakursen er høyere enn K_2 vil strategien gjøre at selskapet både kjøper og selger valuta slik at det står igjen med en gevinst lik $K_2 - K_1$, men selskapet vil ikke stå igjen

³⁹ Putopsjonen vil gjelde når tilbudet betales i USD og fremtidig inntektsstrøm i USD skal sikres.

med utenlandsk valuta etter opsjonshandelen. Det betyr at det må i spotmarkedet for å kjøpe valuta til gjeldene valutakurs S_T for å kunne utføre nødvendig transaksjon. Effektivt vil en da betale spotkurs minus gevinsten fra opsjonsstrategien for valutaen, med andre ord er effektiv spotkurs lik $S_T - (K_2 - K_1)$. Om spotkursen blir veldig høy vil opsjonsstrategien gi begrenset beskyttelse, og selskapet kan likevel bli nødt til å betale en høy valutakurs. Dette illustreres med tall i tabell 3.2.

$K_1 = 7$	$K_2 = 7.4$	$S_0 = 7.2$		
Valutakursutfall	Payoff fra lang callopsjon	Payoff fra kort callopsjon	Total payoff	Realisert spotkurs
6.7	0	0	0	6.7
6.8	0	0	0	6.8
6.9	0	0	0	6.9
7	0	0	0	7
7.1	0.1	0	0.1	7
7.2	0.2	0	0.2	7
7.3	0.3	0	0.3	7
7.4	0.4	0	0.4	7
7.5	0.5	-0.1	0.4	7.1
7.6	0.6	-0.2	0.4	7.2
7.7	0.7	-0.3	0.4	7.3
7.8	0.8	-0.4	0.4	7.4
7.9	0.9	-0.5	0.4	7.5
8	1	-0.6	0.4	7.6

TABELL 3.2: Payoff-eksempel call spread og realisert spotkurs.

Tabell 3.2 viser at effektiv spotkurs øker når spotkursen overstiger K_2 , gitt at man må gjøre transaksjon i den utenlandske valutaen. Knyttet opp mot tilbudsfasen vil dette være gjeldende om selskapet vinner anbudet. Om man ikke trenger å gjennomføre transaksjon i utenlandsk valuta, i tilbudsfasen betyr det at anbudet tapt, vil opsjonsstrategien gi en positiv payoff om valutakursen overstiger K_1 (sett bort ifra opsjonspremie).

En positiv egenskap ved strategien er at man ved å ta en kort posisjon i opsjoner reduserer netto opsjonspremie, en egenskap som er ønskelig i tilbudsfasen. Selv om sikringsstrategien som forklart ikke nødvendigvis gir full sikring, så vurderer jeg den som interessant for en

tilbudsfase, og jeg ønsker å ha den med i analysedelen for å se hvordan den fungerer i casestudiet av Kværners tilbud.

Et spørsmål blir hvor stor innløsningskursen på den korte posisjonen skal være sammenlignet med den lange posisjonen. Innløsningskursen for den korte posisjonen representerer en trade-off mellom hvor godt sikringen skal fungere og hvor mye opsjonspremie man skal spare på strategien. Jeg vil i analysen benytte en call (put) spread med formål om å tjene inn 30% av opsjonspremien fra den lange posisjonen som består av opsjoner kjøpt forward-ATM. For å finne riktig innløsningskurs kunne et godt utgangspunkt være å undersøke opsjonspremiens partiellderiverte med hensyn på innløsningskurs⁴⁰. Men siden dette kun er en lineær approksimasjon, så blir disse verdiene unøyaktige når opsjonsverdien skal reduseres med 70%. Jeg har derfor benyttet målsøking til å finne de faktiske endringene nødvendig for å spare 30% opsjonspremie. Resultatene er som følger:

	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
Endring i innløsningskurs nødvendig for å tjene inn 30% opsjonspremie	4.17%	2.25%	3.20%	-4.20%

TABELL 3.3: Endring i innløsnings for de korte opsjonene i call (put) spread for å tjene inn 30% av opsjonspremien på de lange posisjonene.

3.2.6 Sikringsinstrumenter og sikringsstrategier oppsummert

Oppsummert vil jeg i analysedelen benytte sikringsinstrumentene og sikringsstrategiene som er presentert i tabell 3.4 i casestudiet av Kværner.

⁴⁰ Gitt av Garman og Kohlhagen (1983) som $\frac{\partial C}{\partial K} = -e^{-r_D T} N(x) < 0$ for premien på callopsjoner $C(S, T)$. Motsatt fortegn for premien på putopsjoner $P(S, T)$.

<i>Instrument</i>	<i>Strike</i>
Forwardkontrakter	- Forwardkurs
Plain Vanilla Opsjoner	- Forwardkurs
	- Shortfallgrense: 10% (se tabell 3.1)
	- Shortfallgrense: 20% (se tabell 3.1)
	- Shortfallgrense: 50% (se tabell 3.1)
	- Shortfallgrense: Margin = 0 (se tabell 3.1)
Basket Opsjon	- Forwardkurs

<i>Strategi</i>	<i>Strike</i>
Call (put) Spread	- Lang posisjon: Forwardkurs
	- Kort Posisjon: Forwardkurs + X% som definert i tabell 3.3

TABELL 3.4: Oppsummering av sikringsinstrumenter og sikringsstrategier som skal benyttes i analysen

3.3 Mål på sikringens effektivitet

I litteraturen finnes det flere mål på hvordan sikringens effektivitet, eller «hedge effectiveness», kan evalueres. Noen metoder som benyttes er å se hvor mye sikringsposisjonene utligner eksponeringen til den underliggende kontantstrømmen (*Dollar-Offset Method*), hvor mye variabiliteten reduseres (både total variabilitet, semi-variabilitet og nedre partiell moment) og regresjon. Disse metodene presenteres i Wystup (2010) og i Cotter & Hanly (2006). Videre presenterer Cotter & Hanly (2006) et mål som viser hvor mye sikringen reduserer VaR. Dette målet er konsistent med hvordan risiko vil måles i oppgaven, og sikringseffektiviteten (*HE*) kan uttrykkes som i ligning 3.3. Merk at likning 3.3 er basert på Cotter og Hanly (2006), men noe endret for å tilpasse at CFaR fremfor VaR benyttes som risikomål.

$$HE = 1 - \left[\frac{CFaR_{\alpha-sikret CF}}{CFaR_{\alpha-ikke sikret CF}} \right] \quad (3.3)$$

Der α er konfidensnivået til CFaR og *CF* denoterer cash flow.

Vurdering av sikringsstrategier opp mot hverandre med dette uttrykket vil være ekvivalent med å vurdere hvilke av strategiene som medfører lavest CFaR relativt til tilfellet der ingen valutasikring benyttes.

3.4 Andre hensyn i tilbudsfasen

3.4.1 Kostnader

Som allerede fastsatt som en målsetting, så vil fokuset i analysen være rettet mot å finne sikringsinstrument og sikringsstrategi som er best velegnet til å redusere valutarisiko i tilbudsfasen. Det er imidlertid viktig å presisere at kostnader er viktig i denne sammenheng, og derfor vil også hensynet til kostnadene vurderes i analysen. Gjennom kommunikasjon med Kværner angående problemstillingen har jeg forstått det slik at kostnadsaspektet er spesielt viktig når det gjelder sikring i tilbudsfasen, og at det er en aversjon mot å pådra store sikringskostnader i tilbudsfasen. Uten å ha noe konkret materiale å sammenligne med, så er det naturlig å anta at det samme vil gjelde andre selskaper som også er utsatt for valutarisiko i tilbudsfasen.

Et viktig spørsmål rundt sikringskostnader er hva som har størst aksept blant selskapets eiere og andre stakeholdere: Å tape et beløp x som tapte sikringskostnader eller å tape beløp x fordi selskapet ikke har sikret. Siden valutasvingninger er en naturlig del av å drive internasjonal virksomhet kan det tenkes at det er lettere å akseptere at selskapet har tapt en stor sum på ugunstige valutasvingninger enn at selskapet har brukt en stor sum på en sikringsstrategi som ikke slår inn fordi valutakursene har fluktuert lite. Aversjonen mot å bruke store beløp på valutasikring vil mest sannsynlig være ekstra fremtredende i en tilbudsfase siden selskapet på dette tidspunktet ikke en gang vet om det vil foreligge fremtidige kontantstrømmer. Det er derfor nærliggende å tenke at rapportering av store tap på grunn av dyre sikringsstrategier i en tilbudsfase, eller at et prosjekts margin er kraftig «spist opp» av store sikringskostnader vil bli tatt imot negativt av et selskaps stakeholdere. Dilemmaet for et selskap ligger i at det også vil oppfattes negativt om prosjektmarginen er «spist opp» fordi selskapet ikke har utøvd god valutasikring. Derfor er det i hovedsak opp til hvert enkelt selskap å vurdere aversjon mot å tape penger fordi man ikke har sikret opp mot å tape penger fordi man har brukt store beløp på å sikre.

3.4.1.1 Vurderinger av strategi og kostnader

På grunn av kostnadenes implikasjon for sikring av tilbudsfasen vil jeg i analysen også måle sikringsstrategiene i et kost/nytte-perspektiv. For å gjøre det vil effektiviteten til sikringsstrategiene, her målt med 95%- og 99% CFaR og minimum utfall, bli målt opp mot

kostnaden til de respektive sikringsstrategiene. Effektiviteten vil måles ut ifra hvor mye sikringsstrategiene reduserer risikomålene. De tre målene jeg vil vurdere kan skrives som følger:

$$\frac{CFaR_{95\%}-uten\ sikring - CFaR_{95\%}-med\ sikringsstrategi\ n}{Sikringskostnader_{sikringsstrategi\ n}} \quad (3.4)$$

$$\frac{CFaR_{99\%}-uten\ sikring - CFaR_{99\%}-med\ sikringsstrategi\ n}{Sikringskostnader_{sikringsstrategi\ n}} \quad (3.5)$$

$$\frac{Minimum\ utfall_{med\ sikringsstrategi\ n} - Minimum\ utfall_{uten\ sikring}}{Sikringskostnader_{sikringsstrategi\ n}} \quad (3.6)$$

Der n denoterer sikringsstrategi.

3.4.2 Følge prognoser

I et ikke-finansielt selskap vil et spørsmål være om man alltid skal valutasikre eller om man skal følge «eksperter» valutaprognoser og sikre om prognosene tilsier at det er behov for å gjøre det. Studiet til Landberg og Tellesbø (2005) kan kaste et lys over dette spørsmålet. De testet hvor godt et utvalg på fem skandinaviske banker traff med valutaprognosene sine for åtte ulike valutapar i tidsperioden 1994-2004. De fant at bankenes prognose for retning av fremtidig valutakursutvikling traff dårligere enn et tilfeldig myntkast for 65 % av prognoseforsøkene. De viste også at en random walk-prognose var overlegen sammenlignet med bankenes prognoser. Resultatene viser hvor vanskelig det er å si noe om fremtidig valutakurs. Å følge valutaprognoser kan karakteriseres mer som et sjansespill enn god risikostyring og kan antyde at en konsistent og mekanisk valutasikring for hver tilbudsfase er fordelaktig fremfor å gjøre situasjonsspesifikke sikringer basert på valutaprognoser.

4 ANTAGELSER OG BEGRENSINGER

For å begrense oppgavens omfang har jeg gjort antagelser og enkelte begrensninger med tanke på analysedelen som tar for seg casestudiet av Kværner. De er som følger:

- I tilfeller der Kværner har låst inn fremtidige valutatransaksjoner, for eksempel ved forwardkontrakter, og anbudet ikke blir vunnet, antar jeg at Kværner straks vil reversere transaksjonene i spotmarkedet fremfor å bygge opp valutareserver i balansen.
- Jeg antar at alle instrumentene og strategiene som blir benyttet i analysen er mulig for Kværner å kjøpe/konstruere over-the-counter.
- I analysen antar jeg at valutainstrumentene er priset med de teoretiske prisingsmodellene presentert i seksjon 2.
- I virkeligheten vil aktørene man handler derivater gjennom ta en kommisjon for å gjennomføre handelen. Jeg ser i oppgaven bort ifra slike kommisjoner for å begrense oppgavens omfang da det ville krevd mye tid og ressurser for å oppdrive presis informasjon rundt disse størrelsene. I tillegg ser jeg bort ifra eventuelle marginkrav som kan oppstå fra sikringsposisjonene.
- Jeg antar at tiden til tilbudsfasen på forhånd er kjent, det vil si at Kværner kjenner til datoen for når anbudskonkurransen avgjøres.
- Oppgaven er begrenset til å vurdere et prosjekt enkeltvis fremfor å vurdere en portefølje av prosjekter.
- Jeg antar at det er 80 handelsdager for valuta fra 01.03.2013 til 01.07.2013.
- Jeg antar 252 handelsdager i valuta i løpet av et år (som i Hull (2012)).
- Ved vurdering av valutarisiko ser jeg kun på den isolerte effekten for hvordan valutakurssvingninger direkte påvirker verdien av et prosjekt. Jeg vurderer ikke hvordan valutakurssvingninger eventuelt kan påvirke mulighetene for å vinne anbudet, eller hvordan fremtidig konkurransesituasjon potensielt kan påvirkes.
- Jeg antar at prisprosessen i uttrykk (2.8) er velegnet til å simulere valutakurser fire måneder frem i tid.

- For å begrense omfanget til oppgaven ser jeg bort ifra hedge accounting – hvordan de ulike sikringsstrategiene må regnkapsføres og implikasjonene rundt dette⁴¹.

⁴¹ Se for eksempel Wystup (2010) for mer om hedge accounting.

5 DATA

5.1 Valutadata

Daglige valutakurser for de fire valutaparene, NOKGBP, NOKEUR, NOKPLN og NOKUSD er lastet ned fra Norges Bank sine nettsider⁴² (lastet ned 04.03.2013). Valutadataen er bearbejdet ved at jeg har fjernet de «tomme» datoene som ikke inneholder notering av krone-kursen. Eksempler på slike dager er 1. mai, 17. mai og helligdagene i påske og jul. Jeg benytter meg av daglige noteringer tilbake til 05.11.2002 og frem til 01.03.2013.

I appendiks A.1 presenteres deskriptiv statistikk for daglig logaritmisk avkastning for ulike tidsperioder, grafisk fremstilling av avkastningens fordeling sammenlignet med en normalfordeling med samme gjennomsnitt og standardavvik og et Q-Q plot. Statistikken og plottene kan tyde på at dataseriene er fordelt med tykkere haler enn normalfordelingen. Observasjonen ser ut til å være i samsvar med teorien presentert for valutaavkastningens fordeling⁴³ i seksjon 2.3.4.2.

5.2 Rentedata

5.2.1 NIBOR

Tre- og seksmåneders NIBOR for den 01.03.2013 er lastet ned ifra Norges Banks nettsider⁴⁴ (lastet ned 04.03.2013).

5.2.2 LIBOR

Tre- og seksmåneders GBP-LIBOR, EUR-LIBOR og USD-LIBOR for den 01.03.2013 er lastet ned fra nettsidene til Federal Reserve Bank of St. Louis⁴⁵ (lastet ned 08.03.2013)

5.2.3 WIBOR

Tre- og seksmåneders WIBOR-rente er for den 01.03.2013 er hentet ut fra Thomson Reuters database.

⁴² <http://www.norges-bank.no/no/prisstabilitet/valutakurser/>

⁴³ Ytterligere betraktninger av datasettets fordeling vil ikke bli gjort. Ulike statistiske tester kunne vært gjort for å fastslå datasettets fordeling, men det ligger utenfor oppgavens fokus.

⁴⁴ <http://www.norges-bank.no/no/prisstabilitet/rentestatistikk/nibor-nominell-rente-daglige-noteringer/>

⁴⁵ <http://research.stlouisfed.org/fred2/categories/33003>

5.2.4 Interpolering av rentene

Siden jeg jeg trenger firemånedersrentene i analysen har jeg interpolert mellom tre- og seksmånedersrenten. Jeg har benyttet enkel lineær interpolering mellom punktene som demonstrert i Hull (2012). Den interpolerte firemånedersrenten kan skrives som:

$$r_{4\ mnd} = r_{3\ mnd} + (r_{6\ mnd} - r_{3\ mnd}) * \left(\frac{1}{3}\right) \quad (5.1)$$

6 METODE

I denne delen presenteres metodologien som vil bli benyttet til å gjøre analysene i casestudiet av Kværner, samt oppbygging av modellene som vil bli testet. Formålet med metodene er at de skal kunne benyttes til å simulere prosjektverdi/prosjektmargin ved slutten av tilbudsfasen i casestudiet av Kværner slik at valutarisikoen kan analyseres og ulike sikringsstrategier kan testes.

6.1 Volatilitet

I analysedelen benyttes valutakursenes volatilitet til å regne ut opsjonspremier og til simulering av fremtidige valutakurser. Det er derfor viktig å ha et godt og konsistent mål for volatiliteten til de fire valutaparene. Utgangspunktet for estimeringen av volatilitet vil være historiske valutakurser.

6.1.1 Likt vektet volatilitetsestimat

Valutavolatiliteten er i Wystup (2010) definert som «det annualiserte standardavviket til log-avkastningen» (s.15, egen oversettelse). Standardmetoden for å beregne volatilitet er å benytte seg av likt vektete observasjoner, og for å beregne volatiliteten konsistent med forutsetningen om lognormal valutaavkastning benyttes daglig logaritmisk avkastning som grunnlag for beregningene. Med Hull (2012) sin notasjon kan estimert volatilitet uttrykkes som:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad (6.1)$$

hvor $u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$, \bar{u} er avkastningens gjennomsnitt og n er antall observasjoner.

Ved kalkulering av volatiliteten må det tas en avgjørelse av hvor mye data som skal benyttes. Mer data vil gi større nøyaktighet, men kan samtidig føre til at data som er utdatert og ikke lenger like relevant blir benyttet. Derfor står man overfor et trade-off mellom nøyaktighet og relevans. En tommelregel foreslått av Hull (2012) er å benytte seg av n dager med daglig avkastningsdata lik perioden man skal benytte seg av fremover. I casestudiet av Kværner betyr det å benytte like mange dager som tilbudsfasens lengde, det vil si 80 dager med historisk avkastningsdata. Hull foreslår også at man kan benytte seg av 90 til 180 daglige observasjoner som et kompromiss mellom nøyaktighet og relevans ved beregning av volatilitet.

Jeg har regnet ut volatilitet basert på siste 80, 90 og 180 dager, i tillegg til siste 10 år (tilbake til 3. mars 2003) for å kunne sammenligne volatilitetsestimatene med hverandre. Dette gjør at jeg eventuelt kan endre på volatilitetsestimatet mitt om jeg vurderer estimatet basert på de siste 80 dagene som et upassende estimat for fremtidig volatilitet.

Ved annualisering av volatiliteten benyttes følgende omregningsformel:

$$\sigma_{\text{årlig}} = \sigma_{\text{daglig}} * \sqrt{\text{dager i året}} \quad (6.2)$$

Hull (2012) argumenterer for å benytte seg av antall tradingdager i året fremfor antall kalenderdager. Dette er i samsvar med praksis i virkeligheten, og jeg har valgt å benytte meg av 252 dager i året som antatt i seksjon 4.

Ved estimering av fremtidig volatilitet kan den likt vektete versjonen beskrevet over være upresis da den legger like mye vekt på den eldste observasjonen som på den nyeste observasjonen. Siden de nyeste observasjonene både kan antas mest relevant for dagens volatilitet, og for fremtidig volatilitet, er det utviklet ulike metoder som tar hensyn til dette. I appendiks A.2 presenteres to av disse metodene, EWMA og GARCH. Jeg har også benyttet disse metodene til å beregne volatiliteten for å kunne sammenligne med estimatene produsert med den likt vektete metoden. Resultatene er presentert i tabell 6.1.

6.1.2 Estimert volatilitet

Volatiliteten estimert med metodene presentert over finnes i tabell 6.1:

Estimeringsmetode	Daglig volatilitet				Årlig volatilitet			
	GBP	EUR	PLN	USD	Antatt dager i året	252		
	GBP	EUR	PLN	USD	GBP	EUR	PLN	USD
Standard likt vektet 80 dager	0.56%	0.31%	0.43%	0.61%	8.91%	4.87%	6.88%	9.64%
Standard likt vektet 90 dager	0.57%	0.31%	0.42%	0.61%	8.97%	4.98%	6.75%	9.67%
Standard likt vektet 180 dager	0.49%	0.32%	0.56%	0.56%	7.83%	5.12%	8.93%	8.96%
Standard likt vektet 10 år	0.64%	0.47%	0.68%	0.82%	10.13%	7.51%	10.74%	13.08%
EWMA $\lambda = 0.94$	0.85%	0.31%	0.38%	0.78%	13.49%	4.89%	6.05%	12.39%
GARCH (1,1)	0.92%	0.35%	0.46%	0.73%	14.58%	5.59%	7.29%	11.66%
GARCH (1,1) lang tids volatilitet	0.66%	0.45%	0.65%	0.80%	10.50%	7.14%	10.25%	12.73%

TABELL 6.1: Estimert volatilitet

Hull (2012) skriver at bruk av stokastisk volatilitet har liten innvirkning på opsjoner med varighet under ett år. Siden jeg både skal prise opsjoner med varighet på fire måneder og

simulere valutakurser fire måneder frem i tid antar jeg derfor at volatilitet estimert ut ifra lik vekting av de siste 80 observasjonene er tilstrekkelig til å produsere gode resultater. I tillegg vurderer jeg ut ifra resultatene presentert i tabell 6.1 at det ikke er urimelig å bruke volatilitetsestimatene utregnet med 80 dagers likt vektete observasjoner. Jeg vil derfor benytte disse estimatene videre i oppgaven. Dette vil også være konsistent med prisprosessen som skal benyttes i Monte Carlo-simuleringen⁴⁶. For å ha intern konsistens i oppgaven betyr valget av volatilitetsestimat at jeg også må benytte de siste 80 observasjonene og vekte de likt ved estimering av kovarians og korrelasjon mellom valutaparene.

I analysedelen vil også volatilitetsestimatene basert på 180 dager og 10 år med data bli benyttet, da som grunnlag for sensitivitetsanalyse av resultatene i analysedelen.

6.1.3 Implisitt volatilitet

I stedet for å estimere volatiliteten selv hadde et annet alternativ vært å benytte seg av markedets implisitte volatilitet som ifølge Wystup (2010) gir et innblikk i hvordan markedsaktørene anser at fremtidig volatilitet skal bli. Dette vil også gi mer markedsnære opsjonspremier siden det er denne volatiliteten som benyttes i kalkulasjonen av opsjonspremien. Wystup (2010) viser hvordan volatiliteten i virkeligheten ikke er konstant som i Black-Scholes-modellen, men varierer med tid. Ved å observere volatilitet for ulike tidsperioder kan man danne volatilitetens terminstruktur. I tillegg til å observere tidsvarierende volatilitet, kan man også observere at volatiliteten varierer med hvor dypt opsjonene er i pengene, et fenomen kalt for volatilitetssmilet. Ved å kombinere volatilitetens terminstruktur og volatilitetssmilet kan man grafisk fremstille en volatilitetsoverflate⁴⁷. Risk Metrics Technical Document (J.P.Morgan/Reuters, 1996) presenterer miksede resultater for om implisitt volatilitet gir bedre prognoser på fremtidig volatilitet enn metoder som benytter seg av historisk data.

6.2 Historisk simulering

Den første metoden som vil bli anvendt til å simulere fremtidig prosjektverdi med hensyn til endrede valutakurser er historisk simulering. Formålet med den historiske simuleringen er å evaluere valutarisikoen i tilbudsfasen fra et historisk perspektiv. Den historiske simuleringen

⁴⁶ Se seksjon 2.3.4.1 og 2.3.4.2.

⁴⁷ Den interesserte leser kan lese mer om dette i Wystup (2010) og Hull (2012).

vil være et nyttig supplement til Monte Carlo simuleringen som presenteres i neste seksjon da den generer scenarioer som faktisk ville ha blitt realisert i virkeligheten.

Jeg har benyttet metodologien presentert i Hull (2012) og Linsmeier & Pearson (2000). Metoden går ut på å benytte historisk data til å simulere fremtidige utfall, med antagelse om at historisk fordeling vil gjenspeiles i den fremtidige fordelingen. I analysen simuleres utfall av prosjektverdi ved tilbudsfasens slutt, 01.07.2013, ved å bruke historisk reelle utfall for de relevante markedsvariablene.

Et spørsmål tilknyttet den historiske simuleringen er hvor mye data som skal benyttes. Fordelen med å benytte mer data er at man får flere scenarioer. Ulempen med å benytte mer data er at sannsynligheten for å bruke utdatert data øker og at informasjon som ikke lengre er relevant for dagens situasjon påvirker resultatene. I analysen vil ti år med data bli benyttet slik at analysen inneholder flere ulike økonomiske klimaer, hovedsakelig oppdelt i markedsgjeninnhenting- og oppgang etter «dotcom-boblen», finanskrisen, og økonomisk usikkerhet etter finanskrisen. Dermed kan analysen belyse valutarisikoen i tilbudsfasen for et vidt spekter av makroomgivelser. Dette åpner også for scenarioanalyser gitt bestemte markedsklimaer.

Jeg vil stegvis beskrive hvordan jeg utfører den historiske simuleringen for tilbudssituasjonen til Kværner:

1. Jeg regner ut prosentvis endring i valutakursene for en periode på 80 dager som er tilsvarende lengden på tilbudsfasen. Ved å benytte data tilbake til 05.11.2002 gir det 2521 scenarioer med 80 dagers prosentvis endring i de fire valutaene. Scenario 1 vil være NOKGBP, NOKEUR, NOKPLN og NOKUSD sin endring fra 05.11.2002 til 03.03.2003 på henholdsvis $\{-1,83\%, 4,91\%, -1,41\% \text{ og } -2,63\%\}$. Scenario nummer 2521 vil være tilsvarende endring fra 06.11.2012 til 01.03.2013.

2. For hvert scenario regner jeg ut 80 dagers historisk simulert valutakurs med utgangspunkt i de faktiske valutakursene 1. mars 2013. Scenario 1 gir følgende simulerte valutakurser:

- NOKGBP: $8,6568 * (1 - 0,0183) = 8,498$ | NOKEUR: $7,4855 * (1 + 0,0491) = 7,853$ |
NOKPLN: $1,8047 * (1 - 0,0141) = 1,779$ | NOKUSD: $5,7581 * (1 - 0,0263) = 5,606$

3. Med de simulerte valutakursene kan jeg nå beregne hvordan prosjektets kostnader og inntekter har utviklet seg i hvert av scenarioene. Kostnadene og inntektene for prosjektet når tilbudet er priset i USD er presentert i tabell 1.4. Med de simulerte valutakursene i scenario 1 har disse størrelsene utviklet seg til følgende størrelser i NOK når tilbudsfasen avsluttes 01.07.2013 (tall i millioner):

- Kostnader med utgangspunkt i NOK: NOK 2900
- Kostnader med utgangspunkt i GBP: NOK 1014 ($119,33 * 8,498$)
- Kostnader med utgangspunkt i EUR: NOK 1084 ($138,00 * 7,853$)
- Kostnader med utgangspunkt i PLN: NOK 1018 ($572,39 * 1,779$)
- Inntekter med utgangspunkt i USD: NOK 6425 ($1146 * 5,606$)

4. Med de simulerte kostnadene og inntektene kan prosjektets margin regnes ut for hvert av scenarioene ved slutten av tilbudsfasen. For scenario 1 vil marginen i millioner NOK være:

- $6425 - (2900 + 1014 + 1084 + 1018) = 409$.

Det vil si at om valutakursene har samme utvikling som de hadde mellom 05.11.2002 og 03.03.2003 så vil prosjektet tape verdi på NOK 191 millioner ($409 - 600$) på grunn av ugunstig valutakursutvikling. Tilsvarende vil den historiske simuleringen gi ytterligere 2520 simulerte utfall for prosjektverdi gitt historiske valutakursendringer.

5. Til slutt kan risikomålene fra seksjon 3.1 beregnes ut ifra de simulerte scenarioene, og valutarisikoen i tilbudsfasen kan evalueres.

6.3 Monte Carlo Simulering

I denne delen beskrives fremgangsmåten for Monte Carlo simulering av fremtidige scenarioer, utforming av modellene som skal simuleres slik at valutarisiko i tilbudsfasen kan evalueres og ulike sikringsstrategier kan testes, samt prising av basketopsjon.

Fordelen med Monte Carlo simulering er at metoden tillater å simulere flere utfall enn den historiske simuleringen. I tillegg kan Monte Carlo simulering benyttes til å utvikle en modell som gjør at jeg kan teste ulike sikringsstrategier i tilbudsfasen og vurdere hvordan en gitt sannsynlighet for å vinne anbudskonkurransen kan ha innvirkning på sikringsbeslutningen. Linsmeier og Pearson (2000) fremhever Monte Carlo-simulering som en velegnet metode til

å simulere utfall som ikke trenger være lineære. De anser Monte Carlo-simulering som enkelt å implementere gitt at en har tilgang til nødvendig data, men at utregningene kan være tidkrevende. I tillegg vil simuleringene kunne gi misvisende resultater om inputparameterne er basert på historisk data som ikke er representativt for fremtiden. Dette kan imidlertid unngås ved å endre parameterne slik at de anses for å reflektere fremtidige verdier. I tillegg tillater metoden å utføre «what-if» -analyser ved å simulere for bestemte parameterverdier.

6.3.1 Simulering av valutakurser

Simuleringen vil som argumentert i seksjon 2.3.4.2 ta utgangspunkt i prisprosessen i ligning 2.17.

Ved å estimere parameterne som inngår i uttrykket og la datamaskinen trekke ut et tilfeldig tall mellom 0 og 1 og transformere det til et standard normalfordelt tall med forventning lik 0 og varians lik 1 ($N(0, 1)$) for ε , kan valutakursen for tid $t + 1$ simuleres.

Monte Carlo-simulering er et verktøy velegnet til å simulere scenarier for bruk i risikostyring eller til å prise opsjoner, spesielt om opsjonen ikke har en analytisk løsning. I mitt tilfelle er jeg opptatt av å simulere valutakursen for anbudets forfallsdato, og det er kun sluttkursen og ikke prisbanen til valutaen som er relevant for simuleringen. Startkursen for simuleringen vil være valutakursen ved starten av tilbudsfasen, 01.03.2013 som kan denoteres med S_0 . Datoen for tilbudsfasens sluttdato, 01.07.2013, kan denoteres som T (80/252), og dermed kan uttrykket for den simulerte valutakursen 01.07.2013 (S_T) skrives som:

$$S_T = S_0 e^{\left(r_D - r_F - \frac{1}{2}\sigma_S^2\right)T + \sigma_S \sqrt{T} \varepsilon_T} \quad (6.3)$$

For at simuleringen skal generere virkelighetsnære scenarier må inputvariablene i ligning 6.3 kalibreres slik at de reflekterer virkeligheten. Følgende inputvariabler benyttes:

S_0 vil for hver av valutakursene være valutakursen på tilbudsfasens startdato (tabell 1.4).

Hjemlig risikofri rente r_D vil som presentert i seksjon 2.3.5 være 4 måneders NIBOR-rente den 01.03.2013.

Utenlandsk risikofri rente r_F vil som i følge seksjon 2.3.5 være 4 måneders GBP-LIBOR, EUR-LIBOR, WIBOR og USD-LIBOR for henholdsvis GBP, EUR, PLN og USD den 01.03.2013.

Volatilitet σ vil som presentert i seksjon 6.1 være annualisert 80-dagers likt vektet standardavvik for 01.03.2013. Estimaten er presentert i tabell 6.1.

Tilfeldige standard normalfordelte tall $\varepsilon \sim N(0,1)$: For å generere ε benyttes først Excel-funksjonen «=RAND()» for å trekke et tilfeldig tall mellom 0 og 1 fra en diskret fordeling⁴⁸. Deretter benyttes Excel-funksjonen «=NORM.S.INV()» for å transformere det til et tilfeldig standard normalfordelt tall med forventning lik null og varians lik en⁴⁹.

I oppgaven skal fire valutapar som i virkeligheten er korrelert med hverandre simuleres. Siden formålet med simuleringen er å generere mest mulig realistiske utfall må simuleringen produsere utfall som gjengir reel korrelasjon mellom valutakursene. For å simulere korrelerte aktiva må korrelerte tilfeldig standard normalfordelte tall (ε) trekkes fra en fordeling som gjengir virkelig korrelasjon. I analysen er dette gjort ved å benytte Cholesky dekomponering.

6.3.2 Cholesky dekomponering

Før jeg kan benytte meg av Cholesky dekomponering må jeg først definere korrelasjonsmatrisen Σ mellom valutaparene. Korrelasjonen mellom hvert valutapar er regnet ut ved følgende formel (Hull, 2012)⁵⁰:

$$\rho_{XY} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (6.4)$$

$\text{Cov}(X, Y)$ er kovariansen mellom aktiva X og Y og er definert som:

$$E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)] \quad (6.5)$$

μ_X og μ_Y er gjennomsnittsverdier til X og Y .

Jeg har estimert kovariansen ved å benytte:

$$\text{cov}_n = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{n-1} - \bar{x})(y_{n-1} - \bar{y}) \quad (6.6)$$

⁴⁸ Nummeret som trekkes ut er et pseudo-tilfeldig (pseudorandom) nummer.

⁴⁹ En annen tilfeldig nummer generator som kunne blitt implementert er Box-Muller transformasjon.

⁵⁰ Wystup (2010) demonstrer hvordan markedsdata istedenfor kan benyttes til å finne implisitt korrelasjon mellom valutaparene.

cov_n er estimert kovarians mellom daglige endringer i X og Y ved dag n . x_{n-1} og y_{n-1} er daglig avkastning for X og Y for dag $n - 1$, \bar{x} og \bar{y} er estimert gjennomsnittsavkastning for X og Y . m er antall daglige observasjoner benyttet i estimeringen.

For at oppgaven skal være internt konsistent benyttes daglig avkastning de siste 80 dagene samt 80-dagers likt vektet volatilitet til å beregne kovarians og korrelasjon.

Korrelasjonsmatrisen for tre aktiva (1,2 og 3) kan dermed fremstilles som:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 \end{bmatrix} \quad (6.7)$$

Diagonalen med ett-tallene representerer aktivumenes korrelasjon med seg selv (ρ_{11} , ρ_{22} og ρ_{33}) og er per definisjon lik en. Estimerte kovarians- og korrelasjonsmatriser finnes i appendiks A.3.

Cholesky dekomponering går ifølge Haugh (2004) ut på å finne matrise C slik at:

$$C^T C = \Sigma \quad (6.8)$$

hvor T representerer transponert matrise. Merk at eksempelet i Haugh (2004) er utført på kovariansmatrise. Jeg dekomponerer korrelasjonsmatrisen som i Hull (2012) og Koekebakker & Zakamouline (2006).

For å kunne gjøre Cholesky dekomponering må matrise Σ ifølge Haugh (2004) være:

1. Symmetrisk så $\Sigma^T = \Sigma$
2. De diagonale elementene i matrisen tilfredsstiller $\Sigma_{i,i} \geq 0$
3. Matrisen må være positiv semidefinit

C er en triangulær matrise og kan skrives som i uttrykk 6.9.

$$C = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{23} & \alpha_{33} \end{bmatrix} \quad (6.9)$$

For finne matrise C benyttes den stegvise metoden demonstrert i Hull (2012). x_i denoterer nå det tilfeldige standard normalfordelte tallet generert med funksjonen «=NORM.S.INV(RAND())» i Excel. ε_i denoterer den tilfeldige standard normalfordelte

variabelen trukket fra den korrelerte fordelingen. Ifølge prosedyren til Hull (2012) er ε_1 , ε_2 og ε_3 for aktiva 1, 2 og 3 gitt ved:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= \alpha_{11}x_1 \\ \varepsilon_2 &= \alpha_{21}x_1 + \alpha_{22}x_2 \\ \varepsilon_3 &= \alpha_{31}x_1 + \alpha_{32}x_2 + \alpha_{33}x_3\end{aligned}\tag{6.10}$$

Med Hull (2012) sin prosedyre velges koeffisientene α_{ij} stegvis slik at korrelasjoner og varianser er korrekt. Prosedyren er presentert i appendiks A.4.

Etter at prosedyren for Cholesky dekomponering er benyttet til å generere tilfeldige standard normalfordelte tall (ε) fra ønsket fordeling kan ligning 6.3 benyttes til å simulere valutakursutfall for hvert av valutaparene.

6.3.3 Utvikling av modell for Kværners prosjektverdi

Formålet med Monte Carlo simuleringen er å bygge en modell som gjengir hvordan prosjektverdien i casestudiet av Kværners anbudskonkurranse varierer med valutakursene i løpet av tilbudsfasen. Videre er målet at modellen kan analysere hvordan bruk av sikringsstrategier virker i tilbudsfasen, og hvordan sannsynlighet for å vinne anbud eventuelt kan ha påvirkning for resultatet.

6.3.3.1 Modell for prosjektverdi:

Prosjektets verdi med hensyn til valutakurs kan skrives som ligning 6.11 om tilbudet er gitt i USD, og som ligning 6.12 om tilbudet er gitt i NOK.

$$\text{Prosjektverdi}_T^{\text{NOK}} = I^{\text{USD}} * S_T^{\text{USD}} - (K^{\text{EUR}} * S_T^{\text{EUR}} + K^{\text{GBP}} * S_T^{\text{GBP}} + K^{\text{PLN}} * S_T^{\text{PLN}} + K^{\text{NOK}})\tag{6.11}$$

$$\text{Prosjektverdi}_T^{\text{NOK}} = I^{\text{NOK}} - (K^{\text{EUR}} * S_T^{\text{EUR}} + K^{\text{GBP}} * S_T^{\text{GBP}} + K^{\text{PLN}} * S_T^{\text{PLN}} + K^{\text{NOK}})\tag{6.12}$$

Hvor I^n er prosjektert inntekt i valuta n , K^n er prosjektert kostnad i valuta n og S_T^n er simulert valutakurs for valuta n ved tid T simulert som beskrevet over.

Modellen uttrykker hvordan prosjektets verdi varierer med inntektene og kostnadenes valutakurs. Modellen vil benyttes til å generere fremtidige scenarioer for prosjektverdien, og vil være et nyttig verktøy for å beskrive tilbudsfasens risikoprofil.

6.3.3.2 Introduksjon av sikringsstrategi

Videre er det ønskelig å teste hvordan sikringsstrategiene i tabell 3.4 presterer i de simulerte scenarioene. Derfor kan modellen over utvides til å inkludere ulike sikringsstrategier. Modellen kan dermed uttrykkes som i ligning 6.13 når innbetaling er i USD:

$$\text{Prosjektverdi}_T^{NOK} = I^{USD} * S_T^{USD} - (K^{EUR} * S_T^{EUR} + K^{GBP} * S_T^{GBP} + K^{PLN} * S_T^{PLN} + K^{NOK}) + \sum_{i=1}^n D_n * SR_n \quad (6.13)$$

Hvor $D_n = \{0,1\}$ og $\sum_{i=1}^n D_n = \{0,1\}$. SR_n denoterer sikringsstrategi n sin payoff inkludert sikringskostnader. D_n er en dummy variabel som er lik 1 om sikringsstrategi n testes og 0 om den ikke testet.

Merk at det er satt en restriksjon i modellen slik at kun en sikringsstrategi kan benyttes om gangen. Modellen vil benyttes til å simulere hvordan de ulike sikringsstrategiene fungerer på de fremtidige simulerte utfallene, både gitt at Kværner vinner anbudskonkurransen, og gitt at Kværner taper anbudskonkurransen. Når ligning 6.13 simuleres gitt at Kværner taper anbudskonkurransen settes I^n og K^n lik null slik at selskapet kun står igjen med payoff (SR_n) fra sikringsstrategien som er benyttet.

6.3.3.3 Introduksjon av sannsynlighet for å vinne anbudskonkurranse

Ligning 6.13 simulerer scenarioer for prosjektets margin gitt at man vinner anbudet eller tap/gevinst⁵¹ gitt at en taper anbudet. Modellen sier derimot ikke noe om disse størrelsene i forhold til sannsynligheten for å vinne anbudet. Derfor ønsker jeg å utvide modellen slik at jeg kan simulere valutarisikoen og teste sikringsstrategier gitt ulike sannsynligheter for å vinne anbudet.

⁵¹ Tap kan både komme fra sikringskostnader og tap på sikringsposisjoner. Gevinst kan komme fra sikringsposisjonene, for eksempel ved at valutaopsjoner ender in-the-money og gir positiv payoff.

Formålet med å introdusere sannsynlighet for å vinne anbud er ikke at et selskap skal vite nøyaktig sannsynlighet for å vinne et anbud og deretter velge sikringsstrategi på bakgrunn av det. Det ville vært en øvelse som i virkeligheten nærmest ville vært umulig å gjennomføre. Formålet er istedenfor å gi en bedre beskrivelse av valutasikring i en tilbudsfasen, for eksempel at optimal sikringsstrategi kan være avhengig av hvor sannsynlig det er å vinne anbudet. En praktisk tilnærming der dette perspektivet kan benyttes er å bruke eventuelle anslag på sannsynlighet for å vinne anbud som støtte i beslutningsprosessen for valg av sikringsstrategi der valget står relativt likt mellom to ulike sikringsstrategier. Istedenfor å vite nøyaktig hvor stor sannsynlighet det er for å vinne et anbud kan det tenkes at et selskap gjennom erfaringer med anbudskonkurranser kan ha en forståelse for om sannsynligheten for å vinne et anbud for eksempel er nærmere «0-40%» enn «60-100%». Denne informasjonen kan potensielt bli benyttet til å «finspisse» sikringsstrategien til selskapet.

Utfallsrommet for å vinne et anbud er binært, enten vinner man anbudet, eller så vinner man ikke anbudet. Å vinne anbudet kan med inspirasjon fra Liede (2007) defineres som en binær variabel V :

$$V \in \Omega \quad (6.14)$$

der $\Omega = \{1,0\}$. 1 angir at anbud er vunnet og 0 angir at anbudet er tapt.

Videre kan X defineres som en diskret fordelt tilfeldig variabel mellom null og en⁵². V kan dermed estimeres med:

$$V = \begin{cases} 1 & \text{hvis } X \leq p_V \\ 0 & \text{hvis } X > p_V \end{cases} \quad (6.15)$$

der p_V er sannsynligheten for å vinne anbudet.

Om sannsynligheten for å vinne anbudet for eksempel er gitt som 5 % vil V være 1 om tallet X som trekkes ut er mindre eller likt 0,05 og 0 om X er større enn 0,05.

På denne måten kan valutarisiko og ulike sikringsstrategier vurderes gitt ulike sannsynligheter for at å vinne anbudet. I casestudiet vil jeg teste for sannsynligheter fra 5% til 95% for at Kværner vinner anbudet med 5% intervaller (5%, 10%, 15% 95%). 0% og

⁵² I analysen vil jeg trekke ut denne variabelen med Excel-funksjonen "=RAND()".

100% er utelatt fordi begge sannsynlighetene representerer tilstander der man er sikre på om Kværner vinner anbudet eller ikke. Om man er sikker på at Kværner ikke vinner anbudet, så er det ingen valutarisiko. Og om man er sikker på at Kværner vinner anbudet, så er kompleksiteten i problemstillingen vesentlig redusert, og valutarisikoen kan i utgangspunktet elimineres med for eksempel forwardkontrakter.

Modellen som testes med sannsynligheter for å vinne anbudet kan dermed uttrykkes som (her med innbetaling i USD):

$$\text{Prosjektverdi}_T^{NOK} = V * [I^{USD} * S_T^{USD} - (K^{EUR} * S_T^{EUR} + K^{GBP} * S_T^{GBP} + K^{PLN} * S_T^{PLN} + K^{NOK})] + \sum_{i=1}^n D_n * SR_n \quad (6.16)$$

$$D_n = \{0,1\} \text{ og } \sum_{i=1}^n D_n = \{0,1\}$$

6.3.4 Verdssettelse av basketopsjon

Monte Carlo-simulering benyttes også til å verdsette basketopsjonen som er med i analysen av sikringsstrategier. Ved verdsettelse av basketopsjonen vil valutakursene være simulert som tidligere beskrevet (seksjon 6.3.1 og 6.3.2). Siden de tre aktivaene som simuleres i basketopsjonen – NOKGBP, NOKEUR og NOKPLN – er korrelerte må jeg også her benytte Cholesky dekomponering for å simulere korrelerte aktiva. Prisen på basketopsjonen kan under forutsetning om risikonøytralitet estimeres ved å diskontere opsjonens simulerte payoff ved forfall (tid T) til opsjonens startdato (Tid 0) med risikofri rente⁵³.

Den simulerte verdien til basketporteføljen bestående av n korrelerte aktiva ved tid t formuleres av Bruno (2010) som:

$$V_t = \sum_{i=1}^n a_i * S_i \quad (6.17)$$

Hvor a_i er vekten til aktiva i og S_i er den simulerte verdien til aktiva i ved tid t .

Ved å simulere M antall verdier på basketporteføljen kan prisen på basketopsjonen ved tid t med forfall ved tid T ifølge Bruno (2010) estimeres med ligning 6.18.

⁵³ se for eksempel Hull (2012) og Cox, Ross, & Rubinstein (1979) for mer om risikonøytral verdsettelse.

$$\hat{C} = \frac{1}{M} \sum_{s=1}^M e^{-r(T-t)} g^s(T, V) \quad (6.18)$$

Hvor $g^s(T, V)$ betegner basketopsjonens payoff-funksjon og r er risikofri rente. Et eksempel på en basketopsjons payoff-funksjon er gitt i ligning 2.19.

En fordel ved å bruke Monte Carlo simulering til å estimere prisen på en opsjon er at nøyaktigheten på prisestimatet kan uttrykkes ved å finne standardfeilen til estimatet uttrykt i Hull (2012) som:

$$\frac{\omega}{\sqrt{M}} \quad (6.19)$$

Der ω er prisestimatets standardavvik og M er antall simuleringer. 95%-konfidensintervall for prisen f kan dermed finnes ved:

$$\mu - \frac{1,96\omega}{\sqrt{M}} < f < \mu + \frac{1,96\omega}{\sqrt{M}} \quad (6.20)$$

der μ er simuleringens gjennomsnittsestimat for opsjonens verdi.

Uttrykket viser at antall simuleringer må firedobles for at nøyaktigheten på prisestimatet skal dobles.

6.3.5 Variansreducerende prosedyre

Ifølge Hull (2012) er Monte Carlo-simulering generelt sett den mest numerisk effektive simuleringemetoden når antallet stokastiske variabler blir tre eller mer. Grunnen til det er at mens tiden det tar å utføre en Monte Carlo-simulering øker lineært med antall variabler, så pleier tiden andre metoder bruker å øke eksponentielt med antall variabler. Selv om Monte Carlo-simulering normalt sett er den numerisk mest effektive metoden, så vil man ofte trenge et stort antall utfall når for eksempel et derivats verdi skal kunne estimeres med høy presisjon.

Ved verdsettelsen av basketopsjonen vil jeg benytte meg av en variansreducerende metode kalt for «Antithetic Variable Technique» for å effektivt øke presisjonen på estimatet av opsjonsprisen. Metoden går ut på først å simulere payoff-utfall som beskrevet over, for så å gjenta den samme prosedyren ved å benytte motsatt fortegn på de tilfeldig genererte standard normalfordelte variablene. Dette vil i effekt doble antall payoff-utfall generert i simuleringen uten at man behøver å generere flere tilfeldig standard normalfordelte

variabler. I tillegg er en annen god egenskap ved denne metoden at når den ene verdien generert ligger over virkelig verdi, så vil den andre som regel ligge under virkelig verdi. Dermed kan man benytte snittet til hvert av estimeringsparene som et bedre estimat på opsjonens verdi. Dette er med på å motvirke skjevhet i utvalget som benyttes til å estimere verdien på opsjonen. Standardfeilen er som påpekt av Hull (2012) som oftest vesentlig lavere ved å bruke Antithetic Variable Technique enn ved å bruke dobbelt så mange enkeltutfall ($2M$).

7 ANALYSE – CASESTUDIE AV KVÆRNER

I denne delen vil jeg presentere analyseresultatene fra casestudiet av Kværners tilbudsfase.

Analysen er basert på tilbudet beskrevet i seksjon 1.3, og argumentasjonen i drøftingen.

Analysen er utført med metodologien beskrevet i metodedelen. Jeg vil først presentere

resultatene fra den historiske simuleringen. Deretter vil jeg presentere resultatene fra Monte

Carlo simuleringen og modellene i seksjon 6.3.3, samt en kost/nytte-vurdering av

sikringsstrategiene, og en sensitivetsanalyse med hensyn på inputparameterne. Til slutt vil

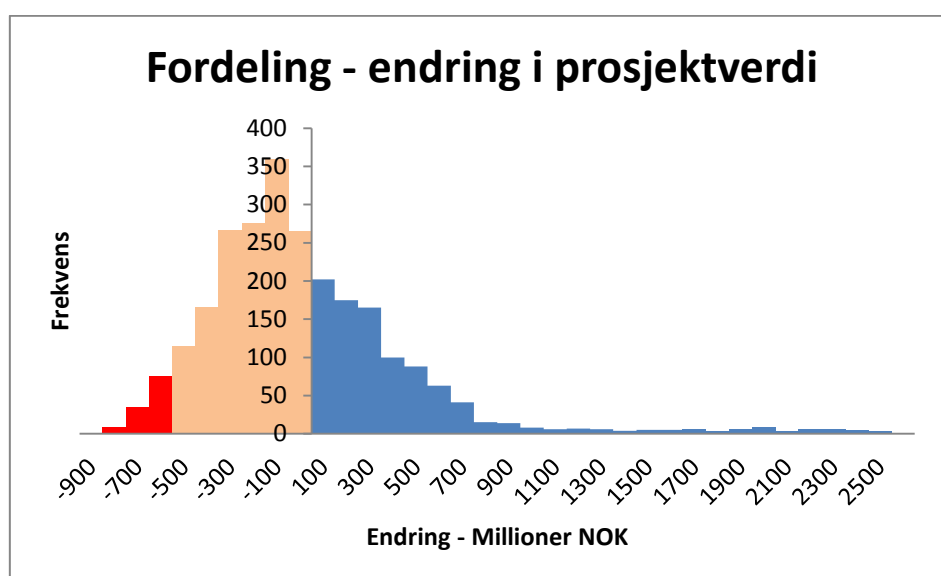
resultatene oppsummeres, og relevant lærdom vil bli trukket frem.

7.1 Historisk analyse

Først presenteres historisk analyse for single-currency innbetaling i USD, deretter i NOK.

7.1.1 Single-currency innbetaling - USD

Histogrammet i figur 7.1 viser fordelingen av prosjektets verdiendring fra den historiske simuleringen basert på de ti siste årene. Merk at verditap er fordelt fra venstre mot høyre i histogrammet slik at halen til venstre representerer fall i prosjektverdi, mens halen til høyre representerer verdioppgang. Analysen utgjør 2521 scenarier. Tabell 7.1 viser tilhørende statistikk. «Max margin» representerer den høyeste marginen prosjektet ville hatt som et resultat av valutakurssvingninger de siste ti årene. Tilsvarende representerer «Min margin» den laveste marginen for prosjektet.



FIGUR 7.1: Fordeling – endring i prosjektverdi. Rød farge markerer scenarier der prosjektverdi har blitt negativ, lysrød markerer scenarier med fall i verdi og blå markerer scenarier med økt verdi.

Antall scenarioer	Gjennomsnitt margin	Max margin	Min margin	Median margin	CFaR 95%	CFaR 99%
2521	573.64	3031.23	-226.84	490.12	595.84	726.34

TABELL 7.1: Statistikk scenarioer - historisk simulering single currency-innbetaling – USD. Tall i millioner NOK.

Som histogrammet i figur 7.1⁵⁴ og tabell 7.1 demonstrerer, så er prosjektets verdi potensielt utsatt for store endringer gitt historiske endringer i valutakursene. Siden oppgavens fokus er på risikostyring, så er det resultatene i den negative halen som er av størst interesse (halen til venstre i diagrammet). Figur 7.1 viser at prosjektverdien faller i en stor andel av scenarioene (markert med lyserød farge), mens en signifikant størrelse av scenarioene også har så ugunstige endringer i de fire valutakursene at prosjektets verdi blir negativt (markert med rød farge) i løpet av tilbudsfasen. Selv om gjennomsnittet av scenarioene har et moderat fall i margin på 26,3 millioner, så beskriver den historiske fordelingen at tilbudsfasen påløper vesentlig valutarisiko. Dette illustreres av det mest negative scenarioet der prosjektverdien faller fra 600 millioner til over -200 millioner, et tap i prosjektverdi på over 800 millioner som en isolert effekt av ugunstig valutakursendring⁵⁵.

Cash Flow at Risk-målet kan tolkes som at man med 95% sikkerhet kan si at verdien i tilbudsfasen ikke vil falle mer enn 596 millioner og med 99% sikkerhet kan si at verdien ikke vil falle mer enn 726 millioner, gitt at historisk fordeling er relevant for fremtidig fordeling. De høye CFaR-estimatene understreker at valutarisikoen er stor i tilbudsfasen når tilbudet er priset i USD, og at det eksisterer et potensiale for store verdifall i løpet av tilbudsfasen.

Det er videre interessant å se hvor stor andelen av scenarioene der prosjektverdien faller er, hvor stor andel av scenarioene som resulterer i negativ prosjektverdi, og hvordan scenarioene med negativ prosjektverdi fordeler seg mellom årene med data.

Antall scenarioer med fall i verdi	1568	% av totalt antall scenarioer	62.20%							
Antall scenarioer med negativ verdi	120	% av totalt antall scenarioer	4.76%							
Antall scenarioer med negativ prosjektverdi fordelt på år										
<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>	<u>2006</u>	<u>2007</u>	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>
14	30	4	0	0	3	40	23	6	0	0

TABELL 7.2: Scenarioer med fall i prosjektverdi og negativ prosjektverdi samt antall scenarioer med negativ prosjektverdi fordelt på år

⁵⁴ Merk at tap i prosjektverdi er fordelt fra venstre mot høyre i diagrammet.

⁵⁵ Dette scenarioet oppstod fra 04.03.09 til 01.07.09 da GBP styrket seg 4,43% mot NOK, EUR styrket seg 0,45% mot NOK, PLN styrket seg 7,85% mot NOK mens USD svekket seg 10,53% mot NOK.

Tabell 7.2 viser at prosjektverdien faller i 62,20 % av de historisk simulerte scenarioene. Tolkningen av dette tallet er at det er 62,20 % sannsynlighet for at et nytt prosjekt vil synke i verdi i løpet av tilbudsfasen på grunn av valutakurssvingninger, gitt at den historiske fordelingen er representativ for fremtidig fordeling. Ved å se på antall scenarioer der prosjektets verdi blir negativ, altså et fall i margin på over 600 millioner, så utgjør scenarioene 4,76 % av det totale antall scenarioer. Selv om historien ikke nødvendigvis vil gjenta seg selv, så understreker resultatene at en single-currency-struktur, der innbetalingen ikke er i NOK, er utsatt for betydningsfull valutarisiko. En av hovedårsakene til den store valutarisikoen er den store valutaeksponeringen en slik valutastruktur representerer.

Scenarioene med negativ prosjektverdi fordeler seg på årene 2003, 2004, 2005, 2008 2009, 2010 og 2011 der særlig 2003, 2004, 2009 og 2010 er sterkt representert. Ved å se nærmere på det økonomiske klimaet for de sistnevnte årene kan man få en indikasjon på hva slags økonomiske omgivelser som kan ha ført til disse scenarioene, og som potensielt kan beskrive hva slags makroomgivelser som kan føre til negative valutakursutfall vurdert med hensyn til prosjektets verdi i tilbudsfasen.

I Inflasjonsrapport 3/2004 (Norges Bank, 2004) beskrives den norske krone som stabil mot internasjonale hovedvalutaer utenom mot USD som svekket seg mot flere valuter i perioden før rapporten. USDs svekkelse mot NOK i denne perioden kommer tydelig frem i figur 7.2. Dette er med på å forklare scenarioene med negativ margin i dette tidsrommet siden inntekter kontraktstestet i USD gradvis ville blitt mindre verdt mot NOK i denne perioden. Inflasjonsrapport 2/2005 (Norges Bank, 2005) går mer detaljert inn på faktorer som kan ha vært med på å styrke NOK utover i 2005. Faktorer som trekkes frem er forventninger om fremtidig rentedifferanse, styrking av oljepris (spesielt fra starten av 2004), og lav volatilitet i de store valutaene som kan ha ført til at investorer har sett etter andre investeringsmuligheter. Styrket NOK vil være positivt for kostnadene i utenlandsk valuta, men tilsvarende være negativt for inntekter i utenlandsk valuta. Siden eksponeringen relativt sett er vesentlig større i inntektsvalutaen USD enn i kostnadsvalutaene vil totaleffekten dermed være negativ.

Lund (2011) viser at NOK-markedet blir mindre likvid i perioder med finansiell og politisk uro internasjonalt. Hun viser at den svekkede likviditeten korrelerer med en depresiering av NOK, noe som indikerer at NOK trolig ikke er en såkalt «safe haven-valuta». Dette kan være et tegn på at investorene er redde for ikke å komme seg ut av norske kroneplasseringer i situasjoner med uro som kan kreve rask likvidering av posisjoner. Denne historien kan ut ifra plottene i figur 7.2 stemme, spesielt mot USD og EUR som viser en markant svekkelse av NOK da finanskrisen stormet på sitt verste. Etter den markante svekkelsen av NOK ser man fra figur 7.2 at NOK gradvis har styrket seg igjen, trolig som resultat av at investorene gradvis har gjenvunnet tillit til NOK. Dette kan være med på å forklare de mange scenarioene med negativ prosjektverdi i 2009 og 2010.

De historiske begivenhetene nevnt ovenfor kan fungere som en indikasjon på årsaker og økonomisk klima som kan ha ledet til scenarioer med negativ prosjektmargin. Avsnittet er derimot ikke ment som en bestemt påstand, og temaet rundt NOK sin utvikling mot andre valutaer er i seg selv veldig kompleks, og velegnet for egne utredninger.



FIGUR 7.2: Historiske valutakurser: NOKGBP, NOKEUR, NOKPLN og NOKUSD. Data fra Norges Bank, se seksjon 5.

Tabell 7.3 oppsummerer den historiske simuleringen for kortere tidsperioder. Som resultatene viser har valutarisikoen vært betydelig lavere de siste par årene vurdert ut i fra

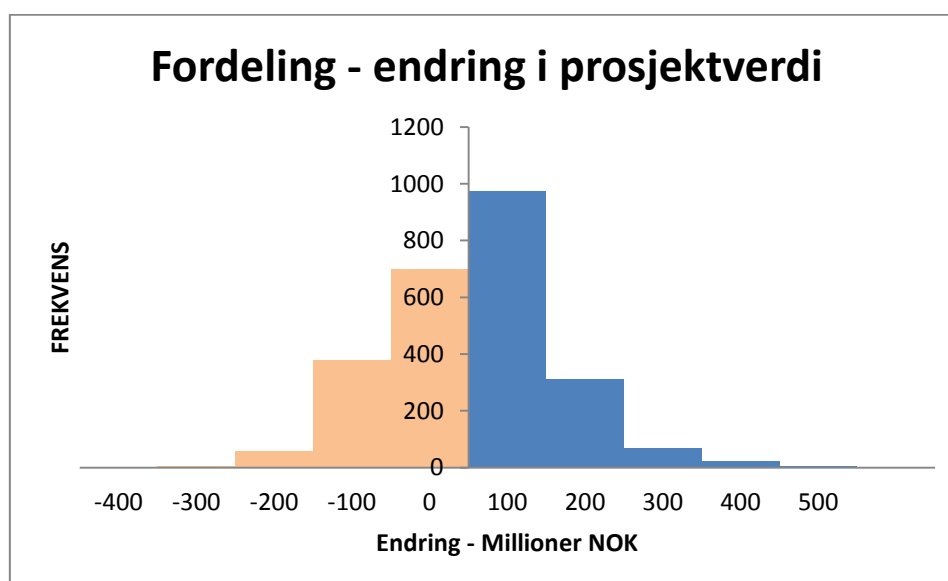
minimum margin og 95%- og 99% CFaR. Gitt valutakursenes utvikling etter 1. mars 2012, har ikke valutakursene utviklet seg ugunstig i stor nok grad til at prosjektverdien har blitt negativ i løpet av tilbudsfasens fire måneder. Om de siste par årene legges til grunn som mest relevant for hva som vil skje fremover, så betyr det at valutarisikoen er redusert sammenlignet med fordelingen basert på de siste ti årene. Tross redusert risiko, så er valutarisikoen fremdeles så stor at prosjektets verdi kan falle med 75 % i løpet av tilbudsfasen. I tillegg er det ingen garanti for at den historiske fordelingen er representativ for fordelingen til de kommende årene.

	<i>Fra</i> 03/03/2008	<i>Fra</i> 01/03/2011	<i>Fra</i> 01/03/2012
Antall scenarier	1263	507	252
Gjennomsnitt margin	667.22	593.55	539.67
Maksimum margin	3031.23	1355.02	1136.05
Minimum margin	-226.84	-134.11	151.59
Median margin	528.39	522.04	454.27
CFaR 95%	619.41	453.54	360.95
CFaR 99%	757.88	603.74	439.42

TABELL 7.3: Statistikk – ulike tidsperioder. Tall i millioner NOK.

7.1.2 Single-currency innbetaling – NOK

Fordelingen fra den historiske simuleringen ved innbetaling i NOK er presentert i histogrammet i figur 7.3, med tilhørende statistikk i tabell 7.4.



FIGUR 7.3: Fordeling – endring i prosjektverdi. Rød farge markerer scenarier der prosjektverdi har blitt negativ, lyserød markerer scenarier med fall i verdi og blå markerer scenarier med økt verdi.

Antall scenarioer	Gjennomsnitt margin	Max margin	Min margin	Median margin	CFaR 95%	CFaR 99%
2521	605.81	1035.81	266.04	613.14	168.76	256.67

TABELL 7.4: Statistikk - historisk simulering single currency-innbetaling – NOK. Tall i millioner NOK

Resultatene fra analysen viser at valutarisikoen i stor grad er redusert når den kontraktsfestede betalingen er i NOK istedenfor i USD. Histogrammet i figur 7.3 illustrerer at den negative halen i fordelingen av simulerte scenarioer ikke er like lang som ved betaling i USD. Den historiske simuleringen genererer ingen scenarioer der prosjektet har utviklet seg til å ha negativ verdi og i gjennomsnitt, så har faktisk prosjektverdien gått opp i scenarioene som resultat av valutakurssvingninger. Det mest negative utfallet i analysen er et fall i prosjektverdi på 334 millioner fra 600 millioner til 266 millioner, med andre ord et verdifall på ca. 55 %⁵⁶. Gitt den historiske fordelingen kan en med 95 % sannsynlighet forvente at det største tapet i prosjektverdi er på 169 millioner i tilbudsfasen. Med 99 % sannsynlighet er den samme størrelsen 257 millioner.

Sammenlignet med strukturen med innbetaling i USD er valutarisikoen sterkt redusert. Grunnen til det kan forklares av to viktige årsaker. For det første er antall valutaer prosjektverdien er eksponert mot redusert fra fire til tre. For det andre, og av enda større betydning, er størrelsen på valutaeksponeringen redusert med to tredeler. Nå er kun litt i overkant av halve kostnadsbasen til prosjektet eksponert mot valutasingninger, mens resten av kostnadene, samt innbetalingen som utgjør det største beløpet, er i NOK.

Antall scenarioer med fall i verdi	1139	% av totalt antall scenarioer	45.18%
Antall scenarioer med negativ verdi	0	% av totalt antall scenarioer	0.00%

TABELL 7.5: Antall scenarioer med fall i verdi og med negativ verdi

Tabell 7.5 viser at prosjektverdien synker i litt under halvparten av de historisk simulerte scenarioene på grunn av ugunstig valutakursutvikling, og at prosjektverdien som allerede påpekt ikke blir negativ i noen av scenarioene.

⁵⁶ Dette scenarioet oppstod fra 01.09.2008 til 19.12.2008 da NOK svekket seg 7,92% mot EUR, 23,48% mot GBP og 1,02% mot PLN.

	<i>Fra</i> 03/03/2008	<i>Fra</i> 01/03/2011	<i>Fra</i> 01/03/2012
Antall scenarioer	1263	507	252
Gjennomsnitt margin	628.18	636.94	617.62
Maksimum margin	1035.81	816.17	712.57
Minimum margin	266.04	482.33	517.49
Median margin	629.40	636.31	622.28
CFaR 95%	139.45	48.53	52.69
CFaR 99%	273.23	75.95	64.17

TABELL 7.6: Statistikk – ulike tidsperioder . Tall i millioner NOK.

Tabell 7.6 viser som for betaling i USD at valutarisikoen har vært betydelig lavere de siste par årene. Fra 1. mars 2011 har valutarisikoen vært moderat, noe som blant annet reflekteres i lave CFaR-estimer. I tillegg kan det merkes at scenarioene fra de siste par årene er fordelt med en forventet stigning i prosjektverdi på 37 millioner.

7.2 Monte Carlo Simulering

I denne delen vil jeg presentere verdsettelse av basketopsjonen som benyttes i analysen, analyseresultatene med innbetalingsstruktur i USD og NOK og resultatene fra modellene som tester sikringsstrategi både med og uten gitt sannsynlighet for å vinne anbudet.

7.2.1 Basketopsjon

For å simulere korrelerte standard normalfordelte variable må jeg som forklart i metoddelen utføre en Cholesky dekomponering. Basketopsjonen vil bestå av valutaene Kværner ellers ville ha kjøpt individuelle callopsjoner for, altså NOKGBP, NOKEUR og NOKPLN. Cholesky dekomponeringen er derfor gjort med hensyn på disse tre valutaene, og den resulterte matrisen C er som følger (for tolkning av matrise C , se seksjon 6.3.2):

1	0	0
0.36015	0.932893	0
0.134871	0.564765	0.814156

TABELL 7.7: Cholesky dekomponering NOKGBP, NOKEUR og NOKPLN

Siden kostnadene i GBP, EUR og PLN i utgangspunktet er like store, er hver av valutaene i basketopsjonen vektet med en tredel hver. Verdsettelsen av basketopsjonen er gjort i Excel

med 50 000 simulerte verdier for hver av valutaene som inngår i opsjonen. Videre har jeg benyttet Antithetic Variable Technique beskrevet i seksjon 6.3.5 for å forbedre prisestimatet. Resultatet for verdsettelsen av basketopsjonen er presentert i tabell 7.8.

<u>Verdsettelse basketopsjon</u>		<u>Sammenligning med enkelte callopsjoner</u>	
Verdi - C(T)	0.075925	<i>Individuelle opsjoner:</i>	
Standard error	0.000268	NOKGBP	20.64
95% konf. Lav	0.075399	NOKEUR	11.31
95% konf. Høy	0.076451	NOKPLN	15.81
		Sum individuelle	47.76
		Basketopsjon	39.16
		Differanse	8.60

TABELL 7.8 Verdsettelse av basketopsjon. Tall til venstre i NOK per sikret enhet av kurvens valuta (1/3 GBP, 1/3 EUR og 1/3 PLN) . Tall til høyre i millioner NOK.

Tabellen viser den estimerte verdien av basketopsjonen. Multiplisert med hovedsetet til de tre valutaparene blir den totale verdien på basketopsjonen 39,16 millioner, og som tabell 7.8 viser er dette 8,60 millioner lavere enn å kjøpe individuelle opsjoner for hver av valutaparene. Standardfeilen og 95% konfidensintervall for verdien av basketopsjonen er også presentert i tabellen. Prisestimatet i tabell 7.8 vil bli brukt videre i analysen.

7.2.2. Analyse av tilbudsfasen

I analysen av tilbudsfasen har jeg utført 50 000 simuleringer for hver av de fire valutaparene, og dermed i effekt også simulert 50 000 utfall for prosjektverdi. For å kunne simulere de fire valutakursene har jeg utført Cholesky dekomponering for de fire valutaparene. Den resulterte Cholesky-matrisen C er følgende:

1	0	0	0
0.360149	0.9328948	0	0
0.134871	0.564764	0.814157	0
0.761641	0.1347226	-0.190348	0.6045832

TABELL 7.9: Cholesky dekomponering av NOKGBP, NOKEUR, NOKPLN og NOKUSD

Videre har jeg utført analyse med en binær variabel for om Kværner vinner anbudet eller ikke som i ligning 6.15. Denne variabelen er simulert med 5% intervall fra 5% sannsynlighet for å vinne anbudet opp til 95% sannsynlighet for å vinne anbudet. For hver av de to analyserte betalingsstrukturene resulterer dette i 950 000 scenarioer. Videre testes åtte

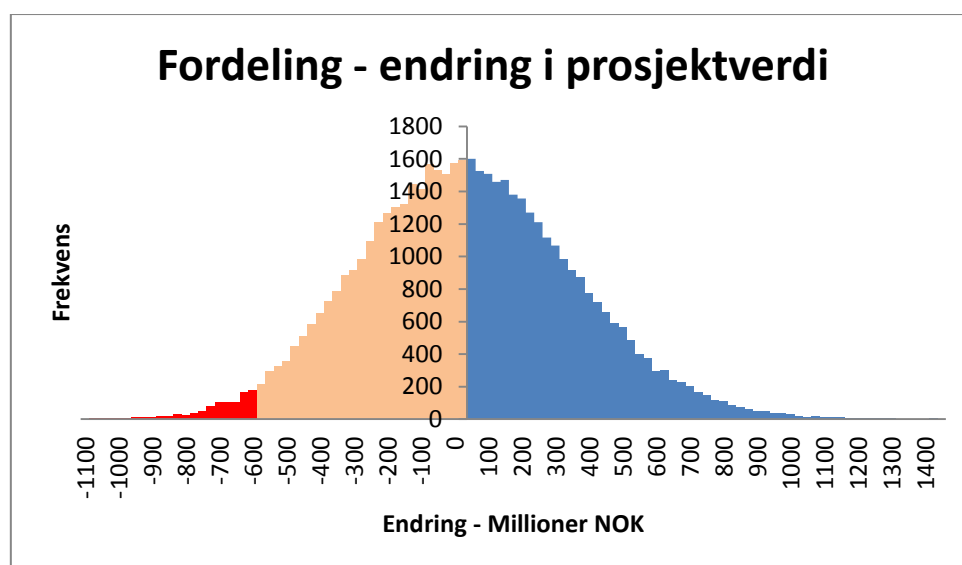
ulike sikringsstrategier slik at det for hver av betalingsstrukturene totalt er simulert 7 600 000 scenarier.

Først vil de simulerte utfallene ved single-currency innbetaling i USD presenteres sammen med en analyse av tilbudsfasens risikoprofil. Etter det vil resultatene for de ulike sikringsstrategiene presenteres før analysen med gitte sannsynligheter for å vinne anbudskonkurransen introduseres. Sikringsstrategiene som testes er presentert i seksjon 3.2 og oppsummert i tabell 3.4. Deretter vil de samme resultatene presenteres for single-currency innbetaling i NOK. Til slutt vil det gjøres en kost/nytte-vurdering av de testede sikringsstrategiene som presentert i seksjon 3.4.1.1 samt en sensitivitetsanalyse av de simulerte scenarioene for å vurdere analysens robusthet med hensyn til inputparametere.

7.2.3 Single-currency innbetaling - USD

Histogrammet i figur 7.4 viser fordelingen av de simulerte endringene i prosjektverdi.

Tilhørende statistikk er presentert i tabell 7.10.



FIGUR 7.4: Fordeling – endring i prosjektverdi. Rød farge markerer scenarier der prosjektverdi har blitt negativ, lysere farge markerer scenarier med fall i verdi og blå markerer scenarier med økt verdi.

Antall scenarier	Gjennomsnitt		Minimum	
	margin	Maksimum margin	margin	Median margin
50000	626.45	2012.84	-484.00	618.52
CFaR 95%	CFaR 99%			
479.07	674.08			
Antall scenarier med fall i margin	Antall scenarier med fall i margin %	Antall scenarier med negativ margin	Antall scenarier med negativ margin %	
23817	47.63%	939	1.88%	

TABELL 7.10: Statistikk - Monte Carlo simulering – single currency-struktur USD. Margin og CFaR i millioner NOK

Fordelingen viser at det er en estimert sannsynlighet for at prosjektets verdi skal falle på grunn av valutakurssvingninger på 47,6 %. Tilsvarende er sannsynligheten for at endring i valutakursene skal føre til negativ verdi på prosjektet estimert til 1,9 %. Den estimerte fordelingen forslår at det er betydelig sannsynlighet for at prosjektets verdi kan svekkes i løpet av tilbudsfasen, selv om prosjektet i gjennomsnitt er estimert til å ha en liten verdioppgang.

Verdifallet kan ut ifra de simulerte scenarioene bli katastrofalt stort. Det største verdifallet er simulert til å være på 1084 millioner, fra 600 millioner til -484 millioner⁵⁷ og kan betegnes som et katastrofescenario. Prosjektverdiens risiko målt med Cash-Flow-at-Risk understreker risikoen for store fall i prosjektverdien i løpet av tilbudsfasen, 95%- og 99% CFaR utgjør ca. 80% og 112% av opprinnelig prosjektverdi. De simulerte scenarioene er i samsvar med den historiske simuleringen ved det faktum at begge analysene indikerer at valutarisikoen er stor i tilbudsfasen.

Siden Kværner driver internasjonalt kan fluktasjoner i valutakursene forventes, og små kursendringer er ikke nødvendigvis et stort problem. Det er de store valutakurssvingningene som potensielt kan skape store negative konsekvenser for prosjektverdien. Det er derfor av betydning å undersøke sannsynligheten for at valutakursene endrer seg slik at verditapet blir stort. For å undersøke sannsynligheten for store verditap er det nyttig å se på den estimerte kumulative sannsynligheten for endring av prosjektverdi presentert i tabell 7.11.

Δ Prosjektverdi:	-120%	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
<i>Kumulativ sannsynlighet</i>	0.63%	1.88%	3.14%	4.96%	7.55%	11.02%	15.24%	20.38%	26.49%	33.04%	40.23%	47.63%

TABELL 7.11: Kumulativ sannsynlighetsfordeling for endring av prosjektverdi.

Den estimerte kumulative sannsynlighetsfordelingen gir et bilde på prosjektets valutarisiko, eller shortfall-risiko. Tolkningen av resultatene i tabellen er for eksempel at det er en estimert sannsynlighet på 11% for at prosjektets verdi kan falle med 60% eller mer i løpet av tilbudsfasen som et resultat av endringer i valutakursene. Den estimerte sannsynlighetsfordelingen gir et bilde på risikoprofilen i tilbudsfasen og kan for eksempel være et nyttig verktøy når man skal vurdere om man ønsker å sikre prosjektet mot all

⁵⁷ I dette scenarioet er GBP simulert til å svekke seg 17,9% mot NOK, EUR til å svekke seg 6,7% mot NOK, PLN til og svekkes seg 6,8% mot NOK og USD til å svekke seg 21,34% mot NOK.

verdinedgang, eller om man kun ønsker å sikre mot halerisiko. Den kumulative sannsynlighetsfordelingen understreker oppfatningen fra figur 7.4 og tabell 7.10 om at det er betydelig valutarisiko tilknyttet anbudskonkurransen. Tabell 7.11 viser for eksempel at en kan forvente at ett av 20 prosjekter faller med 80% eller mer i verdi i tilbudsfasen⁵⁸.

Når disse resultatene vurderes må en ta i betraktning at antagelsen om normalfordelt valutakursavkastning er benyttet. Som presentert tidligere i oppgaven, så argumenterer teoretikere og praktikere for at valutakursens avkastning i virkeligheten er fordelt med tykkere haler enn normalfordelingen. I så fall vil resultatene presentert her undervurdere fordelingen i den negative halen, med andre ord kan utfallene i den negative halen både ha enda mer ekstreme verdier, og oppstå med hyppigere frekvens i virkeligheten.

7.2.3.1 Analyse med sikringsstrategier – uten sannsynlighet for å vinne anbud - USD

Resultatene fra analysen av tilbudsfasens risiko indikerer at det kan være fornuftig for Kværner å vurdere valutasikring for å redusere valutarisikoen. Resultatene fra analysen av valutasikringsstrategier uten at det er tatt hensyn til sannsynligheten for at Kværner vinner anbudet (ligning 6.13) er presentert i tabell 7.12.

Sikring:	Tilbud:	Antall scenarioer	Gjennomsnitt margin	Maksimum margin	Minimum margin	CFaR 95 %	CFaR 99%
Forwardkontrakter	Vunnet	50000	627.61	627.61	627.61	-27.61	-27.61
	Tapt	50000	1.16	1111.62	-1385.23	534.20	773.81
Opsjoner -Forward ATM	Vunnet	50000	628.41	1974.78	436.99	160.29	163.01
	Tapt	50000	1.95	1250.06	-190.62	188.14	190.62
Basket Opsjon	Vunnet	50000	621.22	1976.27	438.48	161.52	161.52
	Tapt	50000	1.77	1258.66	-182.03	182.03	182.03
Opsjoner - 10% fall i margin	Vunnet	50000	628.17	2001.21	389.94	196.38	210.06
	Tapt	50000	1.71	1217.16	-150.06	150.06	150.06
Opsjoner - 20% fall i margin	Vunnet	50000	627.95	2006.44	354.35	218.68	245.65
	Tapt	50000	1.49	1200.74	-125.65	125.65	125.65
Opsjoner - 50% fall i margin	Vunnet	50000	627.28	2028.36	230.26	282.82	326.80
	Tapt	50000	0.83	1134.17	-69.74	69.74	69.74
Opsjoner -Margin lik 0	Vunnet	50000	626.54	2044.59	22.53	386.16	457.02
	Tapt	50000	0.09	978.23	-21.54	21.54	21.54
Call (Put) spread	Vunnet	50000	627.69	1922.69	-338.89	314.33	507.54
	Tapt	50000	88.20	2469.43	-133.41	130.93	133.41

TABELL 7.12: Statistikk – Monte Carlo simulering - single currency-struktur USD - analyse med sikringsstrategier. Resultatene inkluderer sikringskostnader. Margin og CFaR i millioner NOK.

⁵⁸ Gitt at valutastruktur og forutsetningene for hvert av prosjektene er likt tilbudet analysert i casestudiet.

Resultatene viser, som forventet fra drøftingen, at sikring med forwardkontrakter ikke er et godt alternativ siden store tap kan påføres om anbudet ikke blir vunnet. Om Kværner sikrer med forwardkontrakter og ikke vinner anbudet, vil selskapet stå igjen med åpne valutaposisjoner med motsatt fortegn i forhold til valutaposisjonene i tilbudet. En åpen posisjon i valutakontrakter kan anses analogt med å ta en spekulativ posisjon der man vedder på at valutakursene vil utvikle seg i en bestemt retning.

Opsjoner utstedt forward-ATM begrenser hvor mye Kværner kan tape på negative svingninger i valutakursene, opsjonspremien fungerer som et «gulv» for hvor mye prosjektverdien kan reduseres med. I tillegg har opsjonene potensiale til å ende «in-the-money» slik at opsjonsposisjonen potensielt kan generere profitt om Kværner ikke vinner anbudet. Nedsiden med strategien er at den er veldig dyr, noe som kan observeres ved å se på minimum margin og 99% CFaR om Kværner ikke vinner tilbudet som begge er lik opsjonspremien betalt. Opsjonspremien på 190 millioner utgjør nesten en tredel av prosjektets verdi, og de høye kostnadene gjør det vanskelig å vurdere sikringsstrategien som aktuell for tilbudsfasen.

Basketopsjonen presterer nesten like bra i å redusere valutarisikoen som opsjoner kjøpt forward-ATM og er i tillegg litt billigere. Tross det, så er opsjonspremien fremdeles veldig høy.

Videre viser tabellen resultater for opsjonene som er kjøpt out-of-the-money for å begrense den negative halen. Jo lengre «ut av pengene» opsjonene er kjøpt jo mindre er beskyttelsen av prosjektets verdi om anbudet blir vunnet. Samtidig faller også opsjonspremien betraktelig jo lengre «ut av pengene» opsjonene er kjøpt. Opsjonsstrategien «*Margin lik 0*» der opsjonene er kjøpt 6,2 % «ute av pengene» gir for eksempel en relativt billig forsikring mot «katastrofescenarioer». Ingen av utfallene fører til negativ prosjektverdi og 95%- og 99% CFaR er henholdsvis redusert med 93 millioner og 217 millioner sammenlignet med scenarioene uten sikring. Kostnaden for strategien *Margin lik 0* er på 3,6 % av prosjektverdien⁵⁹ og virker derfor som en attraktiv strategi for å sikre mot utfall i den negative halen i figur 7.4. Hvor langt Kværner eventuelt ønsker å kjøpe opsjoner «ute av

⁵⁹ Total opsjonspremie på 21,5 millioner NOK mot en prosjektverdi på 600 millioner NOK.

pengene» vil avhenge av risikoaversjon, og vurdering av trade-off mellom sikringskostnader og begrenset nedsiderisiko.

Den siste strategien som er testet, «call (put) spread», gir besparelser i opsjonspremie sammenlignet med å kjøpe opsjoner forward-ATM. Besparelsen går utover strategiens evne til å sikre prosjektverdien, og i verste fall kan prosjektet utvikle seg til å ha negativ verdi om Kværner vinner anbudet. Strategien kan med det sies å være lite egnet for sikring i en tilbudsfasen.

7.2.3.2 Analyse med sikringsstrategier – med sannsynlighet for å vinne anbud - USD

Resultatene for modellen der sikringsstrategiene er testet gitt enn bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet (likning 6.16) er presentert i tabell 7.13 med 95%- og 99% CFaR og minimum margin som mål på risiko. I tillegg er resultatene grafisk fremstilt for 95%- og 99% CFaR i figur 7.5 og 7.6. Linjen lengst ned i diagrammet representerer til hver tid sikringsstrategien som er optimal vurdert med det aktuelle risikomålet.

Målt ut ifra hvilken strategi som gir minst negative utfall (minimum margin i tabellen), så viser resultatene at opsjonsstrategien «*Margin lik 0*» presterer best. Det mest negative utfallet er begrenset til sikringskostnaden, som er klart lavest for denne strategien.

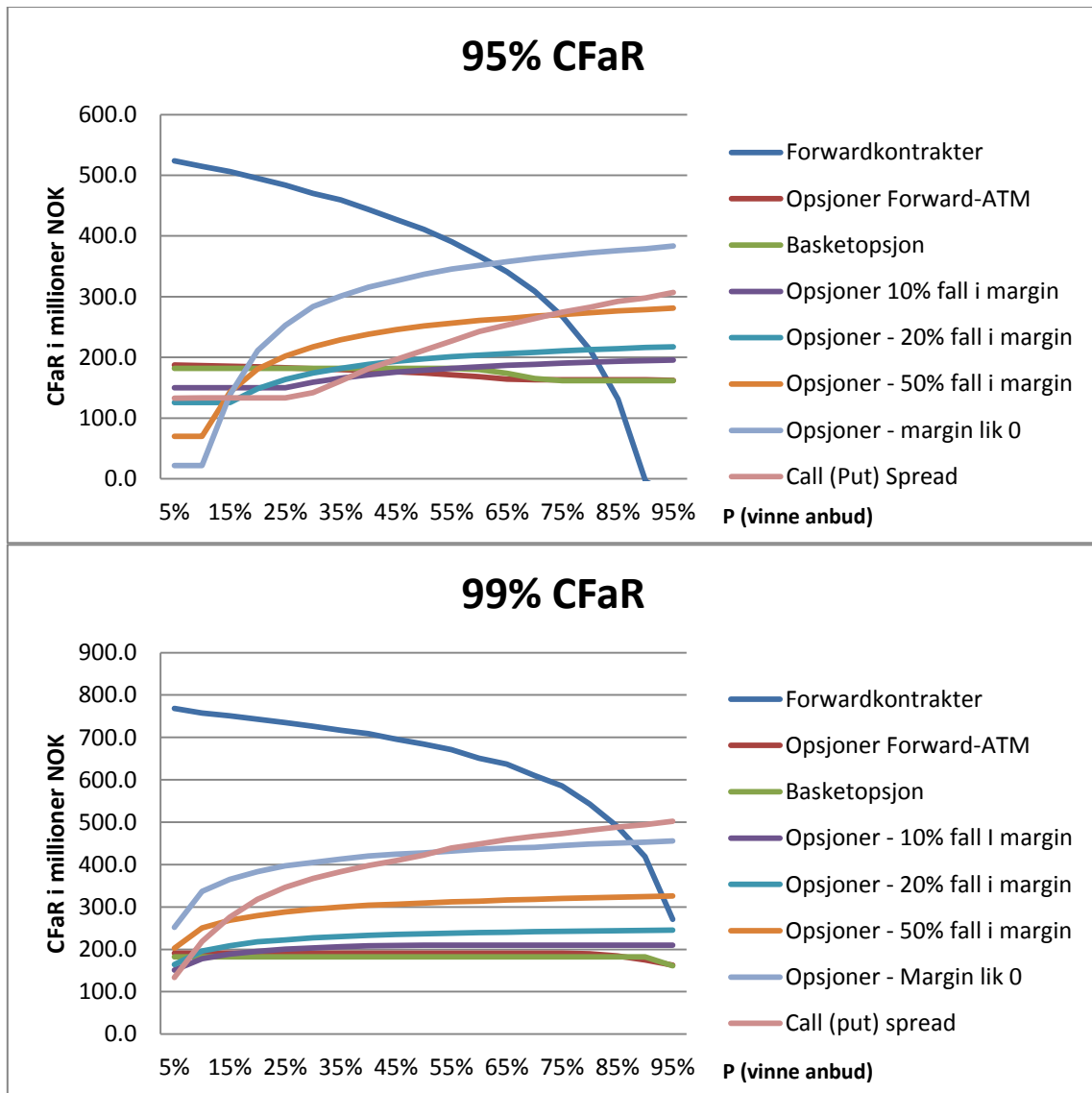
Strategien «*Margin lik 0*» presterer også best målt med 95% CFaR når sannsynligheten for å vinne anbudet er på sitt laveste (fem og ti prosent). Grunnen er at det fremdeles er så lav sannsynlighet for å vinne anbudet at selskapet ofte ender opp med å «tape» anbudet, og dermed er det også stor sannsynlighet for å tape sikringskostnaden.

Om sannsynligheten for å vinne anbudet øker til 15% så er det opsjonsstrategien «*20% fall i margin*» som presterer best. Fra 20% til 35% sannsynlighet for å vinne anbudet presterer strategien «*Call (put) spread*» best under 95% CFaR, etterfulgt av opsjonsstrategien «*10% fall i margin*» for 40% og 45% sannsynlighet for å vinne anbudet. Når sannsynligheten for å vinne anbudet passerer 50% er sannsynligheten for å få prosjektet så stor at det er sikringsstrategier som beskytter prosjektverdien best om anbudet blir vunnet som presterer best under 95% CFaR (sett bort ifra forwardkontrakter). Derfor er opsjonsstrategien med opsjoner kjøpt forward-ATM best mellom 50% til 70% sannsynlighet for å vinne anbudet.

P (vinne anbud)	Forwardkontrakter			Opsjoner Forward-ATM			Basketopsjon			Opsjoner - 10% fall I margin		
	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum
	95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin
5%	523.8	768.5	-1385.2	187.3	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	150.1	151.3	-150.1
10%	514.8	757.6	-1385.2	186.3	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	150.1	178.1	-150.1
15%	506.0	750.7	-1385.2	185.3	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	150.1	188.9	-150.1
20%	494.8	743.2	-1385.2	184.3	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	150.1	195.2	-150.1
25%	483.6	735.3	-1385.2	183.1	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	150.1	200.3	-150.1
30%	470.1	726.1	-1385.2	181.6	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	159.2	203.6	-150.1
35%	459.4	717.1	-1385.2	180.1	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	165.8	206.3	-150.1
40%	443.7	708.6	-1385.2	178.3	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	171.0	208.3	-150.1
45%	427.3	695.8	-1385.2	176.5	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	175.5	209.4	-150.1
50%	410.8	684.6	-1385.2	174.2	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	178.8	210.1	-150.1
55%	390.6	671.2	-1385.2	171.4	190.6	-190.6	182.0	182.0	-182.0	181.8	210.1	-150.1
60%	366.7	651.2	-1385.2	168.0	190.6	-190.6	180.0	182.0	-182.0	184.6	210.1	-150.1
65%	341.0	636.8	-1385.2	164.0	190.6	-190.6	173.9	182.0	-182.0	186.7	210.1	-150.1
70%	308.8	610.5	-1258.9	163.0	190.6	-190.6	165.1	182.0	-182.0	188.6	210.1	-150.1
75%	267.3	585.7	-1258.9	163.0	190.6	-190.6	161.5	182.0	-182.0	190.5	210.1	-150.1
80%	212.0	542.5	-1258.9	163.0	189.3	-190.6	161.5	182.0	-182.0	191.9	210.1	-150.1
85%	131.2	489.7	-1228.4	163.0	184.3	-190.6	161.5	182.0	-182.0	193.3	210.1	-150.1
90%	-4.7	418.9	-1107.6	163.0	175.0	-190.6	161.5	182.0	-182.0	194.6	210.1	-150.1
95%	-27.6	270.5	-1107.6	161.9	163.0	-190.6	161.5	161.5	-182.0	195.6	210.1	-150.1
	Sikringskostnad: 0.00			Sikringskostnad: 190.62			Sikringskostnad: 182.03			Sikringskostnad: 150.06		

P (vinne anbud)	Opsjoner - 20% fall I margin			Opsjoner - 50% fall I margin			Opsjoner - Margin lik 0			Call (Put) spread		
	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum
	95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin
5%	125.6	164.1	-125.6	69.7	202.8	-69.7	21.5	252.2	-21.5	133.0	133.4	-133.4
10%	125.6	196.0	-125.6	69.7	250.7	-69.7	21.5	336.8	-21.5	133.4	218.8	-255.5
15%	125.6	208.3	-125.6	142.9	268.6	-69.7	138.8	364.8	-21.5	133.4	276.2	-255.5
20%	148.3	217.6	-125.6	181.0	279.4	-69.7	211.1	383.4	-21.5	133.4	317.9	-270.9
25%	163.4	222.0	-125.6	201.9	287.9	-69.7	252.9	396.7	-21.5	133.4	345.9	-270.9
30%	174.2	227.5	-125.6	217.5	294.6	-69.7	283.6	405.2	-21.5	141.7	367.1	-270.9
35%	181.7	230.3	-125.6	229.1	300.1	-69.7	301.0	412.7	-21.5	161.2	383.0	-284.1
40%	188.5	233.1	-125.6	238.1	304.2	-69.7	315.6	420.6	-21.5	181.6	397.7	-284.1
45%	193.7	235.0	-125.6	245.5	306.5	-69.7	326.4	424.2	-21.5	196.6	409.5	-284.1
50%	197.6	236.8	-125.6	251.7	309.5	-69.7	336.7	427.4	-21.5	211.6	422.2	-284.1
55%	201.0	238.2	-125.6	256.4	312.0	-69.7	345.7	431.9	-21.5	227.1	439.2	-284.1
60%	203.6	239.5	-125.6	260.7	313.3	-69.7	351.8	436.0	-21.5	242.5	448.6	-284.1
65%	206.2	240.5	-125.6	264.1	316.2	-69.7	357.5	438.8	-21.5	253.5	458.4	-284.1
70%	208.4	241.7	-125.6	267.8	318.2	-69.7	363.1	440.9	-21.5	264.1	466.3	-284.1
75%	210.9	242.8	-125.6	270.7	320.1	-69.7	367.9	444.9	-21.5	274.8	473.4	-284.1
80%	212.9	243.5	-125.6	273.6	321.5	-69.7	372.4	448.6	-21.5	282.8	480.9	-284.1
85%	214.5	244.2	-125.6	276.5	322.9	-69.7	376.1	450.8	-21.5	292.2	488.4	-284.1
90%	216.2	244.6	-125.6	278.8	324.3	-69.7	379.1	453.0	-21.5	298.0	494.0	-284.1
95%	217.6	245.3	-125.6	280.9	325.6	-69.7	383.4	455.6	-21.5	306.9	502.1	-284.1
	Sikringskostnad: 125.65			Sikringskostnad: 69.74			Sikringskostnad: 21.54			Sikringskostnad: 133.41		

TABELL 7.13: Statistikk – analyse med sikringsstrategier og sannsynlighet for å vinne anbud. Lys lilla markerer lavest 95% CFaR gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet, lysegrønn markerer lavest 99% CFaR gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet og lys rød markerer lavest minimum utfall gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet. Tall i millioner NOK.



FIGUR 7.5 (øverst): 95% CFaR gitt sannsynlighet for å vinne anbud

FIGUR 7.6 (nederst): 99% CFaR gitt sannsynlighet for å vinne anbud

Opsjoner utstedt forward-ATM er sammen med forwardkontrakter den strategien som tillater minst ugunstig fluktusjon i valutakursene, og beskytter dermed marginen best om Kværner vinner anbudet. I tillegg er maksimalt tap for opsjoner utstedt forward-ATM som allerede påpekt begrenset til opsjonspremien, mens forwardkontraktene potensielt kan ha ubegrensede tap. Ved 75%- og 80% sannsynlighet for å vinne anbudet gjør kostnadsfordelen til basketopsjonen at denne strategien marginalt presterer bedre enn opsjoner kjøpt forward-ATM. Ved de høyeste sannsynlighetene for å vinne anbudet, 85% - 95%, er det forwardkontraktene som presterer best målt med 95% CFaR. Forklaringen er at denne strategien, som i utgangspunktet er en «null-kost-strategi», presterer best i å beskytte marginen mot fall om anbudet blir vunnet. Det er viktig å merke at denne strategien

fremdeles bærer kjempestor valutarisiko for de 5% verste utfallene, altså scenarioene utenfor 95% CFaR. Det kommer frem ved å se på 99% CFaR og minimum margin som demonstrerer at Kværner fremdeles kan tape store beløp om de har sikret med forwardkontrakter, selv når sannsynligheten for å vinne anbudet er så stor som 95%.

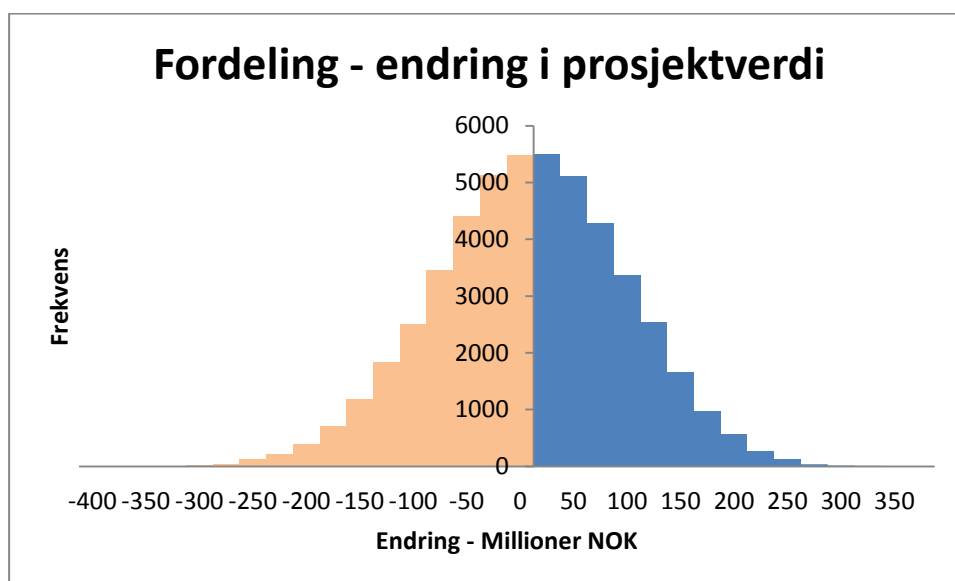
Ved 99% CFaR er det strategien med basketopsjon som presterer best i majoriteten av de forskjellige sannsynlighetene for å få tildelt prosjektet. Strategien sikrer valutakursene forward-ATM, og selv om basketopsjonen som nevnt i teoridelen ikke sikrer like godt i alle scenarioer som individuelle opsjoner gjør, så er sikringen tilstrekkelig i de simulerte scenarioene. Det kan henge sammen med at basketopsjonen kun er benyttet til å sikre kostnadsvalutaene som utgjør 32% av den totale valutaeksponeringen mens hele inntektsbeløpet i USD er sikret med vanlige opsjoner kjøpt forward-ATM. Om all eksponering var sikret med basketopsjoner er det ingen garanti for at sikringsstrategien ville ha prestert like bra som i denne analysen.

Selv om resultatene gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbud både kan være litt tunge og vanskelig å tolke ned til den minste detalj, så er det mulig dra noen store linjer fra resultatene som kan bidra til valg av sikringsstrategi. Om hovedfokuset med sikringsstrategien er å minimere det verste utfallet, uansett om man vinner prosjektet eller ikke, så kan opsjonsstrategien «margin lik 0» være et godt alternativ. Om Kværner ikke vinner anbudet, så er sikringskostnaden som går tapt lav. Om Kværner vinner anbudet, så beskytter opsjonene mot «katastrofescenarioer» slik at prosjektverdien ikke kan falle mer enn 100 % (i tillegg til den lave opsjonspremien).

Om hovedfokuset med sikringsstrategien er å minimere risiko målt med 95% CFaR, så kan sikringsstrategien finspisses om man har et grovt anslag på sannsynligheten for å vinne anbudet. Om sannsynligheten for å vinne anbudet er anslått til å være under 50% kan strategier designet for å redusere kostnadene, som å kjøpe opsjoner out-of-the-money, være optimale. Er anslått sannsynlighet for å vinne anbudet over 50% kan derimot dyrere strategier som å kjøpe opsjoner forward-ATM eller basketopsjon være best. Om 99% CFaR legges til grunn som kriterier for valg av sikringsstrategi, tyder resultatene på at det er dyre strategier som vil være optimale, nesten uavhengig av sannsynligheten for å vinne anbudet.

7.2.4 Single-currency innbetaling - NOK

Den simulerte fordelingen av endring i prosjektverdi når innbetalingen er i NOK er presentert i figur 7.7 med tilhørende statistikk i tabell 7.14.



FIGUR 7.7: Fordeling – endring i prosjektverdi. Rød farge markerer scenarier der prosjektverdi har blitt negativ, lyserød markerer scenarier med fall i verdi og blå markerer scenarier med økt verdi.

Gjennomsnitt		Minimum		
Antall scenarier	margin	Maksimum margin	margin	Median margin
50000	596.14	945.91	206.71	597.57
CFaR 95%		CFaR 99%		
154.20	220.00			
Antall scenarier med fall i margin	Antall scenarier med fall i margin %	Antall scenarier med negativ margin	Antall scenarier med negativ margin %	
25554	51.1%	0	0.00%	

TABELL 7.14: Statistikk - Monte Carlo simulering – single currency-struktur NOK

Fordelingen er i samsvar med den historiske analysen - ingen av scenarioene fører til negativ prosjektmargin. Fordelingen viser også at halen med tap i prosjektverdi er vesentlig kortere enn når betalingen er i USD. Dette henger som nevnt sammen med at valutaeksponeringen er vesentlig lavere når innbetalingen er i NOK. Fordelingen viser at marginen i litt over halvparten av scenarioene blir redusert som følge av valutakurssvingninger. Den estimerte sannsynligheten for at prosjektet skal synke i verdi i løpet av tilbudsfasen er 51,1%. 95%- og 99% CFaR utgjør 25,7% og 36,67 % av opprinnelig margin. Tabell 7.15 ser nærmere på den estimerte kumulative sannsynlighetsfordelingen.

Δ Prosjektverdi	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
<i>Kumulativ sannsynlighet</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.01%	0.1%	0.6%	2.7%	10.0%	26.2%	51.1%

TABELL 7.15: Kumulativ sannsynlighetsfordeling for endring av prosjektverdi.

Den estimerte sannsynlighetsfordelingen understøtter tidligere argumentasjon om at risikoprofilen i tilbudsfasen med innbetaling i NOK fremstår som fundamentalt mindre risikabel enn om innbetalingen er i USD. Enden av den negative halen er estimert å ende ved -65,6 % fall i prosjektverdi og sannsynligheten for å ende der er estimert til å være forsvinnende lav. Et forbehold er som nevnt under forrige avsnitt at den negative halen både kunne ha vært lengre og bredere om en annen fordeling hadde blitt brukt som forutsetning for valutakursenes avkastning.

7.2.4.1 Analyse med sikringsstrategier – uten sannsynlighet for å vinne anbud - NOK

De simulerte resultatene for hver av sikringsstrategiene uten å ta hensyn til sannsynlighet for å vinne anbudet er presentert i tabell 7.16.

<i>Sikring:</i>	<i>Tilbud:</i>	Antall scenarioer	Gjennomsnitt margin	Maksimum margin	Minimum margin	CFaR 95 %	CFaR 99%
Forwardkontrakter	Vunnet	50000	596.03	596.03	596.03	3.97	3.97
	Tapt	50000	-0.15	315.51	-264.23	109.11	150.48
Opsjoner -Forward ATM	Vunnet	50000	596.48	898.16	548.27	51.73	51.73
	Tapt	50000	0.34	341.57	-47.76	47.76	47.76
Basket Opsjon	Vunnet	50000	589.30	937.03	549.77	50.23	50.23
	Tapt	50000	0.15	424.92	-39.16	39.16	39.16
Opsjoner - 10% fall i margin	Vunnet	50000	596.34	920.08	514.16	85.84	85.84
	Tapt	50000	0.20	307.46	-25.84	25.84	25.84
Opsjoner - 20% fall i margin	Vunnet	50000	596.24	933.78	467.87	117.71	132.13
	Tapt	50000	0.10	261.16	-12.13	12.13	12.13
Opsjoner - 50% fall i margin	Vunnet	50000	596.13	944.98	299.06	150.38	206.05
	Tapt	50000	-0.01	171.43	-0.94	0.94	0.94
Opsjoner -Margin lik 0	Vunnet	50000	596.14	945.91	239.45	154.20	219.99
	Tapt	50000	0.00	72.36	-0.004	0.004	0.0041
Call spread	Vunnet	50000	596.35	912.47	272.78	104.22	159.28
	Tapt	50000	0.21	66.07	-33.45	33.45	33.45

TABELL 7.16: Statistikk – Monte Carlo simulering - single currency-struktur NOK - analyse med sikringsstrategier. Resultatene er inkludert sikringskostnad. Margin og utfall i millioner NOK.

Resultatene viser samme tendens som for betaling i USD, men som resultat av mindre eksponering og lavere sikringskostnader, er risikomålene lavere ved betaling i NOK.

Basketopsjonen sikrer bra i de simulerte scenarioene, og begrenser tapet om Kværner ikke

vinner anbudet sammenlignet med individuelle opsjoner. Opsjonsstrategiene der opsjonene er kjøpt far-out-of-the-money fremstår igjen som et attraktivt alternativ ved sikring av halerisiko på grunn av den lave kostnaden sammenlignet med andre strategier. Merk at de to strategiene der opsjonene er kjøpt «lengst ut av pengene», «*Opsjoner – 50% fall i margin*» og «*Opsjoner – Margin lik 0%*», knapt reduserer 95%- og 99% CFaR sammenlignet med scenarioene uten noen form for sikring. Grunnen er at valutaeksponeringen er lavere, og fordelingen inneholder dermed få scenarioer der disse opsjonene ender «i pengene».

I forhold til kostnaden ved strategien ser ikke «*Call spread*» spesielt attraktiv ut siden den relativt sett ikke sikrer marginen godt nok om Kværner vinner anbudet. Opsjoner kjøpt forward-ATM er noe dyrere, men sikrer også marginen mye bedre om Kværner seirer i anbudsrunder.

7.2.4.2 Analyse med sikringsstrategier – med sannsynlighet for å vinne anbud - NOK

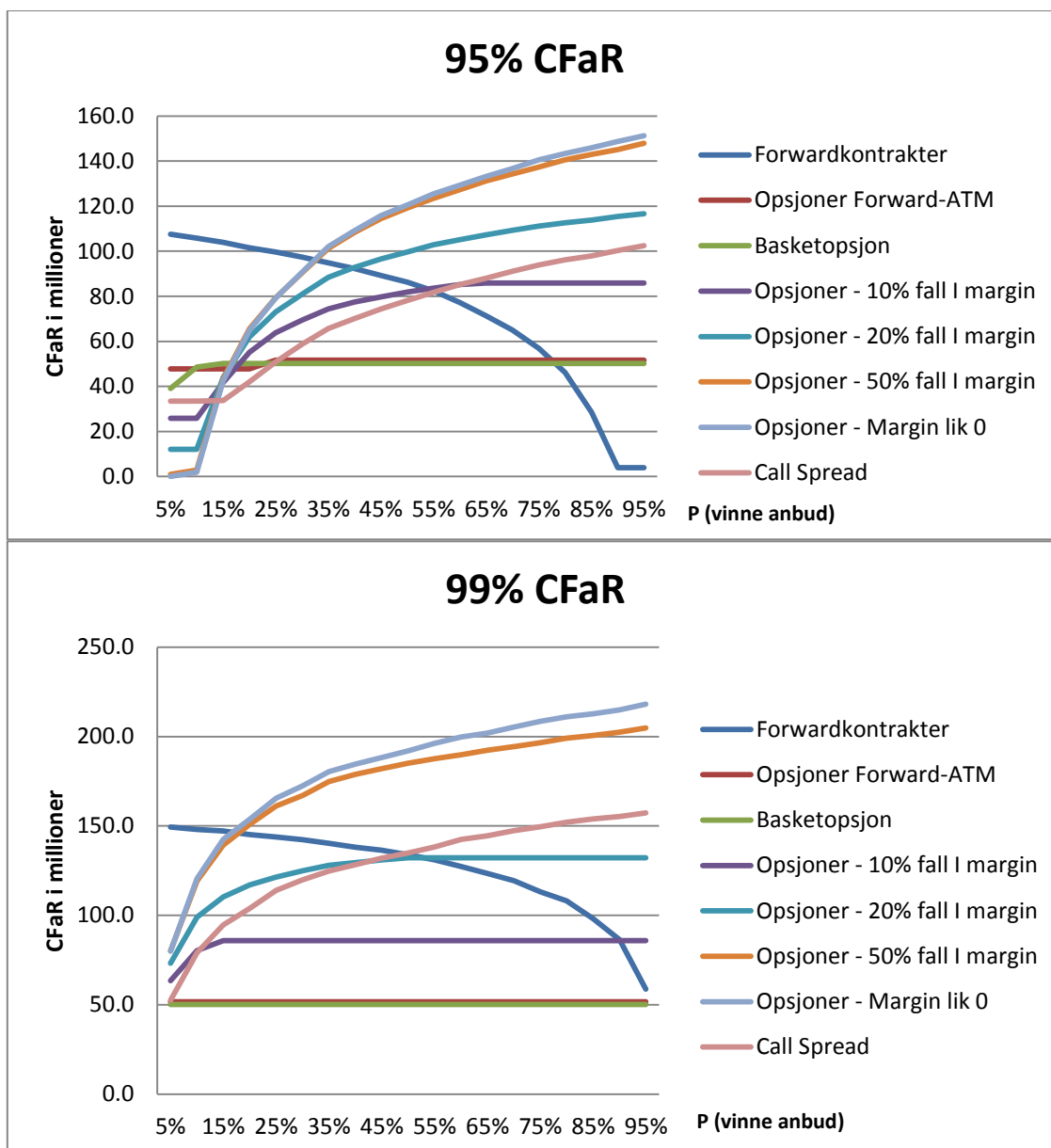
Tabell 7.17 presenterer sikringsstrategienes prestasjoner gitt ulike sannsynligheter for at Kværner vinner anbudet. Resultatene er grafisk fremstilt for 95%- og 99% CFaR i figur 7.8 og 7.9.

Gitt at målet med sikringen er å begrense verst mulige utfall er den billigste sikringsstrategien der opsjoner kjøpes far-out-of-the money best. Om man istedenfor ønsker å minimere risikomålene 95%- og 99% CFaR, så er det basketopsjon som hovedsakelig presterer best for begge risikomålene. Opsjoner kjøpt forward-ATM presterer nesten tilsvarende bra som basketopsjon, men kostnadsfordelen ved basketopsjonen gjør at den presterer marginalt bedre. Grunnen til at basketopsjon og opsjoner kjøpt forward-ATM presterer så bra, er at de vil beskytte marginen godt om Kværner vinner anbudet. Samtidig vil tapet begrenses til opsjonspremien som er mye lavere enn når tilbudet betales i USD om Kværner ikke vinner anbudet.

Det er også verdt å merke, som ved betaling i USD, at forwardkontrakter presterer best under 95% CFaR om man er rimelig sikker på at Kværner vinner anbudet (Fra 80% og oppover). Igjen må det presiseres at en slik strategi kan lede til store tap om Kværner, tross den store sannsynligheten for å vinne anbudet, skulle ende opp med å komme til kort i anbudskonkurransen.

													<i>Opsjoner - 10% fall I</i>											
													<i>margin</i>											
													<i>Forwardkontrakter</i>			<i>Opsjoner Forward-ATM</i>			<i>Basketopsjon</i>			<i>margin</i>		
													CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum
													95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin
P (vinne anbud)																								
5%	107.5	149.3	-264.2	47.8	51.7	-47.8	39.2	50.2	-39.2	25.8	63.5	-25.8												
10%	105.8	148.0	-264.2	47.8	51.7	-47.8	48.7	50.2	-39.2	25.8	80.4	-25.8												
15%	103.9	147.1	-264.2	47.8	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	41.8	85.8	-25.8												
20%	101.6	145.1	-264.2	47.8	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	55.2	85.8	-25.8												
25%	99.6	143.9	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	63.8	85.8	-25.8												
30%	97.4	142.4	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	69.5	85.8	-25.8												
35%	94.9	140.3	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	74.4	85.8	-25.8												
40%	92.3	138.1	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	77.5	85.8	-25.8												
45%	89.3	136.4	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	79.8	85.8	-25.8												
50%	86.2	133.9	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	81.8	85.8	-25.8												
55%	82.5	131.0	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	83.6	85.8	-25.8												
60%	77.2	127.3	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.2	85.8	-25.8												
65%	71.3	123.5	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
70%	65.0	119.5	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
75%	56.9	113.2	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
80%	46.1	108.1	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
85%	28.6	98.2	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
90%	4.0	86.3	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
95%	4.0	58.7	-264.2	51.7	51.7	-47.8	50.2	50.2	-39.2	85.8	85.8	-25.8												
			Sikringskostnad:			Sikringskostnad:			Sikringskostnad:			Sikringskostnad:												
			0.00			47.76			39.16			25.84												
													<i>Opsjoner - 20% fall I</i>			<i>Opsjoner - 50% fall I</i>			<i>Opsjoner -Margin lik 0</i>			<i>Call (Put) spread</i>		
													<i>margin</i>			<i>margin</i>								
													CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum	CFaR	CFaR	Minimum
													95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin	95%	99%	margin
P (vinne anbud)																								
5%	12.1	73.2	-12.1	0.9	80.2	-0.9	0.004	80.0	-0.004	33.4	52.6	-33.4												
10%	12.1	99.0	-12.1	2.8	119.3	-0.9	1.9	120.5	-0.004	33.4	79.1	-33.4												
15%	44.0	110.4	-12.1	43.4	139.3	-0.9	42.5	142.5	-0.004	33.8	94.7	-33.4												
20%	61.9	117.0	-12.1	65.6	151.0	-0.9	65.0	153.7	-0.004	42.0	104.0	-33.4												
25%	73.0	121.4	-12.1	79.4	161.1	-0.9	79.1	165.6	-0.004	50.8	114.0	-33.4												
30%	81.0	125.1	-12.1	90.4	167.1	-0.9	90.6	172.5	-0.004	58.7	119.8	-33.4												
35%	88.4	128.0	-12.1	101.3	174.8	-0.9	102.1	180.3	-0.004	65.6	124.9	-33.4												
40%	92.8	129.5	-12.1	108.4	178.8	-0.9	109.2	184.5	-0.004	70.1	128.3	-33.4												
45%	96.6	131.1	-12.1	114.4	182.1	-0.9	115.9	188.3	-0.004	74.4	132.1	-33.4												
50%	99.7	132.1	-12.1	119.1	185.2	-0.9	120.5	192.1	-0.004	78.1	134.9	-33.4												
55%	102.8	132.1	-12.1	123.4	187.7	-0.9	125.5	196.2	-0.004	81.7	138.2	-33.4												
60%	105.1	132.1	-12.1	127.3	189.8	-0.9	129.3	199.8	-0.004	85.2	142.5	-33.4												
65%	107.3	132.1	-12.1	131.3	192.4	-0.9	133.2	201.9	-0.004	88.1	144.5	-33.4												
70%	109.3	132.1	-12.1	134.3	194.3	-0.9	136.7	205.3	-0.004	91.1	147.4	-33.4												
75%	111.1	132.1	-12.1	137.3	196.6	-0.9	140.6	208.6	-0.004	93.9	149.5	-33.4												
80%	112.6	132.1	-12.1	140.6	199.1	-0.9	143.3	211.0	-0.004	96.1	152.1	-33.4												
85%	113.9	132.1	-12.1	142.9	200.7	-0.9	145.9	212.7	-0.004	97.9	153.9	-33.4												
90%	115.4	132.1	-12.1	145.2	202.5	-0.9	148.7	214.9	-0.004	100.3	155.3	-33.4												
95%	116.7	132.1	-12.1	147.9	204.8	-0.9	151.3	218.0	-0.004	102.5	157.4	-33.4												
			Sikringskostnad:			Sikringskostnad:			Sikringskostnad:			Sikringskostnad:												
			12.13			0.94			0.0041			33.45												

TABELL 7.17: Statistikk – analyse med sikringsstrategier og sannsynlighet for å vinne anbud. Lys lilla markerer lavest 95% CFaR gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet, lysegrønn markerer lavest 99% CFaR gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet og lys rød markerer lavest minimum utfall gitt en bestemt sannsynlighet for å vinne anbudet. Margin og CFaR i millioner NOK.



FIGUR 7.8 (øverst): 95% CFaR gitt sannsynlighet for å vinne anbud

FIGUR 7.9 (nederst): 99% CFaR gitt sannsynlighet for å vinne anbud

7.3 Kost/nytte-vurdering av sikringsstrategier

Ved å bruke uttrykkene fra seksjon 3.4.1.1 kan sikringsstrategienes nytte vurderes i forhold til de tilhørende kostnadene. Siden forwardkontrakter i utgangspunktet er et nullkostprodukt er de utelatt ifra denne delen da kost/nytte-ratioene ville vært utolkbare. I tillegg har drøftingen og analysen allerede fastslått at forwardkontrakter ikke er egnet for tilbudsfasen, så analysens relevans reduseres ikke av denne grunn. Ratioene er utregnet gitt at Kværner vinner anbudet. I tabellen under uttrykker en høyere ratio et bedre bytteforhold, sett i et kost/nytte-perspektiv.

	Single currency - USD				Single currency - NOK			
	Utfall Minimum Ratio	CFaR 95 % Ratio	CFaR 99% Ratio	Sikringskost	Utfall Minimum Ratio	CFaR 95 % Ratio	CFaR 99% Ratio	Sikringskost
<i>Sikring:</i>								
Opsjoner -Forward ATM	4.83	1.67	2.68	190.62	7.15	2.15	3.52	47.76
Basketopsjon	5.07	1.74	2.82	182.03	8.76	2.65	4.34	39.16
Opsjoner - 10% fall i margin	5.82	1.88	3.09	150.06	11.90	2.65	5.19	25.84
Opsjoner - 20% fall i margin	6.67	2.07	3.41	125.65	21.53	3.01	7.24	12.13
Opsjoner - 50% fall i margin	10.24	2.81	4.98	69.74	98.76	4.08	14.92	0.94
Opsjoner -Margin lik 0	23.51	4.31	10.07	21.54	7999.80	0.00	3.62	0.0041
Call (Put) spread	1.09	1.23	1.25	133.41	1.98	1.49	1.82	33.45

TABELL 7.18: Kost/nytte-ratioer for sikringsstrategiene. Sikringskostnad i millioner NOK.

Ved innbetaling i USD viser resultatene i tabell 7.18 at strategien «Opsjoner – Margin lik 0» er den som reduserer risikoen mest i forhold til sikringsstrategiens kostnader. Det betyr ikke at dette nødvendigvis vil være optimal sikringsstrategi for Kværner, det avhenger som tidligere forklart av Kværners risikoaversjon, men det indikerer at strategien nøytralt sett gir mest igjen per krone benyttet til sikring.

Om tilbudet gis i NOK, så ser en fra tabell 7.18 at strategien «Opsjoner – Margin lik 0» er billig i forhold til å begrense den ekstreme halerisikoen. Om risikomålene 95%- og 99% CFaR er viktigst bør ikke opsjonene kjøpes like langt «ute av pengene». I så tilfelle er det strategien «Opsjoner – 50% fall i margin» som presterer best.

Resultatene fra kost/nytte-vurderingen understreker resultatene fra analysene ovenfor – opsjoner utstedt «ute av pengene» fremstår som et godt alternativ ved valutasikring i tilbudsfasen.

7.4 Sensitivitetsanalyse/robusthetssjekk

For å gjøre en vurdering av hvor gode og nøyaktige resultatene i analysen med Monte Carlo simulering er, så er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av prosjektverdiens simulerte fordeling gitt ulike forutsetninger.

I seksjon 2.3.4.2 argumenterer jeg for å benytte rentedifferansen mellom valutaparene som driftrate i valutakursens prisprosess. Som nevnt er det vanskelig å prognostisere en forventet avkastning på valuta, og jeg har derfor også simulert prosjektverdi der valutaens

avkastning forventes å være lik null. Det vil si at driftraten i prisprosessen er satt til null. For at resultatene skal være internt konsistente har jeg også regnet ut ny volatilitet, kovarians og korrelasjon mellom valutaparene med antagelse om forventet avkastning lik null samt gjort en ny Cholesky dekomponering med den nye korrelasjonsmatrisen.

Videre påvirker volatiliteten prisprosessens dispersjonsledd, det siste leddet i ligning 6.3, som styrer spredningen til de simulerte prosjektverdiene. Derfor har jeg også gjort en sensitivitetsanalyse av prosjektverdiens fordeling med volatilitet estimert på bakgrunn av siste 180 dager med data, og med volatilitet basert siste ti år med data.

Volatilitetsestimatene finnes i tabell 6.1. For konsistens har jeg i samsvar regnet ut kovarians og korrelasjon basert på 180 dager og siste ti år, samt utført nye Cholesky dekomponeringer med de oppdaterte korrelasjonsmatrisene. Resultatene fra de tre sensitivitetsanalysene finnes i appendiks A.5.

I simuleringen med forventet valutaavkastning lik null fremstår risikoen som litt høyere om tilbudet gis i USD, mens risikoen fremtrer som litt lavere om tilbudet gis i NOK. Forskjellene er små, og antagelsen om forventet avkastning lik null påvirker i liten grad den simulerte fordelingen av prosjektverdi.

Avvikene mellom den opprinnelige fordelingen og fordelingen simulert med 180-dagers volatilitet er også små, og risikoprofilen i tilbudsfasen er tilnærmet lik.

Volatiliteten estimert for siste 10 år med datagrunnlag er vesentlig høyere enn volatilitet basert på 80- og 180 dager, og dette gir videre utslag i de simulerte prosjektverdiene. Den negative halen inneholder både fler og mer ekstreme utfall, og valutarisikoen i tilbudsfasen er betydningsfullt større gitt at fremtidig volatilitet vil være tilsvarende volatiliteten basert på de siste 10 årene. Det er imidlertid viktig å ta med i vurderingen at dette volatilitetsestimatet er basert på perioder med relativt store fluktuasjoner i NOK-kursen, som for eksempel finanskrisen 2007-2008. Om en anser slike hendelser for å være lite trolige i tilbudsfasen, så vil denne sensitivitetsanalysen overdrive tilbudsfasens risiko.

Sensitivitetsanalysen viser at den simulerte fordelingen av fremtidige prosjektverdier er robust med hensyn på antakelsen om forventet valutaavkastning og gitt et rimelig estimat

for valutavolatilitet. Om en derimot legger betydelig høyere valutavolatilitet til grunn, så vil den simulerte fordelingen underdrive halerisikoen.

7.5 Oppsummering av analysene i casestudie av Kværner

RESULTATER/OPPSUMMERING CASESTUDIE: KVÆRNER

<i>Struktur:</i>	<i>Oppsummering</i>
Single Currency - USD	Valutarisikoen i tilbudsfasen er anslått til å være vesentlig stor. Monte Carlo simuleringen estimerer 47,6 % sannsynlighet for nedgang i prosjektverdi i løpet av tilbudsfasen, og 15,24 % sannsynlighet for at verdien faller mer enn 50 %. Den historiske simuleringen understøtter resultatene fra Monte Carlo simuleringen, og resultatene foreslår at valutasikring er hensiktsmessig.
Single Currency - NOK	Valutarisikoen anslås å være lavere i tilbudsfasen når tilbudet er priset i NOK. Selv om 51,1% av scenarioene i Monte Carlo simuleringen faller i verdi, så er den negative halen begrenset med en maksimal verdinedgang på 65,6 %. Hovedårsaken er at denne valutastrukturen medbringer mindre valutaeksponering. Den historiske analysen underbygger disse resultatene. Resultatene foreslår at valutarisikoen fremdeles er så stor at valutasikring er hensiktsmessig.
<i>Sikringsstrategi:</i>	<i>Oppsummering</i>
Forwardkontrakter	Fungerer i utgangspunktet dårlig i tilbudsfasen. Kan resultere i store tap om anbudet ikke blir vunnet.
Opsjoner forward-ATM	Fungerer veldig godt i tilbudsfasen, men opsjonspremien er høy. Strategien er bedre jo større sannsynlighet det er for at Kværner vinner anbudet.
Basketopsjon	God sikringsstrategi i simuleringen og lavere opsjonspremie enn opsjoner forward-ATM, men fremdeles dyr. Sikrer i teorien ikke like godt som individuelle opsjoner.
Opsjoner - 10% fall i margin	Gir noe mindre beskyttelse enn strategier med opsjoner ATM, men fungerer godt og reduserer opsjonspremien. Fremdeles noe dyr.
Opsjoner - 20% fall i margin	Ytterligere redusert sikring, men begrenser den negative halen, og er også billigere enn de tre overnevnte opsjonsstrategiene.
Opsjoner - 50% fall i margin	Fungerer bra i å begrense negativ hale. En relativt billig sikringsstrategi for sikring mot "katastrofescenarioer". Presterer best i kost/nytte-perspektiv målt med 95%- og 99% CFaR når tilbudet er priset i NOK.
Opsjoner - margin lik 0	Billig strategi - begrenser ekstrem halerisiko ved single currency betaling i USD. Har i simuleringen marginal innvirkning ved betaling i NOK bortsett fra å sikre de helt ekstreme utfallene. Best i kost/nytte-perspektiv målt med alle de tre risikomålene når tilbudet er priset i USD, og når tilbudet er priset i NOK målt med minimum utfall.
Call (put) spread	Reduserer opsjonspremien. Sikrer ikke mot alle "katastrofescenarioer" om Kværner vinner anbudet. Er underlegen i forhold til de andre opsjonsstrategiene, og er ikke foretrukket.

TABELL 7.19: Oppsummering av analyseresultatene fra casestudiet av Kværner.

7.6 Generell lærdom

I casestudiet har jeg analysert et tilbud gjort av Kværner. Selv om de detaljerte analyseresultatene vil være særegne for det analyserte tilbudet, så har analysen også belyst viktige momenter som kan gi innsiktsfull lærdom for den mer generelle tilbudsfasen. Oppgaven har tatt for seg tre viktige hovedpoeng: valutarisiko i tilbudsfasen, sikringsstrategi i tilbudsfasen, og sikringskostnadenes implikasjon for problemstillingen. De viktigste momentene fra drøftingen og analysen er som følger:

Valutarisiko i tilbudsfasen:

- Valutarisikoen i tilbudsfasen er en funksjon av størrelsen på valutaeksponering. Implikasjonen er at et selskap, så langt det er mulig, bør arbeide for en tilbudsstruktur med minst mulig valutaeksponering. Om selskapet har full fleksibilitet i valg av valutastruktur på tilbudet som sendes ut bør selskapet bruke en multi-currency-struktur som reflekterer kostnadene i utenlandsk valuta i et 1:1-forhold, som beskrevet i innledningen, slik at valutarisiko unngås. Om selskapet ikke selv kan velge struktur bør det prøve å sikre at inntektene i så stor grad som mulig er i hjemlig valuta for å holde valutaeksponeringen på et lavest mulig nivå.
- Casestudiet har vist at tilbud med valutaeksponering i samme størrelsesorden som Kværners tilbud relativt til prosjektverdi påløper stor valutarisiko, og i verste fall kan store verdier gå tapt på grunn av ugunstig valutasvingninger. Implikasjonen er at risikoen i tilbudsfasen kan være så stor at valutasikring bør vurderes, selv før selskapet vet om det går seirende ut av anbudsrunderen.
- Selv om valutarisikoen i tilbudsfasen ikke er like synlig som valutarisikoen for beløp man vet vil komme i fremtiden, så foreslår funnene at valutarisikoen i tilbudsfasen potensielt er så stor at den ikke bør neglisjeres. Et selskap bør vurdere risikoen i tilbudsfasen slik at selskapet har oversikt over risikoen det er utsatt for, og kan gjøre beslutninger om valutasikring på et bedre og mer riktig informasjonsgrunnlag.
- Den historiske simuleringen viser at valutarisikoen i tilbudsfasen har vært moderat de siste par årene (gitt valutaparene i casestudiet) sammenlignet med risikoen de siste ti årene. Det er imidlertid viktig at selskaper ikke blir historieløse og «lar seg lure» av perioder der risikoen oppleves som lav, uønskede hendelser i finansmarkedene kan oppstå uten at man er forberedt på det.

Sikringsstrategi i tilbudsfasen:

- Valg av sikringsstrategi i en tilbudsfase er en kompleks beslutning. Analysen har tatt for seg ulike sikringsstrategier, og selv om sikringsstrategiene som fungerer for Kværners tilbud ikke nødvendigvis er direkte overførbart til andre selskaper, så kan analysen gi en indikasjon på hva slags sikringsstrategier som kan fungere i en tilbudsfase.
- Analysen har vist at et vanlig valutainstrument som forwardkontrakter ikke er velegnet for tilbudsfasen. Videre har oppgaven argumentert for at en klassisk hedge-ratio basert på et minimum varians-rammeverk ikke er passende gitt problemstillingens kompleksitet.
- Valutaopsjoner kjøpt «at-the-money» vil sikre prosjektverdien på en god måte, men strategien er potensielt meget dyr.
- Oppgaven har vist at en basketopsjon kan være et godt alternativ om selskapet er eksponert mot flere valutaer. Det er imidlertid viktig å påpeke at valutaenes korrelasjon bør analyseres ved et slikt produkt, og at selskapet er klar over at opsjonen ikke nødvendigvis gir full beskyttelse.
- Siden et selskap mest sannsynlig har aversjon mot å bruke for mye penger på å sikre et anbud de ikke vet om de vil vinne, så har casestudiet vist at opsjonsstrategier der opsjonene er kjøpt «out-of the-money» fungerer godt i å begrense den negative halen, og de vil også være rimeligere å implementere enn opsjoner kjøpt «at-the-money». Hvor langt opsjonene bør kjøpes «ute av pengene» vil avhenge av et selskaps risikoaversjon. I tillegg har oppgaven vist at eksponeringens størrelse påvirker hvor langt «ute av pengene» opsjonene kan kjøpes, gitt et bestemt nivå for hvor store negative fluktasjoner et selskap er forberedt på å akseptere.
- Kostnadsreducerende strategier som call (put) spread må utøves med forsiktighet da en slik strategi gir begrenset sikring ved store valutafluktasjoner.
- Analysen har vist at optimal sikringsstrategi er en funksjon av hva man bruker som risikomål og sannsynlighet for å vinne anbud. Meningen med det sistnevnte er ikke at et selskaps treasury-funksjon må komme frem med et anslag på sannsynlighet for å vinne et anbud og deretter implementere sikringsstrategi deretter. Dette er frarådet siden det vil være meget vanskelig å komme frem til et slikt estimat, i tillegg

til at andre faktorer også vil spille inn på hva som er optimal sikringsstrategi. Meningen er derimot at om treasury-funksjonen har et grovt anslag, for eksempel om det er over eller under 50% sjanse for å vinne anbudet, så kan informasjonen benyttes til å «finspisse» sikringsstrategien gitt selskapets mål for sikringen.

Kostnadenes implikasjon for valg av sikringsstrategi

- Strategiene som sikrer best er som forventet også dyrest, og et selskap må kunne forvente at premien betalt for en sikringsstrategi kan «gå tapt». Dette er noe selskaper bør være innstilt på, og som påpekt av Froot, Scharfstein, & Stein (1994) så vil selv de beste risikostyringsprogrammene påføre tap ved enkelte handler. Ifølge de tre forfatterne er det viktigste at sikringsstrategiene passer med selskapets forretningsstrategier.
- I valget av sikringsstrategi må selskapet gjøre en vurdering av de ulike sikringsstrategienes kostnad opp i mot hvor bra de sikrer. Denne vurderingen vil være en funksjon av selskapets risikoaversjon, og hvor mye selskapet tåler å tape på en usikret posisjon kontra hvor mye selskapet tåler å tape i form av sikringskostnader.

8 KONKLUSJON OG FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING

I denne utredningen har målet vært å analysere valutarisikoen et selskap påløper i perioden fra det sender ut et tilbud i en anbudskonkurranse til anbudskonkurransen avgjøres. Analysen er basert på et virkelig tilbud gjort av Kværner, og analysen har sett på ulike valutastrukturer som benyttes i virkeligheten. Videre har oppgaven hatt fokus på hvordan man eventuelt kan sikre valutarisikoen i løpet av tilbudsfasen og sikringskostnadenes implikasjoner for avgjørelsen av sikringsstrategi. Casestudiet har vist at valutarisikoen i Kværners tilbudsfase er relativt stor og at valutasikring kan være fornuftig å innføre. Videre har ulike sikringsstrategier blitt vurdert, og opsjoner kjøpt «out-of-the-money» har vist seg å være et interessant alternativ ettersom halerisikoen begrenses, samtidig som kostnadene ikke er for store gitt den betingede sannsynligheten for at det faktisk vil bli fremtidige kontantstrømmer som må sikres. Til slutt har casestudiet blitt brukt til å dra ut viktig lærdom for selskaper som deltar i lignende anbud der utenlandske valutaer inngår.

Oppgaven har belyst flere momenter rundt valutarisiko i tilbudsfasen og dette har reist flere interessante spørsmål for videre forskning. For å undersøke problemstillingens omfang vil jeg anbefale empiriske undersøkelser av hvor stor valutarisiko norske selskaper påtar seg i tilbudsfasen i internasjonale anbudskonkurranser og hva slags valutastrukturer det er i tilbud som norske selskaper sender ut i anbudskonkurranser. Videre vil det være interessant å undersøke i hvilken grad selskapene er klar over valutarisikoen i tilbudsfasen, hva slags holdning de har til risikoen, og hvordan de eventuelt velger å sikre seg i tilbudsfasen. I forhold til modellen i oppgaven kan det være interessant å utvide modellen til å gjelde simultant overlappende tilbudsfaser og hvordan dette eventuelt påvirker valutarisiko og optimal sikringsstrategi, for eksempel kan introduksjon av flere tilbud føre til at partiell sikring vil være optimalt. Videre er en begrensning i oppgavens modell at den kun testes med antagelse om normalfordelt valutaavkastning. En videre utvidelse av modellen vil være å simulere valutakurser fra en fordeling som bedre gjengir den empiriske fordelingen.

Til slutt vil jeg avslutte med anbefalinger fra Hull (2012) for ikke-finansielle selskaper som benytter seg av ulike derivater i sikringsprosessen: Forstå sikringsstrategien som implementeres, ikke gjør om sikringsstrategien til spekulasjon, og vær forsiktig med en

finansavdeling som blir til et profittsenter. Historien har vist at konsekvensene kan bli store for selskaper som glemmer dette⁶⁰.

⁶⁰ Se for eksempel Hull (2012) for et eksempel som involverer Procter og Gamble som tapte på skreddersydd rentederivat eller Stulz (1996) sitt eksempel der Metallgesellschaft tapte på sine sikringsposisjoner.

LITTERATURLISTE

- ACI Polska. (2013). *How does WIBOR operate, i.e. why do the interest rates go down and interest rates on loans go up?* . Retrieved from ACI Polska - The Polish Financial Markets Association (18.03.2013): <http://acipolska.pl/wibor-en.html>
- Adler, M., & Dumas, B. (1984). Exposure to Currency Risk: Definition and Measurement. *Financial Management*, 13 (2), 41-50.
- Børsum, Ø. G., & Ødegaard, B. A. (2005). Valutasikring i norske selskaper. *Penger og Kreditt* 1/2005, 29-40.
- Bruno, G. (2010). Monte Carlo Simulation for Pricing European and American Basket option. *The R User Conference 2010, National Institute of Standards and Technology*. Lastet ned 23.03.13 fra: <http://www.r-project.org/conferences/useR-2010/abstracts/Bruno.pdf>.
- Cheung, Y.-W., Chinn, M. D., & Pascual, A. G. (2003). Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive? *UC Santa Cruz: Department of Economics, UCSC*.
- Chinn, M. D., & Meredith, G. (2004). Monetary Policy and Long-Horizon Uncovered Interest Parity. *IMF Staff Papers*, 51 (3), 409-430.
- Cotter, J., & Hanly, J. (2006). Re-evaluating hedging performance. *Journal of Futures Markets* 26(7), 677-702.
- Cox, J. C., Ross, S. A., & Rubinstein, M. (1979). Option Pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7(3), 229-263.
- Coyle, B. (2000). *Currency Risk Management: Hedging Currency Exposures*. Chicago: Glenlake Publishing Company Ltd / Fitzroy Dearborn Publishers.
- Deelstra, G., Liinev, J., & Vanmaele, M. (2004). Pricing of Arithmetic Basket Options by Conditioning. *Pricing of arithmetic basket options by conditioning. Insurance: Mathematics and Economics*, 34(1), 55-77.
- Eitrheim, Ø., Frøyland, E., & Røisland, Ø. (1999). Kan prisen på valutaopsjoner si noe om markedets oppfatning av usikkerhet om kronekursen? *Penger og Kreditt* 2/99, 230-241.
- Ekvall, N., Jennergren, P. L., & Näslund, B. (1997). Currency option pricing with mean reversion and uncovered interest parity: A revision of the Garman-Kohlhagen model. *European Journal of Operational Research*, 41-59.
- Feiger, G., & Jacquillat, B. (1979). Currency Option Bonds, Puts and Calls on Spot Exchange and the Hedging of Contingent Foreign Earnings. *The Journal of Finance*, 34(5), 1129-1139.
- Finans Norge. (2013). *Nibor - Norwegian Interbank Offered Rate* . Retrieved from Finans Norge (18.03.2013): <http://www.fno.no/Hoved/Fakta/Verdipapirer-og-kapitalforvaltning/Faktaark-verdipapirer-og-kapitalforvaltning-A---A/Pengemarkedsrenter/NIBOR/>

- Froot, K. A., Scharfstein, D. S., & Stein, J. C. (1994). A Framework For Risk Management. *Harvard Business Review - November-December 1994*, 91-102.
- Garman, M. B. (1987). Perpetual Currency Options. *International Journal of Forecasting*, 3(1), 179-184.
- Garman, M. B., & Kohlhagen, S. W. (1983). Foreign Currency Option Values. *Journal of International Money and Finance*, 2(3), 231-237.
- Haug, J. (2012). Value at Risk - forelesningsnotat for kurset ECO423 Principles of Derivatives Pricing and Risk Management ved Norges Handelshøyskole, våren 2012. Upublisert manuskript, Institutt for finans, Norges Handelshøyskole i Bergen.
- Haugh, M. (2004). The Monte Carlo Framework, Examples from Finance and Generating Correlated Random Variables. Columbia University. Note retrieved from: http://www.columbia.edu/~mh2078/MCS04/MCS_framework_FEegs.pdf (20.03.2013).
- Heston, S. L. (1993). A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options. *The Review of Financial Studies*, 6(2), 327-343.
- Hull, J. C. (2012). *Options, Futures And Other Derivatives - Eight edition*. London: Pearson Education Limited.
- J.P.Morgan/Reuters. (1996). *Risk Metrics - Technical Document - fourth edition*. New York: J.P.Morgan/Reuters.
- Jorion, P. (1988). On Jump Processes in the Foreign Exchange and Stock Markets. *The Review of Financial Studies*, 1(4), 427-445.
- Kerkvliet, J., & Moffett, M. H. (1991). The Hedging of an Uncertain Future Foreign Currency Cash Flow. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 26(4), 565-578.
- Koekebakker, S., & Zakamouline, V. (2006). Forventet avkastning på aksjeindeksobligasjoner. *Department of Economics and Business Administration, School of Management, Høgskolen i Agder*. Lastet ned 20.03.13 fra: <http://static.vg.no/uploaded/document/2006/8/18/AIO.pdf>.
- Krekel, M., de Kock, J., Korn, R., & Man, T.-K. (2004). An Analysis of Pricing Methods for Basket Options. *Wilmott Magazine*. Retrieved from: http://www.wilmott.com/pdfs/070430_baskets.pdf (23.03.2013).
- Kværner. (2013a). Annual report 2012. Retrieved 15.05.13 from http://www.kvaerner.com/Documents/Investors/Annual%20reports/Kvaerner_annual_report_2012.pdf.
- Kværner. (2013b). *History - Our heritage: Building strength through experience*. Retrieved from Kværners hjemmeside (18.03.2013): <http://www.kvaerner.com/en/About-us/History/>
- Kværner. (2013c). *Who we are and what we do - EPC specialist*. Retrieved from Kværners hjemmesider (18.03.2013): <http://www.kvaerner.com/en/About-us/Who-we-are-and-what-we-do/>

- Landberg, M., & Tellesbø, Ø. (2005). Bankers valutakursprognoser - ren augurisme eller treffsikre spådommer? *Økonomisk Forum Nr.2 2005*, 28-33.
- Levich, R. M. (2001). *International Financial Markets: Prices and Policies*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Liede, J. (2007). Hedging contingent foreign currency exposures - Mat 2.108 Independent research projects in applied mathematics. Upublisert manuskript, Systems Analysis Laboratory, Helsinki University of Technology.
- Linsmeier, T. J., & Pearson, N. D. (2000). Value at Risk. *Financial Analysts Journal*, 47-67.
- Lund, K. (2011). *Economic Commentaries (3/11): Liquidity in the foreign exchange market for EUR/NOK*. Oslo: Norges Bank.
- Meese, R. A., & Rogoff, K. (1983). Empirical Exchange Rate Models of the Seventies - Do they fit out of sample? *Journal of International Economics*, 14, 3-24.
- Miller, M. H., & Modigliani, F. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. *The American Economic Review*, 48 (3), 261-297.
- Miltersen, K. R. (2003). Mathematical Methods and Models in Finance. *Forelesningsnotater utviklet for kurs i regi av SimCorp A/S. Fjerde utkast redigert for Risk Management ved Norges Handelshøyskole 2003*. Kan lastes ned fra:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.198.3818&rep=rep1&type=pdf>.
- Naug, B. E. (2003). Kapittel 7 - Faktorer bak utviklingen i kronekursen - en empirisk analyse. *Norges Banks Skriftserie*, 31, 109-129. Oslo: Norges Bank.
- Neely, C. J., & Sarno, L. (2002). How Well Do Monetary Fundamentals Forecast Exchange Rates? *The Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 84 (5), 51-74.
- Norges Bank. (2004). *Inflasjonsrapport med pengepolitiske vurderinger (3/2004)*. Oslo: Norges Bank.
- Norges Bank. (2005). *Inflasjonsrapport med pengepolitiske vurderinger (2/2005)*. Oslo: Norges Bank.
- Norges Bank. (2010). *Aktiviteten i det norske valuta- og derivatmarkedet i april 2010*. Oslo: Norges Bank.
- Papaioannou, M. (2006). Exchange Rate Risk Measurement and Management: Issues and Approaches for Firms. *IMF Working Paper 06/255*.
- RiskMetrics Group. (2010). BenchNote: Practice notes highlighting Wealthbench features and functionality - A New Monte Carlo Simulation Methodology. RiskMetrics Group: Retrieved from: <http://www.msci.com/resources/new-simulation-methodology-benchnote.pdf> (21.03.2013).
- Rogoff, K. (1996). The Purchasing Power Parity Puzzle. *Journal of Economic Literature*, 34 (2), 647-668.

- Smith, C. W., & Stulz, R. M. (1985). The Determinants of Firms' Hedging Policies. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 20 (4), 391-405.
- Snodgrass, M. J. (2012). Monte Carlo Methods in Finance Using Fat Tail Models. Money Tree Software, Ltd. Retrieved from:
<http://success.moneytree.com/Portals/109376/docs/Monte%20Carlo%20Methods%20in%20Finance%20Using%20Fat%20Tail%20Models.pdf> (21.03.2013).
- Stiglitz, J. E. (1974). On the Irrelevance of Corporate Financial Policy. *The American Economic Review*, 64 (6), 851-866.
- Stulz, R. M. (1996). Rethinking risk management. *Journal of applied corporate finance*, 9(3), 8-25.
- Tucker, A. L., & Pond, L. (1988). The Probability Distribution of Foreign Exchange Price Changes: Tests of Candidate Processes. *The Review of Economics and Statistics*, 70(4), 638-647.
- van Capelleveen, H., & Wijckmans, J.-W. (2005). Reducing long-term forex transaction risk under volume uncertainty. *Risk*, January 2005. Retrieved from:
http://www.cardano.com/cms/upload/050101_Risk_Reducing_long-term_forex_transaction_risk_under.pdf (22.01.2013).
- Wystup, U. (2009). FX Basket Options Valuation with Smile. Note retrieved from:
<http://cermics.enpc.fr/cnf/Wystup.pdf> (23.03.2013).
- Wystup, U. (2010). *FX options and structured products*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd (Originalt arbeid publisert 2006) .
- Yilmaz, F. (2011). Optimal Hedging of Uncertain Foreign Currency Returns. SLJ Macro Partners. Retrieved from: <http://sljmacro.com/wp-content/uploads/2012/01/Web2MVH-UncertainCF.pdf> (22.01.2013).

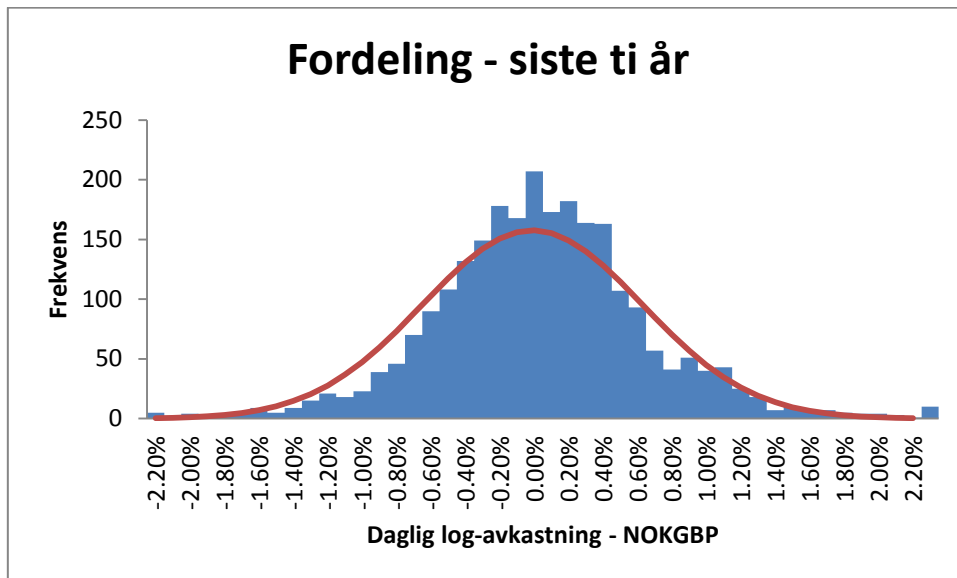
APPENDIKS

A.1 Fordeling av daglig log-avkastning

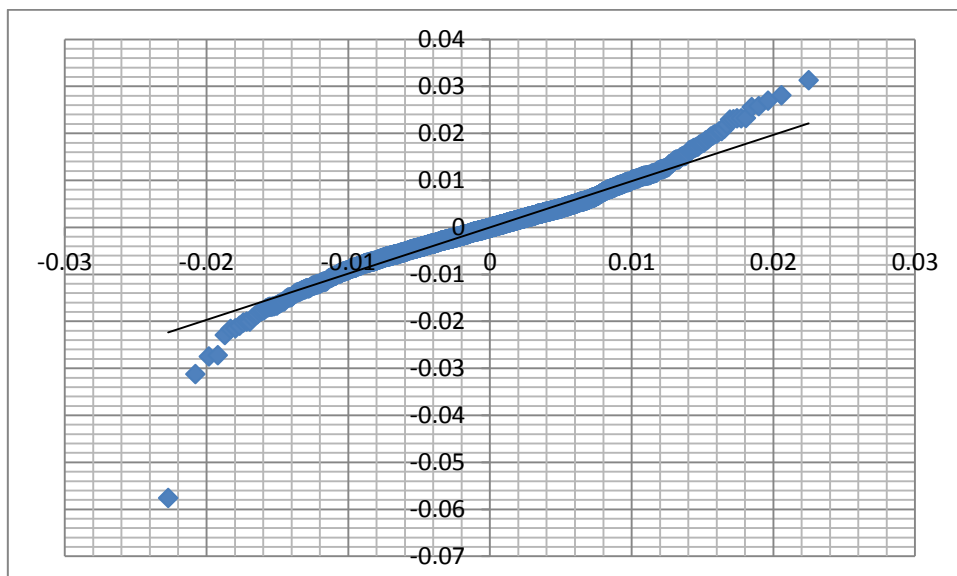
A.1.1 NOKGBP

	Daglig gjennomsnitt	Daglig standardavvik	Skew	Excess kurtosis	Max	Min
Siste år	-0.01%	0.486%	0.2873	2.2403	1.98%	-1.93%
Siste to år	-0.01%	0.559%	0.4743	1.7398	2.81%	-1.93%
Siste fem år	-0.01%	0.742%	-0.1922	4.0489	3.13%	-5.76%
Siste ti år	-0.01%	0.638%	-0.1107	4.2052	3.13%	-5.76%

TABELL A.1: Statistikk – daglig log-avkastning - NOKGBP



FIGUR A.1: Fordeling daglig NOKGBP log-avkastning sammenstilt med normalfordeling med samme gjennomsnitt og standardavvik

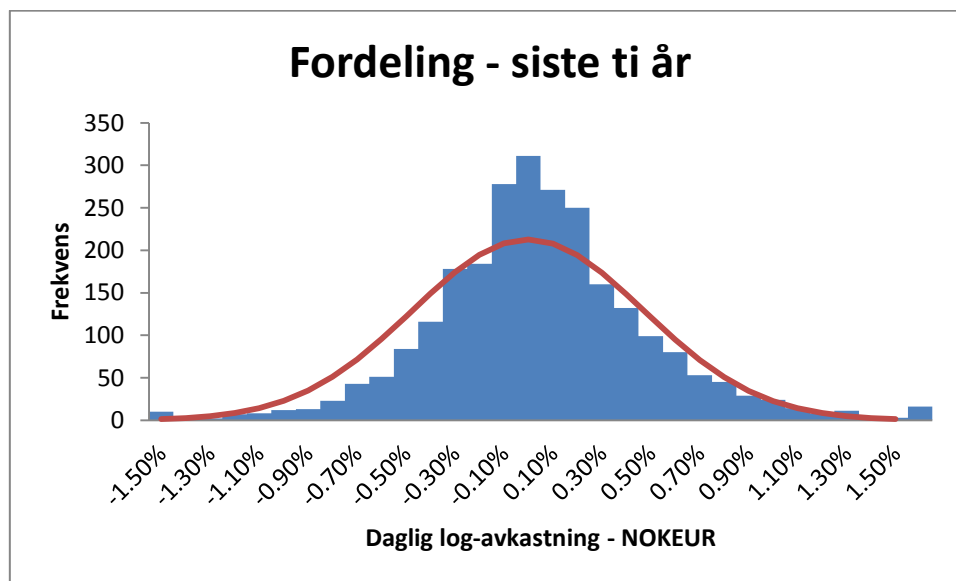


FIGUR A.2: Q-Q plot daglig log-avkastning NOKGBP

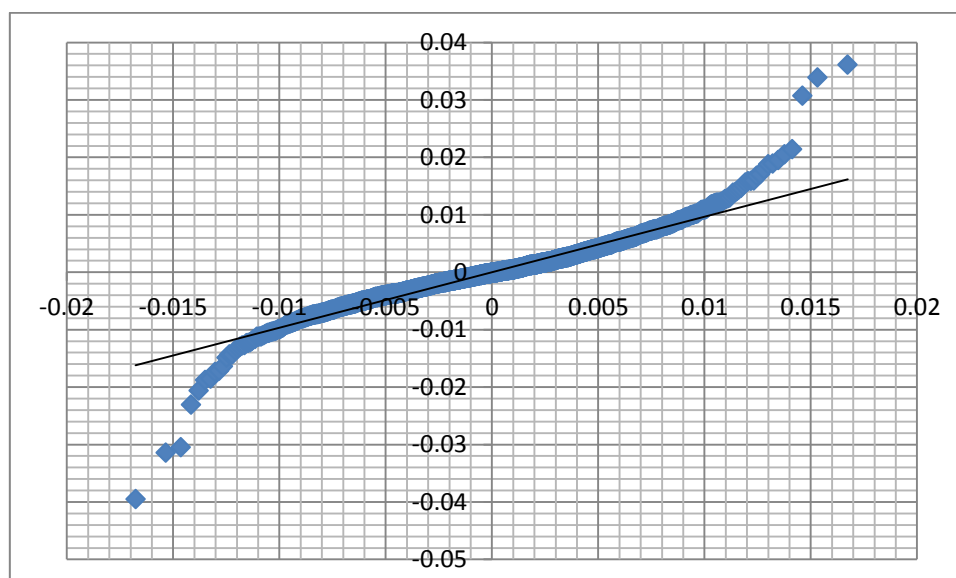
A.1.2 NOKEUR

	Daglig gjennomsnitt	Daglig standardavvik	Skew	Excess kurtosis	Max	Min
Siste år	0.00%	0.328%	0.3176	0.955	1.27%	-0.73%
Siste to år	-0.01%	0.377%	0.3461	1.200	1.79%	-1.24%
Siste fem år	0.00%	0.552%	0.1068	7.482	3.61%	-3.95%
Siste ti år	0.00%	0.473%	0.1637	7.578	3.61%	-3.95%

TABELL A.2: Statistikk – daglig log-avkastning - NOKEUR



FIGUR A.3: Fordeling daglig NOKEUR log-avkastning sammenstilt med normalfordeling med samme gjennomsnitt og standardavvik

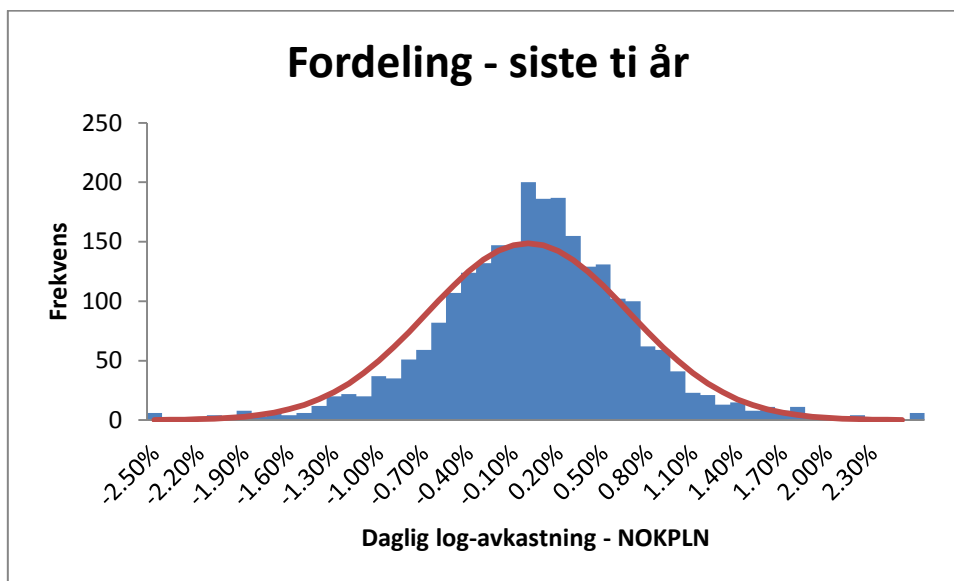


FIGUR A.4: Q-Q plot daglig log-avkastning NOKEUR

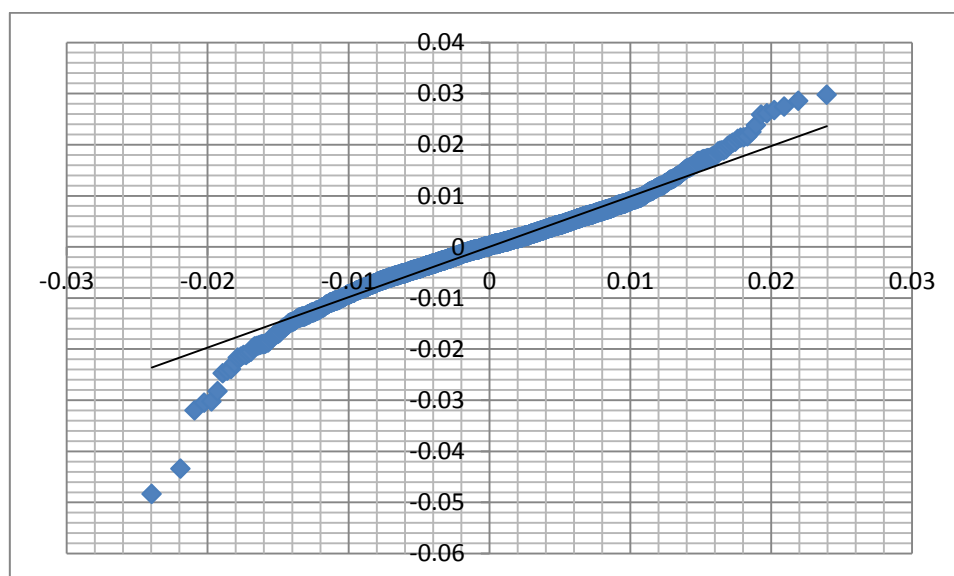
A.1.3 NOKPLN

	Daglig gjennomsnitt	Daglig standardavvik	Skew	Excess kurtosis	Max	Min
Siste år	0.00%	0.545%	0.1268	1.081	1.89%	-1.71%
Siste to år	-0.02%	0.583%	-0.0331	1.539	2.38%	-2.28%
Siste fem år	-0.02%	0.750%	-0.3905	3.827	2.97%	-4.83%
Siste ti år	0.00%	0.676%	-0.2895	3.213	2.97%	-4.83%

TABELL A.3: Statistikk – daglig log-avkastning - NOKPLN



FIGUR A.5: Fordeling daglig NOKPLN log-avkastning sammenstilt med normalfordeling med samme gjennomsnitt og standardavvik

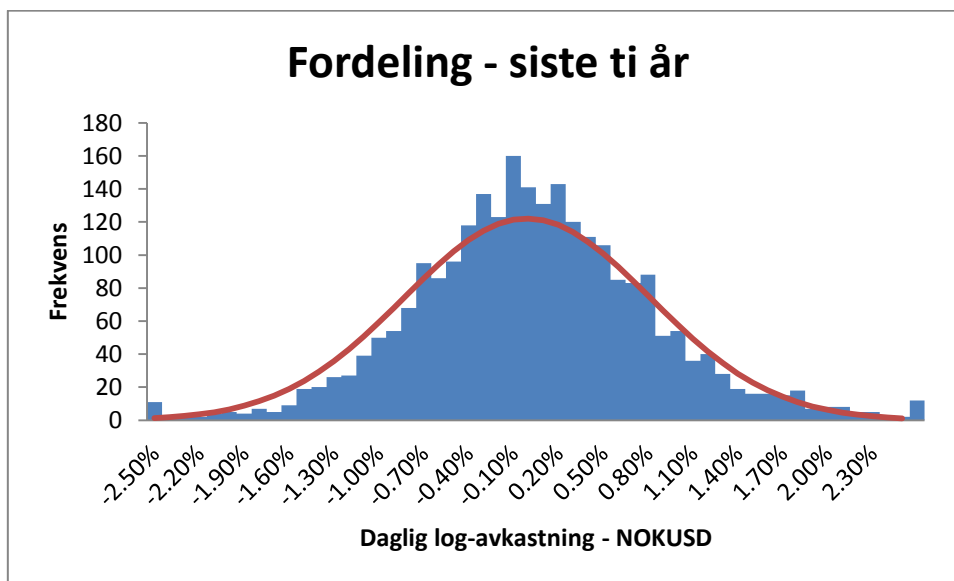


FIGUR A.6: Q-Q plot daglig log-avkastning NOKPLN

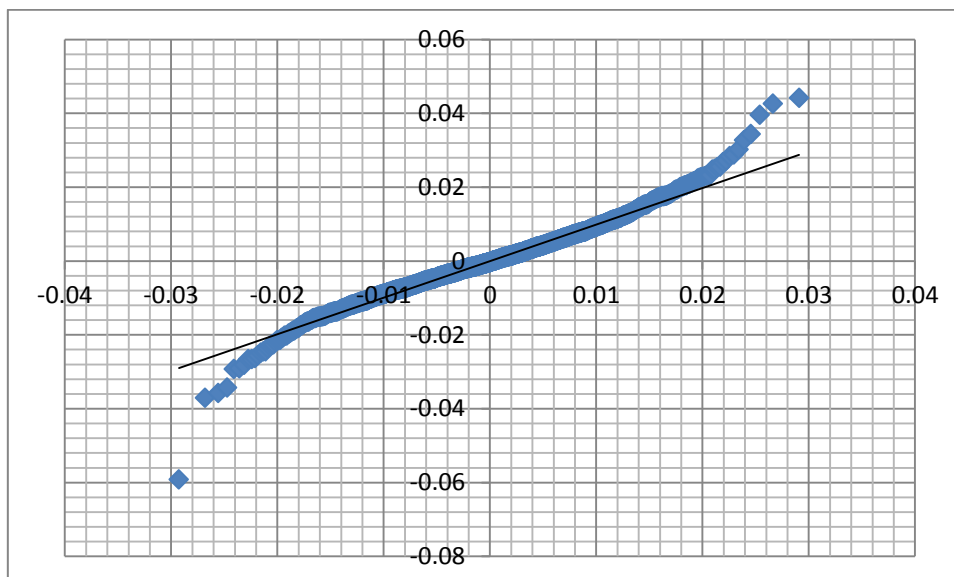
A.1.4 NOKUSD

	Daglig gjennomsnitt	Daglig standardavvik	Skew	Excess kurtosis	Max	Min
Siste år	0.02%	0.580%	0.2020	0.3855	2.31%	-1.56%
Siste to år	0.01%	0.737%	0.4336	1.0213	3.44%	-2.07%
Siste fem år	0.01%	0.948%	0.0306	2.5907	4.42%	-5.92%
Siste ti år	-0.01%	0.824%	0.0851	2.6570	4.42%	-5.92%

TABELL A.4: Statistikk – daglig log-avkastning - NOKUSD



FIGUR A.7: Fordeling daglig NOKUSD log-avkastning sammenstilt med normalfordeling med samme gjennomsnitt og standardavvik



FIGUR A.8: Q-Q plot daglig log-avkastning NOKUSD

A.2 Estimering av volatilitet med EWMA og GARCH

A.2.1 EWMA

EWMA eller exponentially weighted moving average er en modell der vekten på observasjonen synker eksponentielt jo eldre observasjonen blir. Formelen som presentert i Hull (2012) kan skrives som (uttrykket for varians, standardavviket finnes ved å ta kvadratroten av dette):

$$\sigma_n^2 = \lambda \sigma_{n-1}^2 + (1 - \lambda) * u_{n-1}^2 \quad (\text{A.1})$$

Der λ er nedbrytningsfaktoren og har en verdi mellom 0 og 1. Jo lavere verdi som tillegges λ , jo mer vekt tillegges siste observasjon u_{n-1}^2 . En høyere verdi på λ gjør at en ny observasjon ikke har for stor påvirkningskraft på volatilitetsestimatet, en egenskap som sørger for at man slipper for store «hopp» i volatilitetsestimatet ved spesielt høye eller lave enkeltobservasjoner. I Risk Metrics Technical Document (J.P.Morgan/Reuters, 1996) demonstreres eksempler på hvordan EWMA-metoden er bedre til å fange opp nye hendelser enn den likt vektete metoden. I samme dokument har de kommet frem til å benytte en λ -faktor på 0,94 for daglig data. Dette innebærer at de 75 siste observasjonene i effekt vil benyttes for volatilitetsestimatet. I mine estimeringer med EWMA-modellen har jeg derfor valgt å følge dette, og benytter meg dermed av en nedbrytningsfaktor på 0,94.

A.2.2 GARCH (1,1)

GARCH (1,1) - eller generalized autoregressive conditional heteroscedasticity - er en modell som i tillegg til å ha den eksponentielle vektingen som EWMA også legger vekt på langsiktig variansrate. Formelen som presentert i Hull (2012) kan skrives som (uttrykket for varians, standardavviket finnes ved å ta kvadratroten av dette):

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2 \quad (\text{A.2})$$

hvor γ er vekten tillagt langsiktig variansrate V_L , α er vekten tillagt u_{n-1}^2 og β er vektingen til σ_{n-1}^2 og $\gamma + \alpha + \beta = 1$.

Videre kan man definere $\omega = \gamma V_L$ og ved å følge notasjonen til Hull skrive GARCH (1,1) som:

$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2 \quad (\text{A.3})$$

Det er denne formen som ofte benyttes ved estimering av parameterne ω , α og β . Når disse er estimert kan langsiktig varians V_L kalkuleres ved ω/γ .

GARCH (1,1) – modellen kan anses som en mean-reverting modell der variansen fluktuerer rundt sitt langtidsnivå V_L . Dette er ifølge Hull (2012) ekvivalent med en variansmodell der variansen følger en stokastisk prosess:

$$dV = a(V_L - V)dt + \xi V dz \quad (\text{A.4})$$

hvor $a = 1 - \alpha - \beta$, og $\xi = \alpha\sqrt{2}$.

Den stokastiske prosessen i uttrykk A.4 kunne blitt benyttet som en del av prisprosessen til valutakursen presentert i seksjon 2.3.4.2 og dermed slakket på forutsetningen om konstant varians. For å estimere parameterne i GARCH (1,1)-modellen bruker jeg maximum likelihood-metoden foreslått i Hull (2012) som går ut på å maksimere uttrykk A.5 gjennom en iterativ prosedyre:

$$\sum_{i=1}^m \left[-\ln(v_i) - \frac{u_i^2}{v_i} \right] \quad (\text{A.5})$$

hvor v_i er estimert varians σ_i^2 for dag i .

Siden estimering av parametre for GARCH (1,1)-modellen ikke er hovedfokus for oppgaven, og siden volatiliteten estimert med denne modellen ikke benyttes vil jeg ikke utdype estimeringen av GARCH (1,1) parameterne her⁶¹.

A.3 Estimerte varians/kovarians- og korrelasjonsmatriser

Varians/Kovariansmatrise siste 80 dager				
	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
NOKGBP	0.00003108	0.00000620	0.00000328	0.00002596
NOKEUR	0.00000620	0.00000930	0.00000766	0.00000746
NOKPLN	0.00000328	0.00000766	0.00001857	0.00000063
NOKUSD	0.00002596	0.00000746	0.00000063	0.00003644

TABELL A.5: Varians/kovariansmatrise basert på siste 80 dager med data.

Korrelasjon siste 80 dager				
	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
NOKGBP	1.00000			
NOKEUR	0.36015	1.00000		
NOKPLN	0.13487	0.57544	1.00000	
NOKUSD	0.76164	0.39999	0.02384	1.00000

TABELL A.6: Korrelasjonsmatrise basert på siste 80 dager med data

⁶¹ Metodologien jeg benyttet meg av kan bli funnet i sin helhet i Hull (2012) side 505-508

Varians/Kovariansmatrise siste 180 dager				
	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
NOKGBP	0.00002419	0.00000760	0.00000415	0.00002054
NOKEUR	0.00000760	0.00001036	0.00001092	0.00000674
NOKPLN	0.00000415	0.00001092	0.00003146	-0.00000244
NOKUSD	0.00002054	0.00000674	-0.00000244	0.00003170

TABELL A.7: Varians/kovariansmatrise basert på siste 180 dager med data

Korrelasjon siste 180 dager				
	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
NOKGBP	1.00000			
NOKEUR	0.47712	1.00000		
NOKPLN	0.14959	0.60165	1.00000	
NOKUSD	0.73773	0.36994	-0.07689	1.00000

TABELL A.8: Korrelasjonsmatrise basert på siste 180 dager med data

Varians/Kovariansmatrise siste 10 år				
	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
NOKGBP	0.00004071	0.00001854	0.00001170	0.00003408
NOKEUR	0.00001854	0.00002235	0.00001374	0.00002374
NOKPLN	0.00001170	0.00001374	0.00004573	0.00000531
NOKUSD	0.00003408	0.00002374	0.00000531	0.00006784

TABELL A.9: Varians/kovariansmatrise basert på siste 10 år med data

Korrelasjon siste 10 år				
	NOKGBP	NOKEUR	NOKPLN	NOKUSD
NOKGBP	1.00000			
NOKEUR	0.61452	1.00000		
NOKPLN	0.27117	0.42975	1.00000	
NOKUSD	0.64828	0.60953	0.09530	1.00000

TABELL A.10: Korrelasjonsmatrise basert på siste 10 år med data

A.4 Hull sin prosedyre for å velge verdier i Cholesky dekomponering – tre aktive eksempler:

α_{11} settes til 1.

α_{21} settes så $\alpha_{21} * \alpha_{11} = \rho_{21}$

α_{22} settes så $\alpha_{21}^2 + \alpha_{22}^2 = 1$

α_{31} settes så $\alpha_{31} * \alpha_{11} = \rho_{31}$

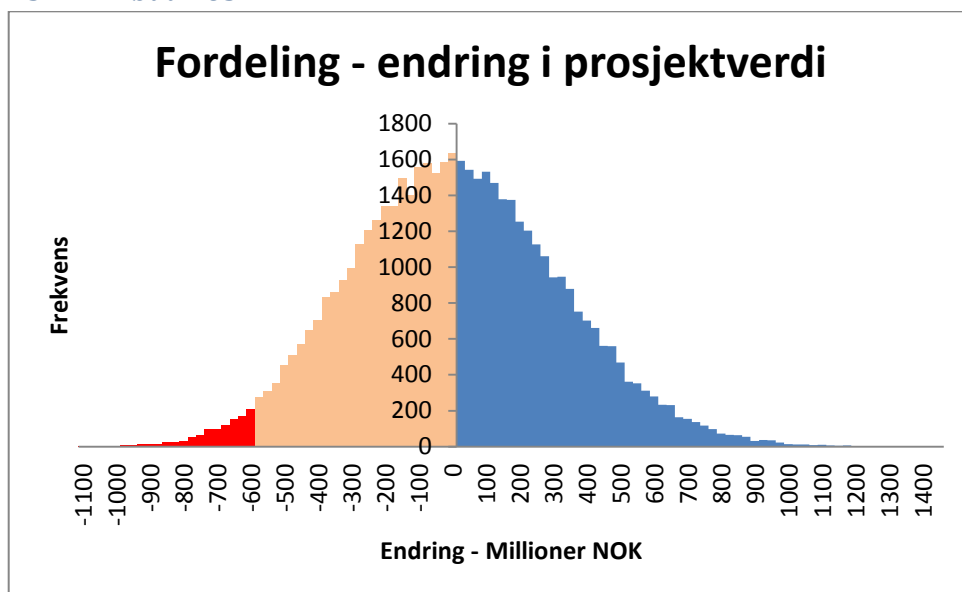
α_{32} settes så $\alpha_{31} * \alpha_{21} + \alpha_{32} * \alpha_{22} = \rho_{32}$

α_{33} settes så $\alpha_{31}^2 + \alpha_{32}^2 + \alpha_{33}^2 = 1$

A.5 Sensitivitetsanalyse

A.5.1 Analyse med drift lik 0

A.5.1.1 Tilbud i USD



FIGUR A.9: Fordeling – endring i prosjektverdi med drift lik 0 – betaling i USD.

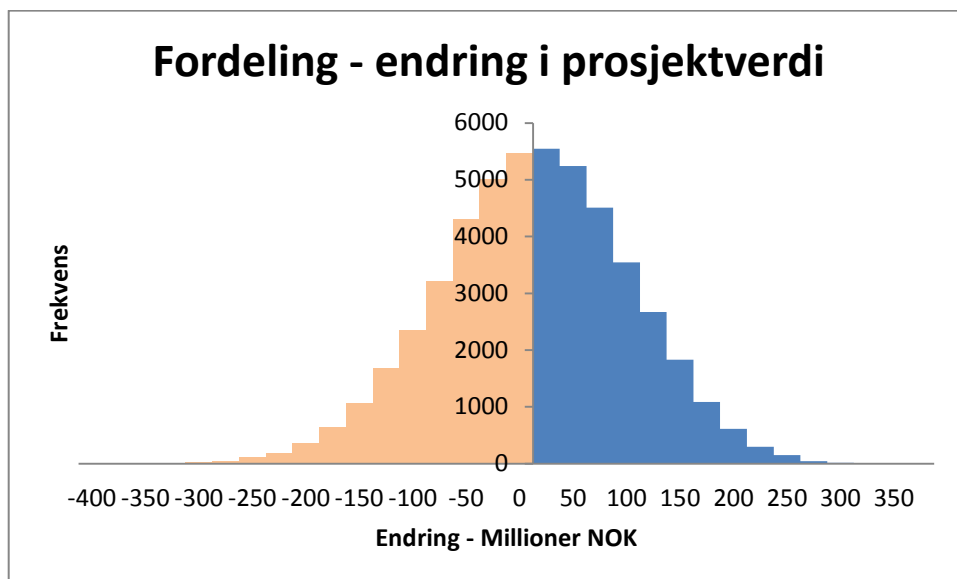
Antall scenarioer	Gjennomsnitt margin	Maksimum margin	Minimum margin	Median margin
50000	598.65	1953.30	-500.43	590.98
CFaR 95%	CFaR 99%			
500.08	691.33			
Antall scenarioer med	Antall scenarioer med fall i margin %	Antall scenarioer	Antall scenarioer med negativ margin %	
25602	51.20%	1109	2.22%	

TABELL A.11: Statistikk – drift lik 0 – betaling i USD. Margin i millioner NOK.

Δ Prosjektverdi:	-120%	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
<i>Kumulativ sannsynlighet</i>	0.76%	2.22%	3.69%	5.83%	8.73%	12.59%	17.11%	22.78%	29.05%	36.06%	43.57%	51.20%

TABELL A.12: Kumulativ sannsynlighet for tap av prosjektverdi – drift lik 0 – betaling i USD.

A.5.1.2 Tilbud i NOK



FIGUR A.10: Fordeling – endring i prosjektverdi med drift lik 0 – betaling i NOK.

Gjennomsnitt		Minimum		
Antall scenarioer	margin	Maksimum margin	margin	Median margin
50000	601.10	949.26	214.47	602.44
CFaR 95%		CFaR 99%		
148.38	213.74			
Antall scenarioer med fall i margin	Antall scenarioer med fall i margin %	Antall scenarioer med negativ margin	Antall scenarioer med negativ margin %	
24446	48.9%	0	0.00%	

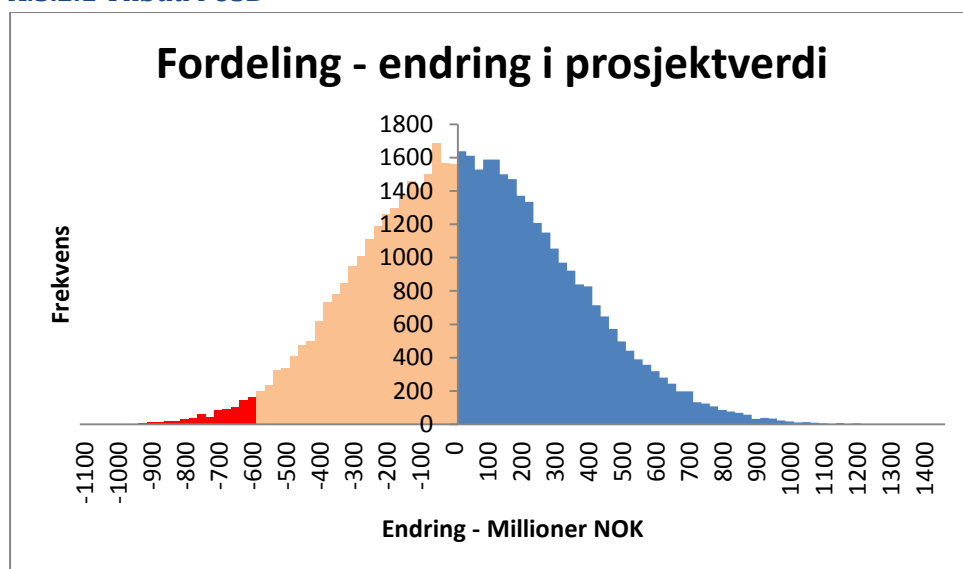
TABELL A.13: Statistikk – drift lik 0 – betaling i NOK. Margin i millioner NOK.

Δ Prosjektverdi	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
Kumulativ sannsynlighet	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.00%	0.1%	0.5%	2.4%	9.0%	24.3%	48.9%

TABELL A.14: Kumulativ sannsynlighet for tap av prosjektverdi – drift lik 0 – betaling i NOK.

A.5.2 Analyse med 180 dagers volatilitetsestimat

A.5.2.1 Tilbud i USD



FIGUR A.15: Fordeling – endring i prosjektverdi med 180 dagers volatilitetsestimat – betaling i USD.

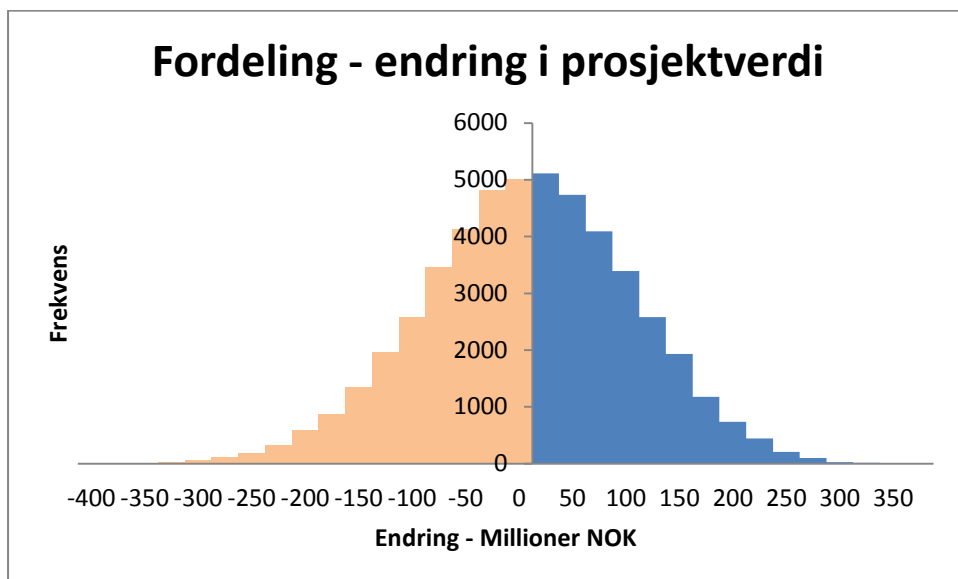
	Gjennomsnitt	Maksimum	Minimum	Median margin
Antall scenarioer	margin	margin	margin	
50000	626.41	2023.17	-490.85	620.29
CFaR 95%	CFaR 99%			
466.79	656.06			
Antall scenarioer med	Antall scenarioer med	Antall scenarioer	Antall scenarioer med	
fall i margin %	fall i margin %	scenarioer	negativ margin %	
23681	47.36%	834	1.67%	

TABELL A.16: Statistikk – 180 dagers volatilitetsestimat – betaling i USD. Margin i millioner NOK.

Δ Prosjektverdi:	-120%	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
Kumulativ sannsynlighet	0.53%	1.67%	2.80%	4.49%	6.90%	10.24%	14.49%	19.66%	25.73%	32.49%	39.71%	47.36%

TABELL A.17: Kumulativ sannsynlighet for tap av prosjektverdi – 180 dagers volatilitetsestimat – betaling i USD.

A.5.2.2 Tilbud i NOK



FIGUR A.18: Fordeling – endring i prosjektverdi med 180 dagers volatilitetsestimat – betaling i NOK.

Antall scenarier	Gjennomsnitt		Minimum	
	margin	Maksimum margin	margin	Median margin
50000	596.11	977.79	186.18	597.71
CFaR 95%		CFaR 99%		
167.59	238.90			
Antall scenarier med fall i margin	Antall scenarier med fall i margin %	Antall scenarier med negativ margin	Antall scenarier med negativ margin %	
25451	50.9%	0	0.00%	

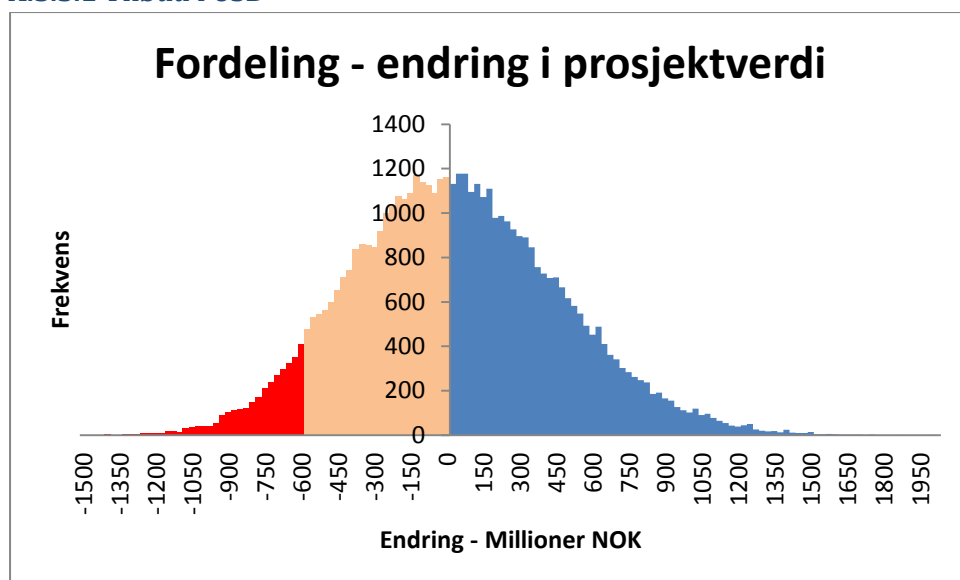
TABELL A.19: Statistikk – 180 dagers volatilitetsestimat – betaling i NOK. Margin i millioner NOK.

Δ Prosjektverdi	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
Kumulativ sannsynlighet	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.03%	0.2%	1.0%	3.9%	11.8%	27.9%	50.9%

TABELL A.20: Kumulativ sannsynlighet for tap av prosjektverdi – 180 dagers volatilitetsestimat – betaling i NOK.

A.5.3 Analyse med 10 års volatilitetsestimat

A.5.3.1 Tilbud i USD



FIGUR A.13: Fordeling – endring i prosjektverdi med 10 års volatilitetsestimat – betaling i USD.

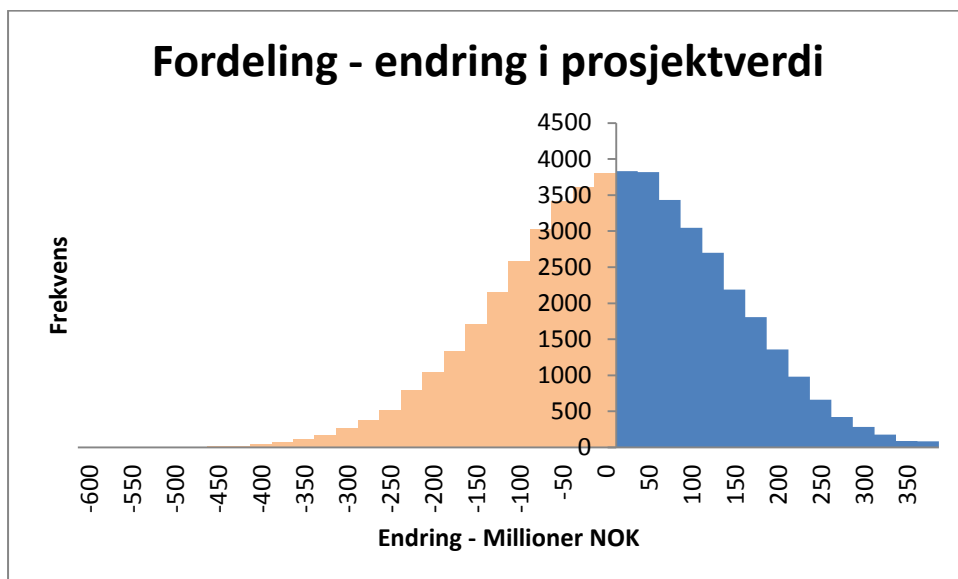
	Gjennomsnitt	Maksimum	Minimum	Median margin
Antall scenarioer	margin	margin	margin	
50000	626.59	2595.98	-836.61	610.17
CFaR 95%	CFaR 99%			
652.18	907.73			
Antall scenarioer med fall i margin	Antall scenarioer med fall i margin %	Antall scenarioer	Antall scenarioer med negativ margin %	
24503	49.01%	3292	6.58%	

TABELL A.21: Statistikk – 10 års volatilitetsestimat – betaling i USD. Margin i millioner NOK.

Δ Prosjektverdi:	-120%	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
Kumulativ sannsynlighet	3.39%	6.58%	9.04%	11.78%	15.01%	18.90%	22.99%	27.62%	32.73%	38.14%	43.50%	49.01%

TABELL A.22: Kumulativ sannsynlighet for tap av prosjektverdi – 10 års volatilitetsestimat – betaling i USD.

A.5.3.2 Tilbud i NOK



FIGUR A.14: Fordeling – endring i prosjektverdi med 10 års volatilitetsestimat – betaling i NOK.

Antall scenarier	Gjennomsnitt		Minimum	
	margin	Maksimum margin	margin	Median margin
50000	596.30	1085.73	13.62	599.24
CFaR 95%		CFaR 99%		
222.21	320.76			
Antall scenarier med fall i margin	Antall scenarier med fall i margin %	Antall scenarier med negativ margin	Antall scenarier med negativ margin %	
25114	50.2%	0	0.00%	

TABELL A.23: Statistikk – 10 års volatilitetsestimat – betaling i NOK. Margin i millioner NOK.

Δ Prosjektverdi	-100%	-90%	-80%	-70%	-60%	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
<i>Kumulativ sannsynlighet</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.45%	1.4%	3.9%	9.0%	18.3%	32.5%	50.2%

TABELL A.24: Kumulativ sannsynlighet for tap av prosjektverdi – 10 års volatilitetsestimat – betaling i NOK.