

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016
30 studiepoeng
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for samfunnsvitenskap
Handelshøyskolen

Hedgingeffektivitet i valutamarkedet: Flexibilitet eller linearitet?

Jonathan Rabin og Stian Gjein
Økonomi og administrasjon

Forord

Denne utredelsen er skrevet som avsluttende del av masterutdanningen på Handelshøyskolen ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

Studiet har på mange måter vært utfordrende, men ikke minst lærerikt og svært spennende, hvor vi har bygget videre på tilegnede kunnskaper gjennom et fem år langt studieløp.

Først og fremst ønsker vi å takke vår veileder Espen Gaarder Haug for god veiledning og inspirerende forslag underveis gjennom de ulike faser av arbeidet. Veiledningen har gitt oss gode perspektiver fra både akademia og praksis.

Videre rettes også en stor takk til Terje Christensen ved DNB Markets Vestfold for innsiktsfulle samtaler og data som har vært til stor hjelp i dette arbeidet.

Arbeidet med studiet er utført selvstendig, og innebærer ikke at Handelshøyskolen eller sensor inntår for metoder som er anvendt, resultater som fremkommer eller konklusjoner trukket i arbeidet.

Ås, mai 2016

Jonathan Rabin

Stian Gjein

Sammendrag

Gjennom empiriske analyser fra perioden februar 1999 til desember 2015 sammenlikner vi hedgingeffektiviteten for termin- og opsjonsstrategier i valutaparene USDNOK og EURNOK. Opsjonsstrategiene inkludert i studiet er basert på kombinasjoner av call- og putopsjoner, hvor kvoterte 10- og 25-delta Risk-Reversal og Butterfly benyttes i utledningen av implisitt volatilitet for tilhørende delta.

Dette studiet tar et noe alternativt utgangspunkt i forhold til store deler tidligere empirisk forskning; i tillegg til å analysere strategienes evne til å redusere ugunstige kursbevegelser, evalueres også nedsiderisikoen involvert fra de respektive hedgingstrategier. Definerte nedsiderisiko kvantifiseres gjennom nedre andre partielle moment (LPM^2) og CVaR, ettersom tydelig asymmetri og ikke-normalitet i avkastningene observeres.

Vi har analysert hvorvidt opsjonsstrategienes mulighet for delvis deltakelse i gunstige kursbevegelser kompenserer for antatt dårligere reduksjon av ugunstige spotfluktasjoner.

Gjennom alle delperiodene finner vi at opsjonsstrategier utelukkende oppnår høyere hedgingeffektivitet enn terminer, hvilket kan tolkes som at over tid kompenserer opsjonsstrategienes større fleksibilitet for svakere evne til å redusere ugunstige kursbevegelser. Terminkontrakten viser seg likevel å være den mest effektive hedgingstrategien mot appresiering i spotkurs, men hvor den økte nedsiderisikoen medfører at totale kostnadsbesparelser sjeldent tydelig overgår hva oppnådd ved opsjoner. Spesielt observeres 25-delta strategier over tid å generere høyest hedgingeffektivitet, tross perioder hvor volatilitetsoverflaten har vist seg å være markant skjevfordelt.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
NOTASJONER	V
1. INTRODUKSJON	1
2. LITTERATUROVERSIKT	4
3. TEORETISK GRUNNLAG	7
3.1 VALUTATERMINER.....	7
3.2 PRISINGSMODELLEN FOR VALUTAOPSJONER	8
3.3 VALUTAKURSENS PRISPROSESS	10
3.4 VOLATILITETSOVERFLATEN.....	12
3.4.1 <i>Interpolering av volatilitetssmilet</i>	13
4. DATAGRUNNLAG	16
5. METODE	18
5.1. KONTINUERLIG FORRENTNING	19
5.2 BEREGNING AV TERMINKURSER.....	19
5.3 BEREGNING AV OPSJONSPREMIER	20
5.4 VANNA-VOLGA APPROKSIMASJON	21
5.5 HEDGINGSTRATEGIER	21
5.5.1 <i>Long call</i>	24
5.5.2 <i>Participating termin</i>	25
5.5.3 <i>Collar</i>	26
5.5.4 <i>Seagull</i>	27
5.5.5 <i>Strangle</i>	28
5.5.6 <i>Straddle</i>	29
5.6 HEDGINGEFFEKTIVITET.....	30
5.7 MONTE CARLO SIMULERING	33
6. EMPIRISKE RESULTATER	34
6.1 DELPERIODE 1: FEBRUAR 1999 – AUGUST 2007.....	39
6.2 DELPERIODE 2: SEPTEMBER 2007 – DESEMBER 2015	44
6.3 NEDGANGSMARKED.....	47
6.4 OPPGANGSMARKED	49
6.7 MONTE CARLO SIMULERING	52
7. KONKLUSJON	54
REFERANSELISTE	56

APPENDIKS A – SUPPLERENDE TEORI	59
A.1 PARITETSRELASJONER	59
A.2 GEOMETRISK BROWNSK BEVEGELSE	62
APPENDIKS B – EMPIRISKE RESULTATER FOR 1M, 2M OG 6M.....	64
B.1 EMPIRISKE RESULTATER – HELE PERIODEN.....	64
B.2 EMPIRISKE RESULTATER – DELPERIODE 1	66
B.3 EMPIRISKE RESULTATER – DELPERIODE 2	68
B.4 EMPIRISKE RESULTATER – NED- OG OPPGANGSMARKEDER	70
B.5 EMPIRISKE RESULTATER – MONTE CARLO SIMULERING	74
B.6 EMPIRISKE RESULTATER - APPRESIERENDE SPOTKURSER	76
APPENDIKS C – HISTORISKE FORDELINGER.....	78
C.1 HISTORISKE FORDELINGER 3M STRATEGIER USDNOK.....	78
C.2 HISTORISKE FORDELINGER 3M STRATEGIER EURNOK.....	79
APPENDIKS D – VOLATILTETSOVERFLATER.....	81
D.1 VOLATILTETSOVERFLATE FOR USDNOK.....	81
D.2 VOLATILTETSOVERFLATE FOR EURNOK.....	82
APPENDIKS E – TICKERKODER	83

Notasjoner

S_0 = Spotkurs på tidspunkt 0

S_t = Spotkurs på forfall

$S_{eff,t}$ = Effektivkurs for strategi på forfall

$F_{0,T}$ = Terminkurs med inngåelse på tidspunkt 0 og tid til forfall t

ITM = In the money (spot)

ATM = At the money (spot)

OTM = Out of the money (spot)

ΔC = Delta innløsningskurs til call

ΔP = Delta innløsningskurs til put

$\sigma_{\Delta C}$ = Implisitt volatilitet gitt delta innløsningskurs til call

$\sigma_{\Delta P}$ = Implisitt volatilitet gitt delta innløsningskurs til put

K_{ATM} = Innløsningskurs ATM spot

$K_{\Delta C}$ = Innløsningskurs for call med gitt delta

$K_{\Delta P}$ = Innløsningskurs for put med gitt delta

M = Løpetid for strategi ved antall måneder til forfall

r_U = Risikofri rente for utenlandsk valuta

r_H = Risikofri rente for hjemlig valuta

μ = Driftrate = $r_H - r_U$

r_{STRAT} = Total kostnadsbesparelse fra strategi

r_+ = Kostnadsbesparelse fra strategi, gitt appresiering i spotkurs

UPM^1 = Første øvre partielle moment (oppsideavkastning)

LPM^2 = Andre nedre partielle moment (nedsidestandardavvik/-risiko)

1. Introduksjon

Siste tids markante svekkelse av den norske kronen har medført at aktører med import og gjeld denominert i utenlandsk valuta har erfart betydelige endringer i både operasjonelle og finansielle kostnader (se f.eks. Sæter, 2014 og Linderud, 2015). Motivert av den seneste kronesvekkelsen mot spesielt dollar og euro, analyseres det i dette studiet aktuelle hedgingstrategier for eksponering i valutaparene USDNOK og EURNOK. Gjennom empiriske analyser vil det avdekkes hvilke hedgingstrategier som har generert lavest nedsiderisiko sett i forhold til oppnådde kostnadsbesparelser, definert som strategienes hedgingeffektivitet. Spesielt vil det analyseres hvorvidt implementering av mer komplekse hedgingstrategier, hvor ulike opsjoner kombineres, over tid genererer høyere hedgingeffektivitet enn terminer og single opsjoner.

Flere tidligere empiriske studier har sammenlignet valutahedging mellom lineære og ikke-lineære hedginginstrumenter (se f.eks. Chang og Shanker, 1986; Ahmadi, Sharp og Walther, 1986; Korsvold, 1994; Hsin, Kou og Lee, 1994 og Albuquerque, 2007), hvor hovedsakelig hedging i større valutapar er blitt studert. Derimot har det vært færre studier om implementering av kombinasjonsstrategier eller studier omfattende NOK-denominert valutahedging. Sammenfallende med siste tids svekkelse av den norske kronen mener vi at dette studiet er både interessant og dagsaktuelt. Med bakgrunn i kronesvekkelsen tar studiet utelukkende utgangspunkt i short eksponering i nevnte valutapar sett fra en norsk importørs ståsted.

Tilsvarende som Ahmadi, Sharp og Walther (1986) og Korsvold (1994) benyttes en-til-en hedge ratio basert på at hele den periodiske eksponeringen hedges kontinuerlig og rullert månedlig, hvor risikoen følgelig vil være tilfeller hvor spotkurs appresierer mot den hjemlige valuta. Forsøk på minimering av denne risikoen ved bruk av terminer eller opsjoner vil likevel kunne introdusere en ny risiko. Ved opsjoner vil denne antatte risikoen være opsjonspremien, hvor fall i spotkurs resulterer i en effektiv kurs høyere enn hva ellers oppnådd i spotmarkedet. Risikoen forbundet med terminer kan derimot være noe mer nyansert. Det kan diskuteres hvorvidt terminer faktisk medfører risiko, da

terminkursen er kjent uten at kontantutlegg må betales på forhånd. Derimot er terminkursen låst, og hedgeren er forpliktet til å utføre transaksjonen til terminkurs uansett om spotkursen depresierer eller appresierer mot forfall. Topaloglou, Vladimirou og Zenios (2008) diskuterer forholdet mellom risiko og avkastning ved benyttelse av terminer i hedgingkontekst, og hevder at eliminerte valutarisiko kan være på bekostning av urealiserte tap ved gunstige kursbevegelser.

Tilsvarende tilfeller er eksempelvis observert ved å trekke paralleller til flybransjen, hvor flere flyselskaper gjennom 2015 har måttet melde om store urealiserte tap på sikring av flybensin, som følge av langsiktige kontrakter inngått i forkant av sist tids markante oljeprisfall (se eks. Lilleby, 2016).

Sett fra en norsk importørs ståsted vil tilsvarende tilfelle være om langsiktige terminkontrakter er benyttet for kjøp av valuta, etterfulgt av fall i spotkurs hvor eksempelvis kostnadskalkyler dermed må baseres på en høyere kurs enn markedskursen. Spesielt i et konkurranseutsatt marked vil det i nevnte tilfelle kunne medføre at aktører med mer fleksible hedgingstrategier potensielt vil kunne selge til lavere priser, resulterende i at importører med lineære hedgingstrategier må redusere sine marginer for å møte priskonkurransen i markedet.

I lys av denne potensielle problemstillingen vil derfor risikoen fra de respektive hedgingstrategier defineres som de tilfeller hvor effektiv kurs fra strategiene ender høyere enn spotkurs på forfallsdato, videre definert som strategienes nedsiderisiko. Sett utelukkende fra et kostnadsperspektiv vil importører følgelig være tjent med så lav valutakurs som mulig, slik at hedgingstrategier som over tid best har evnet å generere besparelser i form av lavere effektive kurser enn spot vil være de som per definisjon har vært mest effektive. For terminer vil dette følgelig kun være de tilfeller når spotkurs appresierer, hvor risikoen er urealiserte tap som følge av fall i spotkurs. Opsjoner som til motsetning gir en antatt mindre effektiv hedge ved appresierende kurser, vil potensielt kunne kompensere for dette i tilfeller hvor opsjonen forfaller verdiløs, med redusert nedsiderisiko til spotkurs tillagt premie. Den definerte nedsiderisikoen vil videre muliggjøre for objektivt å kunne sammenligne strategiene, hvor effektive kurser fra samtlige strategier vil sammenlignes med spotkurs på forfall gjennom hver periode.

Hedgingeffektivitet defineres derfor som strategiernes evne til å redusere ugunstige kursbevegelser sett opp mot muligheten for deltakelse i gunstige kursbevegelser. Da terminer og opsjonsstrategier vil sammenlignes i tråd med høyest oppnådde hedgingeffektivitet, vil resultatene avdekke om terminenes antatt beste risikoreduksjon ved appresierende kurser kompenseres for at den lineære strukturen ikke muliggjør for deltakelse i gunstige kursbevegelser. Sammenlignet med opsjonsstrategier vil tilsvarende være om muligheten for deltakelse i gunstige kursbevegelser veier opp for en høyere hedgingkostnad og antatt lavere effektivitet ved konsekvent stigende kurser. Ettersom vi kun ønsker å sammenligne strategiens effekt isolert, antas det at importøren til enhver tid hedger hele den periodiske eksponeringen kontinuerlig uavhengig av oppfatning om utvikling i fremtidig spotkurs, og andre eventuelle positive langsiktige effekter en kronesvekkelse vil kunne medføre.

Studiet er videre strukturert som følger. Del 2 tar for seg tidligere empirisk litteratur som har sammenlignet hedgingeffektivitet mellom lineære og ikke-lineære instrumenter. I del 3 vil de teoretiske prisingsmodeller underliggende metodologien beskrives og diskuteres. I del 4 vil datagrunnlaget gjennomgås. I del 5 beskrives modeller for kvantifisering av nedsiderisiko og risikjustert oppsideavkastning, definert som hedgingeffektivitet, samt hedgingstrategier testet i den empiriske analysen. I del 6 presenteres de empiriske resultatene. Avslutningsvis i del 7 vil studiets resultater konkluderes.

2. Litteraturoversikt

Flere empiriske studier har vært utført om hedgingeffektivitet, spesielt i sammenligningen av lineære og ikke-lineære hedginginstrumenter. Chang og Shanker (1986) og Ahmadi, Sharp og Walther (1986) konkluderte alle med futures som det dominerende hedginginstrument over single opsjoner i hedging mot valutaeksponering. Dette tross relativt forskjellige metoder benyttet for kvantifisering av risiko, hvor Chang og Shanker (1986) som kun sammenlignet ordinære og syntetiske futures, baserte resultatene på Howard og D'Antonio (1984) minimums varians-analyse, mens Ahmadi et al. (1986) benyttet nedre partielle momenter som mål på risiko. Ahmadi et al. (1986) studerte derimot kun risikoreduksjonsvenen uten hensyn til generert avkastning.

Videreføring av de overnevnte studier ble utført av Korsvold (1994) og DeMaskey (1995) hvor sistnevnte undersøkte om Chang og Shanker (1986) sine resultater var preget av lavere markedslikviditet og dybde i opsjonsmarkedet som følge av studiets tidlige stadium. Korsvold (1994) tok utgangspunkt i metoder benyttet av Ahmadi et al. (1986), men hvor også potensielle oppsideverdi ble sett i forhold til reduserte nedsiderisiko basert på simulerte valutakurser. Resultatene var derimot noe motstridende, hvor Korsvold (1994) demonstrerte at opsjoner var det mest effektive hedginginstrumentet, selv om risikoreduksjonen ikke var betydelig. DeMaskey (1995) på sin side konkluderte med futures som fortsatt det dominerende hedginginstrument over syntetiske futures.

Tilsvarende konklusjoner gjøres også av Eun og Resnick (1997) hvor valutafutures konkluderes å være overlegen valutaopsjoner for hedging av internasjonale portefølgers valutarisiko. Resultatet ble demonstrert gjeldende for både passivt og aktivt hedget porteføljer, hvor den aktive porteføljen tok utgangspunkt i en random walk modell for prediksjon av fremtidig valutakurs.

Sammenligning av hedgingeffektivitet mellom valutafutures og valutaopsjoner ble også utført av Lien og Tse (2001), men med bakgrunn i nedre partielle moment (LPM) som mål på nedsiderisiko, først introdusert av Mao (1970) og Lee og Rao (1988) som risikomål for asymmetriske fordelinger. LPM ble benyttet da det hevdes at opsjoner er konstruert for å eliminere ekstrem nedsiderisiko som er ensidig, hvor varians som er tosidig ikke vil være egnet for sammenligning av

opsjoner og futures. Likevel konkluderes det med høyest hedgingeffektivitet oppnådd ved valutafutures. Tilsvarende konkluderes av Maurer og Valiani (2007) som også benyttet LPM som mål på nedsiderisiko, men hvor LPM-optimerte porteføljer ble hedget enten med valutaterminer eller putopsjoner. Maurer og Valiani (2007) viser likevel til at ved benyttelse av dypt ITM putopsjoner ble det observert risikoreduksjon i tilnærmet grad som oppnådd ved terminer, hvor det vises til opsjonsstrategienes avhengighet til valgt innløsningskurs.

Tilsvarende konklusjoner er også gjeldende i Albuquerque (2007), hvor terminer demonstreres som det dominerende hedginginstrument over opsjoner for reduksjon av nedsiderisiko. Studiet ser derimot kun på de respektive derivaters risikoreducerende evne, hvor konklusjonen begrunnes med høyere transaksjonskostnader ved benyttelse av opsjoner, resulterende i at færre antall terminer behøves solgt for å hedge samme eksponering som ved opsjoner. Samsvarende er også resultatene til Topaloglou, Vladimirov og Zenios (2008), hvor valutaeksponering fra internasjonale porteføljer hedget med terminer konkluderes som overlegen til resultater oppnådd ved single putopsjoner. Studiet til Topaloglou et al. (2008) tester derimot også mer komplekse opsjonsstrategier, hvor spesielt strategien Bear spread (long ITM put og short OTM put) ble vektlagt. Porteføljenes nedsiderisiko ble videre kvantifisert ved Conditional Value at Risk (CVaR), hvor porteføljesammensettingen ble optimert med hensyn på minimering av CVaR gitt optimale hedgingstrategi. Ex post resultater viser derimot at porteføljer hedget med Bear-spread utelukkende genererte høyest hedgingeffektivitet av samtlige strategier, hvor Sharpe- og UP-ratio lå til grunn som mål på risikojustert-avkastning.

Gitt noe forskjellige utgangspunkt, hva gjelder type eksponering og metoder benyttet, er det fortsatt ingen tydelig enighet i litteraturen hva gjelder det foretrukne hedginginstrument(-strategi) for optimal hedging av valutaeksponering. Likevel konkluderer større deler av den tidligere empiriske litteratur med lineære instrumenter (terminer eller futures) som det dominerende hedginginstrument for hedging av valutaeksponering. Noen unntak forekommer, hvor Korsvold (1994) viser til høyest hedgingeffektivitet generert ved bruk av opsjoner. Noe nyere forskningslitteratur ved Topaloglou et al. (2008) viser derimot at anvendelse av mer komplekse opsjonsstrategier i hedgingkontekst presterte bedre enn terminer

og single opsjoner. Resultatene fra spesielt Topaloglou et al. (2008) kan indikere tilstedeværelse av økt hedgingeffektivitet også i valutaparene USDNOK og EURNOK ved benyttelse av opsjonsstrategier hvor ulike opsjoner kombineres. Dette studiet tar likevel et noe annet utgangspunkt enn tidligere litteratur, hvor vi i tillegg til å studere hedgingstrategienes evne til å redusere ugunstige kursbevegelser, også ser på risikoen påløpt fra hver respektive strategi sett i forhold til genererte kostnadsbesparelser. Dette med bakgrunn i at terminer som best antatt reduserer ugunstige kursbevegelser, ifølge store deler av tidligere empiri, ikke nødvendigvis kompensere for faktumet om ingen deltakelse i gunstige kursbevegelser, hvor det kan tenkes at opsjonsstrategier evner å kompensere for nettopp dette.

3. Teoretisk grunnlag

Transaksjoner i NOK-denominerte terminer og valutaopsjoner utføres i dag OTC¹. Sammenfallende med praksis benyttes de aktuelle teoretiske prisingsmodeller for beregning av terminkurser og opsjonspremier. I kapittelet som følger vil derfor det teoretiske grunnlaget underliggende anvendte metode bli gjennomgått, hvor benyttede prisingsmodeller og tilhørende prisprosess utdypes. Ettersom ulike opsjonsstrategier er en sentral del av dette studiet vil den implisitte volatiliteten underliggende beregnede opsjonspremier ta hensyn til opsjonenes innløsningskurs, hvor det konsekvent fravikes fra normale Black-Scholes antakelser om et flatt volatilitetssmil. Rubinstein (1994) og Jacwerth og Rubinstein (1996) med flere viste til at den implisitte volatiliteten for opsjoner er markant skjevfordelt, hvor volatiliteten kan være en synkende eller økende funksjon av innløsningskurs og tid til forfall. Castagna og Mercurio (2007) foreslår en Vanna-Volga approksimasjon for interpolering av en markedsconsistent volatilitetsoverflate som senere vil benyttes i interpolering mellom kvoterte og ønskede delta. Avslutningsvis vil derfor teori omfattende volatilitetssmilet og Vanna-Volga metoden beskrives.

3.1 Valutaterminer

Aktører med short eksponering i underliggende valuta kan sikre seg mot ugunstige kurssvingninger ved å kjøpe terminkontrakt på det kjente beløpet av utenlandsk valuta i forkant av transaksjonen. Ulempen med terminer er derimot urealiserte tap som følge av fall i spotkurs over terminens løpetid. For en aktør med tilsvarende eksponering i underliggende valuta vil terminkontrakten altså kun ha positiv verdi ved en appresiering i spotkurs. Terminkursen ($F_{0,t}$) med tid til forfall T for levering av én enhet hjemlig valuta per utenlandsk valuta (S_0) beregnes ved dekket renteparitet (1), definert og diskutert i appendiks A.1:

$$F_{0,T} = S_0 \frac{(1 + r_H)^T}{(1 + r_U)^T} \quad (1)$$

¹ OTC: «Over-the-Counter» brukes som begrep om finansielle instrumenter og derivater som ikke handles via børs. Ofte omfatter dette opsjoner og terminer der transaksjonen gjøres direkte mot bank eller megler.

² For utredelse av geometrisk Brownsk bevegelse se appendiks A.2.

Hvor r_H og r_U er hhv. hjemlig og utenlandsk risikofri rente med tilhørende løpetid.

3.2 Prisingsmodellen for valutaopsjoner

Garman og Kohlhagen (1983) og Biger og Hull (1983) videreutviklet den tidligere opsjonsprisingsmodellen til Black og Scholes (1973) til å omfatte valutakurser som underliggende aktiva. Den opprinnelige opsjonsprisingsmodellen til Black og Scholes (1973) er basert på aksjer som det underliggende aktiva, der aksjen antas å være fri for utbytte i opsjonens levetid. Til forskjell fra valuta vil den arbitrasjefrie terminverdien til spotprisen på en aksje være dens forrentede verdi ved den risikofrie renten. Terminpremien til en aksje vil dermed alltid være positiv, så fremt det ikke forekommer negative renter. Derimot vil terminverdien til en valutakurs være høyere eller lavere enn spotkursen avhengig av om rentedifferansen mellom de respektive valutaer er positiv eller negativ.

Videre vil antakelsen om utbyttefri aktiva som underliggende også medføre en potensiell feilprising av valutaopsjoner. Biger og Hull (1983) argumenterte for dette ved at en investor som holder utenlandsk valuta vil velge å plassere dette i risikofrie obligasjoner, i motsetning til ikke-rentebærende plasseringer. Dette vil derfor kunne sammenlignes med en aksje som betaler kontinuerlig utbytte, der avkastningen fra plassering i utenlandsk valuta vil være lik den utenlandske risikofrie renten. Opsjonsprisingsmodellen for valuta utarbeidet av Garman og Kohlhagen (1983) og Biger og Hull (1983) er derfor utvidet til å omfatte den risikofrie renten til begge de respektive valutaer som underligger opsjonsprisen. Garman-Kohlhagen modellen tar utgangspunkt i mange av de samme antakelsene som de øvrige opsjonsprisingsmodellene, og antar følgende:

- Spotprisen følger en geometrisk Brownsk bevegelse, der utvikling i underliggende er en stokastisk prosess over kontinuerlig tid og uttrykkes ved følgende stokastiske differensialligning:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dZ \quad (2)$$

hvor μ og σ er hhv. drifraten og volatiliteten til spotprisen S , og Z er en standard Wiener prosess. Drifraten uttrykkes gjennom rentedifferansen mellom det respektive valutapar.

- Opsjonsprisen er en funksjon av kun spotprisen, en stokastisk variabel

-
- Markedet er friksjonsløst, hvilket betyr ingen transaksjonskostnader, skatter eller mulighet for arbitrasje
 - Rentene for det respektive valutapar er konstante over opsjonens levetid
 - Volatiliteten til underliggende er konstant over opsjonens levetid

Opsjonspremiene for valutaopsjoner er fra Garman-Kohlhagen gitt ved (3) og (4) hvor $C(S, T)$ og $P(S, T)$ betegner premien for hhv. call- og putopsjoner:

$$C(S, T) = Se^{-r_U T} N(d_1) - Ke^{-r_H T} N(d_2) \quad (3)$$

$$P(S, T) = Ke^{-r_H T} N(-d_2) - Se^{-r_U T} N(-d_1) \quad (4)$$

hvor:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r_H - r_U + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (5)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r_H - r_U - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (6)$$

hvor følgende notasjoner gjelder:

S = Spotpris på underliggende valuta (enheter av hjemlig valuta per utenlandsk valuta)

K = Innløsningskurs (enheter av hjemlig valuta per utenlandsk valuta)

T = Tid til forfall

$C(S, T)$ = Premien på en valuta callopsjon, gitt spotkurs (S) og tid til forfall (T).

$P(S, T)$ = Premien på en valuta putopsjon, gitt spotkurs (S) og tid til forfall (T).

r_H = Risikofri rente for hjemlig valuta

r_U = Risikofri rente for utenlandsk valuta

σ = Volatiliteten til underliggende spot valutakurs

$N(\cdot)$ = Den kumulative normalfordelingsfunksjonen til den log normale avkastningen til spot ($\ln(S_{t+1}/S_t)$)

Samtidig er det flere som kritiserer Garman-Kohlhagen modellen, hvor antakelsene underliggende modellens forgjenger hevdes å være lite gjeldende for valuta. Ekvall, Jennergren og Näslund (1997) hevdet at logaritmen til valutakursen heller følger en Ornstein-Uhlenbeck prosess og ikke en Brownsk bevegelse, hvor det rettes fokus på at spesielt langsiktige fluktuasjoner blir drevet

av «mean reversion». De foreslår en utvidet opsjonsprisinde modell av Garman-Kohlhagen, hvor de underliggende antakelsene om valutakurser er noe forskjellig fra den opprinnelige Garman-Kohlhagen modellen. Modellen til Ekvall et al. (1997) antar at udekket renteparitet holder, der rentedifferansen mellom den hjemlige og utenlandske valutaen er en funksjon av logaritmen til valutakursen. Chiang og Okunev (1993) kritiserte Garman-Kohlhagen modellens antakelser om konstante hjemlig og utenlandske renter. De foreslår en modifisert prisingsmodell for valutaopsjoner, hvor rentene underliggende opsjonsprisinde heller antas å følge en stokastisk prosess med kontinuerlig tid, definert som «Brownian bridge».

I dette studiet vil likevel Garman-Kohlhagen modellen være den som benyttes, sammenfallende med standarden i markedet hvor modellen benyttes til å omgjøre kvoterte implisitte volatilitet for gitte delta om til markedspriser. Modellens underliggende antakelser vil derfor ikke være spesielt utslagsgivende for vårt studie, da modellen kun benyttes som et konverteringsverktøy av historisk implisitt volatilitet for gitt delta.

3.3 Valutakursens prisprosess

Garman-Kohlhagen antar som nevnt at underliggende valutakurs følger en geometrisk Brownsk bevegelse, hvor Monte Carlo simuleringen (beskrevet senere i 5.7) også vil baseres på samme prosess for ytterligere supplering til de historiske data.

Den geometriske Brownske bevegelsen har en driftrate (μ) lik differansen mellom hjemlig- og utenlandsk risikofri rente. Gitt antakelsene underliggende Garman-Kohlhagen er prosessen for valutakursen på kontinuerlig form gitt ved følgende forhold:

$$S + dS = S e^{(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma dz} \quad (7)$$

hvor dz er en Wienerprosess, og det antas at valutakurser er kontinuerlige i både tid og variabel. Det kan selvsagt diskuteres hvorvidt variabelen er restriktiv når det kommer til diskrete verdier hva avrunding i markedet gjelder. Derimot kan det tenkes at valutakurser i større grad har kontinuerlig tidsverdi enn eksempelvis

aksjekurser, hvor Hull (2012, s. 280) setter tvil om dette er gjeldende for aksjekurser.

For å simulere prosessen i (7) for gitte tidsperioder omgjøres dette til diskret form hvor drifraten og variansraten er funksjoner av underliggende variabel og tid.²

Grunnlaget for simulert valutakurs for tidspunkt $t+1$ gitt ved diskrete tidsperioder Δt blir uttrykt ved følgende forhold:

$$S_{t+1} = S_t e^{(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t + \sigma\epsilon_{t+1}\sqrt{\Delta t}} \quad (8)$$

hvor $\epsilon \sim N(0,1)$.

Det er derimot gjort flere empiriske studier på valutakursers faktiske prisprosess, hvor blant annet Anthony og MacDonald (1998) konkluderte med at det var tilstedeværelse av «mean reversion» i datidens europeiske valutakurser. Ekvall et al. (1997) hevdet derfor at en Ornstein-Uhlenbeck prosess bedre kunne beskrive valutakursers prisprosess:

$$dX(t) = \lambda[\alpha - X(t)]dt + \sigma dZ(t) \quad (9)$$

Dersom X faller under α , blir drifteleddet positivt, og λ bestemmer hastigheten til mean reversion. Over lengre tidshorisont antas det at variabelen X konvergerer tilbake mot α .

Jorion (1988) viste til uregelmessigheter i utviklingen av valutakurser der signifikante store endringer, karakterisert som «jumps», ble bevist.

Jorion (1988) konkluderte med at valutamarkedet følger en «jump diffusion» prosess, og viste til resultater med platykurtiske fordelinger, som kan modelleres gjennom en jump diffusion prosess:

$$\frac{dP_t}{P_t} = \alpha dt + \sigma dz_t + dq_t \quad (10)$$

hvor dq_t er en Poissonprosess som karakteriserer gjennomsnittlig antall hopp innenfor et tidsintervall og størrelse som er uavhengig log-normalfordelt.

² For utredelse av geometrisk Brownsk bevegelse se appendiks A.2.

Dette studiet tar likevel videre utgangspunkt i den Brownske bevegelsen ved generering av simulerte valutakurser sammenfallende med prosessen underliggende Garman-Kohlhagen.

3.4 Volatilitetsoverflaten

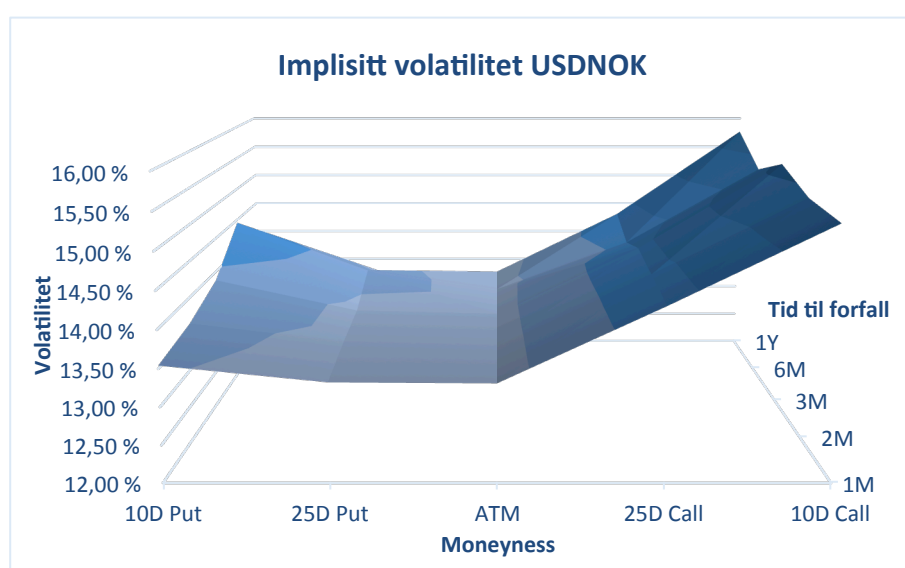
Volatilitetsoverflaten illustrerer den implisitte volatiliteten til en gitt opsjon med hensyn på opsjonens grad av «moneyness» og tid til forfall. I et typisk teoretisk volatilitetssmil for valutaopsjoner vil den implisitte volatiliteten være relativt lav for ATM opsjoner, og progressivt stige ettersom opsjonen beveger seg enten ITM eller OTM (Hull, 2012, s.411). I praksis observeres derimot ofte skjevhet i smilet hvor ATM volatiliteten ikke nødvendigvis er bunnpunktet. Volatiliteten er heller ikke konstant over tid, ulike innløsningskurser eller tid til forfall, hvor Carr og Wu (2007) viste til stor variasjon i Risk Reversal over tid. Hull og White (1998) viste til empiriske resultater som indikerte større sannsynlighet for små og store endringer, og mindre sannsynlighet for mellomstore endringer enn den log-normale fordelingen tilsier, hvor den log-normale sannsynlighetsfordelingen for endringer i volatilitet ikke er lik markedets implisitte fordeling.

Derman (1999) karakteriserer blant annet to regler for endringer i volatilitetssmilet: «Sticky strike» og «Sticky delta». Sticky strike-regelen baseres på at implisitt volatilitet for en gitt innløsningskurs og tid til forfall er uavhengig av endringer i spot, noe som ifølge Derman (1999) vil være lite gjeldende i praksis. Derimot tilsier Sticky delta (Δ_{SD}) at endringer i den implisitt volatiliteten avhenger av både spot- og innløsningskurs, altså at den implisitte volatiliteten følger opsjonens delta. Opsjonenes volatilitet vil dermed endres til et nytt punkt på volatilitetsoverflaten hver gang dens delta endrer seg, som følge av endring i spot.

Vanlig markedskonvensjon er derfor å kvotere opsjonene etter deres implisitt volatilitet for gitt delta, hvor opsjoner som ikke er ATM, delta ulik 0,50, kvoteres med en spread fra ATM volatiliteten. Normalt vil dette være 25- og 10-delta for call og putopsjoner.³

³ Eksempelvis vil en 25-delta call være en OTM callopsjon med innløsningskurs som gir en delta lik 0,25. For putopsjoner vil tilsvarende 25-delta i praksis implisere en delta for opsjonen lik -0,25.

For valutaopsjoner som hovedsakelig handles OTC vil ikke et komplett volatilitetssmil være direkte observerbart. Ved bruk av opsjonens ATM volatilitet og tilhørende spread for gitt delta kan volatilitetsoverflaten konstrueres. Ettersom implisitt volatilitet baseres på markedets forventninger om fremtidig endring i spotkurs, vil det i tider med forventning om stigende valutakurser være høyere implisitt volatilitet for OTM callopsjoner enn OTM putopsjoner. Skjevheten i volatilitetsoverflaten i figur 1 illustrerer nevnte tilfelle observert 30.april 2008. Hvor konvekst volatilitetssmilet er, avgjøres av hvor mye den implisitte fordelingen fraviker fra den log-normale.



Figur 1: Volatilitetsoverflate per 30.april.2008, implisitt volatilitet ved salgskurs for USDNOK opsjoner for kvoterte deltaverdier .

3.4.1 Interpolering av volatilitetssmilet

Et potensielt problem ved interpolering av volatilitetsoverflaten er at interpoleringen feilaktig kan indikere arbitrasjemuligheter (DeRosa, 2011, s. 115). Castagna og Mercurio (2007) tar utgangspunkt i Vanna-Volga metoden, først introdusert av Lipton og McGhee (2002) og Wystrup (2003), som en alternativ metode for å interpolere volatilitetssmilet mellom de tre volatilitetspunktene delta put ($\sigma_{\Delta P}$), delta call ($\sigma_{\Delta C}$) og ATM (σ_{ATM}). Vanna-Volga metoden er ifølge Castagna og Mercurio (2007) mye benyttet for valutaopsjoner i praksis, hvor

volatilitet typisk kvoterer for ATM, Risk Reversal og Butterfly⁴. Grunnlaget til Vanna-Volga metoden hviler på å replisere en opsjon ved å konstruere en opsjonsportefølje bestående av OTM put, OTM call og ATM opsjoner. For et bestemt punkt på volatilitetsoverflaten med gitt tid til forfall og delta, må den repliserte porteføljen ha samme delta, gamma, vega, vanna⁵ og volga⁶ som den teoretiske opsjonen på volatilitetsoverflaten.

Gitt antakelsen om flat, men stokastisk implisitt volatilitet kan en replisert portefølje konstrueres til å være nøytral opp til andre partiellderiverte (vega, vanna og volga nøytral).

Ved å anta en vilkårlig opsjon med gitt innløsningskurs og tid til forfall, er formålet å konstruere en portefølje bestående av eksempelvis 25-delta putopsjon, 25-delta callopsjon og ATM opsjon som matcher opsjonens først- og andre partiell deriverte med hensyn på spot og volatilitet.

De gitte vektene (X_1 , X_2 og X_3) for de tre respektive opsjonene er gitt ved formel (11), der $V(K)$ er vega til opsjonen gitt en innløsningskurs (K):

$$X_1 = \frac{V(K)}{V(K_1)} \frac{\ln \frac{K_2}{K} \ln \frac{K_3}{K}}{\ln \frac{K_2}{K_1} \ln \frac{K_3}{K_1}}, \quad X_2 = \frac{V(K)}{V(K_2)} \frac{\ln \frac{K}{K_1} \ln \frac{K_3}{K}}{\ln \frac{K_2}{K_1} \ln \frac{K_3}{K_2}}, \quad X_3 = \frac{V(K)}{V(K_3)} \frac{\ln \frac{K}{K_1} \ln \frac{K}{K_2}}{\ln \frac{K_3}{K_1} \ln \frac{K_3}{K_2}} \quad (11)$$

Med innløsningskurser K_1 , K_2 og K_3 , for de tre opsjonene gitt ved:

$$K_{\Delta P} \equiv K_1 = S e^{-\alpha \sigma_{\Delta P} \sqrt{T} + (r_H - r_U + 0,5 \sigma_{ATM}^2) T} \quad (12)$$

$$K_{ATM} \equiv K_2 = S e^{(r_H - r_U + 0,5 \sigma_{ATM}^2) T} \quad (13)$$

$$K_{\Delta C} \equiv K_3 = S e^{\alpha \sigma_{\Delta C} \sqrt{T} + (r_H - r_U + 0,5 \sigma_{ATM}^2) T} \quad (14)$$

hvor følgelig $K_1 < K_2 < K_3$, og konstanten alpha (α) er gitt ved følgende forhold:

⁴ Risk Reversal defineres som differansen mellom implisitt volatilitet for OTM call og OTM put med samme delta. Butterfly defineres som differansen i implisitt volatilitet mellom gjennomsnittet av OTM call og putopsjoner og ATM volatilitet med samme delta.

⁵ Vanna måler sensitiviteten til en opsjons vega, med hensyn på endring i spot: $\frac{\partial V_t}{\partial S_t}$

⁶ Volga måler sensitiviteten til en opsjons vega, med hensyn på endring i implisitt volatilitet: $\frac{\partial V_t}{\partial \sigma_t}$

$$\alpha = N^{-1}(\Delta e^{r\tau} v^T) \quad (15)$$

Fra de beregnede vektene i (11) kan den arbitrasjefrie Vanna-Volga opsjonspremie $C(K)$ med innløsningskurs K for en gitt tid til forfall beregnes:

$$C(K) = C^{BS}(K) + \sum_{i=1}^3 x_i(K) [C^{MKT}(K_i) - C^{BS}(K_i)] \quad (16)$$

hvor C^{BS} betegner den opprinnelig Black Scholes (alternativt Garman-Kohlhagen) premien, gitt konstant ATM volatilitet, og C^{MKT} for K_1 , K_2 og K_3 er de kvoterte opsjonspremiene i markedet. Andre ledd i formel (16) representerer den vektete summen av differansen mellom den faktiske markedskostnaden til den repliserte porteføljen og dens verdi beregnet ved Black Scholes.

Fra de justerte opsjonspremiene i (16) kan implisitt volatilitet for gitt innløsningskurs (K) approksimeres for å konstruere en komplett volatilitetsoverflate (Castagna og Mercurio, 2007):

$$\sigma_K \approx \sigma_1 \equiv \frac{\ln \frac{K_2}{K} \ln \frac{K_3}{K}}{\ln \frac{K_2}{K_1} \ln \frac{K_3}{K_1}} \sigma_{25\Delta P} + \frac{\ln \frac{K}{K_1} \ln \frac{K_3}{K}}{\ln \frac{K_2}{K_1} \ln \frac{K_3}{K_2}} \sigma_{ATM} + \frac{\ln \frac{K}{K_1} \ln \frac{K}{K_2}}{\ln \frac{K_3}{K_1} \ln \frac{K_3}{K_2}} \sigma_{25\Delta C} \quad (17)$$

Det vises til at approksimeringen i (17) generer tilnærmet identiske volatiliteter sammenlignet med interpoleringsmetoden SABR, av Hagen et al. (2002), spesielt i interpoleringen mellom 10-delta call og 10-delta put.⁷ Castagna og Mercurio (2007) viser videre til fordelene med Vanna-Volga interpolering ved at ingen kalibrering er nødvendig, da den implisitte volatiliteten er en direkte input av (16).

⁷ Castagna og Mercurio (2007) sammenligner også Vanna-Volga interpoleringen med Malz (1997) annengradsinterpolering, hvor de to metodene kun samsvarer for et tre-punkts volatilitetssmil. For innløsningskurser utover 25-delta, vises det til fravikende resultater ved annengradsinterpoleringen sammenlignet med Vanna-Volga og SABR.

4. Datagrunnlag

Den empiriske analysen er basert på spot valutakurser for USDNOK og EURNOK i perioden 26.02.1999 til 31.12.2015. Grunnlaget for denne periodelengden er at euro først ble introdusert som elektronisk valuta 01.01.1999, og USDNOK er avgrenset til å starte ved samme dato for å få et sammenligningsgrunnlag på tvers av de respektive valutaparene.

Som rentegrunnlag er de respektive valutaers interbankrenter benyttet i beregninger og analyser, der NIBOR, LIBOR og EURIBOR med løpetider på 1, 2, 3 og 6 måneder er benyttet fra samme tidsperiode med dagbasis Act/360⁸.

Interbankrentene er også de rentene som ligger til grunn i Bloombergs prisingsmodeller av valutaopsjoner og terminer. Grunnet begrensning i data er kun salgskurser for respektive renter benyttet.

Salgskurser (kjøpskurser) av spotvaluta er benyttet hvor opsjoner eller terminer kjøpes (selges). Videre er sluttkurser for hver forfallsmåned konsekvent benyttet, slik at beregninger og historiske analyser er basert på de faktiske valutakurser som har vært, kontra historiske gjennomsnitt som kunne ha resultert i misledende resultater.

Tilknyttet beregning av ATM opsjonspremier er den historiske ATM implisitte volatiliteten i underliggende valutapar benyttet, både salgskurser og kjøpskurser for alle de gjeldende løpetidene. Ved beregning av opsjonspremier med innløsningskurser OTM og ITM er 10- og 25 delta Risk Reversal samt Butterfly benyttet, som videre ligger til grunn i interpoleringen mellom ATM volatilitet og volatilitet for andre innløsningskurser (delta). Data for Risk Reversal og Butterfly begrenser seg tilbake til 01.01.2006. For interpolering av volatilitetssmil i perioden 26.02.1999 til 01.01.2006 benyttes gjennomsnittlige verdier fra Risk Reversal og Butterfly fra 01.01.2006 til 31.12.2015.

Det er viktig for studiet at datagrunnlaget matcher det bankene bruker for å prise derivatene OTC. Data for valutakurser, renter og tilhørende volatilitet er derfor hentet direkte fra Bloomberg, sammenfallende med en av flere datakilder som

⁸ Act/360 tilsvarende i dette studiet en dagbasis lik 252/360.

benyttes i praksis.⁹ Tickerkodene benyttet presenteres i appendiks E. Beregnede opsjonspremier og terminkurser er også så godt det har latt seg gjøre sammenlignet med Bloombergs prisingsmodeller for å sikre at beregninger som er gjort er så realistiske som mulig. All data som er benyttet i de empiriske analysene er på månedlig basis, hvor hvert datapunkt har en dagbasis på Act/360.

Som grunnlag for Monte Carlo simuleringen benyttes daglige NIBOR, LIBOR og EURIBOR renter for samme løpetider og tidsperiode for simulering av daglige spotkurser, som igjen ligger til grunn i beregningen av 30-, 60-, 90- og 180-dagers rullerende volatilitet. Korrigering for dager uten handel er derfor gjennomført for å få en korrekt match mellom respektive valutapar og tilhørende renter.

⁹ Etter samtaler med DnB Markets (24.09.15) er Bloomberg en av flere kilder for prising av opsjoner og terminer som benyttes. I studiet er det konsekvent benyttet samme tickerkoder ved uthenting av data.

5. Metode

Som nevnt innledningsvis ønskes det å framstille strategienes reelle generering av effektive kurser til hvert forfallstidspunkt, hvor lavest effektive kurs antas som det mest aktuelle for en aktør med short eksponering i de aktuelle valuta. Da strategiens effekt ønskes isolert antas det en ubetinget og kjent eksponering som til enhver tid fullt hedges uavhengig av oppfatning om fremtidig eller nåværende markedssituasjon. Strategier som over tid har vist seg å genere lavere effektive kurser enn spot, definert som gjennomsnittlige kostnadsbesparelser¹⁰, sett i forhold til definerte nedsiderisiko vil være de strategier som per definisjon har generert høyeste hedgingeffektivitet.

Grunnlaget for denne definisjonen av risiko og avkastning er at valutamarkedet sjeldent beveger seg i én retning sammenhengende. Ved implementering av valgt hedgingstrategi er det derfor viktig at denne strategien er robust gjennom ulike markedssituasjoner, samtidig som strategien hedger mot ugunstige kursbevegelser.

I beskrivelsen av anvendt metodologi vil derfor mål for kvantifisering av nedsiderisiko og hedgingeffektivitet defineres, samt aktuelle hedgingstrategier og deres beregningsmodeller som omfattes i den empiriske analysen. Innledningsvis vil anvendte modeller for beregnede terminkurser og opsjonspremier beskrives, samt Vanna-Volga approksimasjon for interpolering av implisitt volatilitet for ulike innløsningskurser. Avslutningsvis beskrives Monte Carlo simuleringen som benyttes som supplement til de historiske data.

¹⁰ Begrepet kostnadsbesparelser benyttes om de respektive strategiers avkastning med bakgrunn i at en importør med innkjøpskostnader i utenlandsk valuta antas å spare kostnader omgjort til hjemlig valuta i tilfeller hvor effektiv (realisert) kurs fra en gitt hedgingstrategi er lavere enn hva spotkurs er på samme tidspunkt som transaksjonen utføres.

5.1. Kontinuerlig forrentning

Rentene for alle benyttede tidsperioder er omgjort fra diskret (r_m) til kontinuerlig rente (r_c) gitt ved:

$$r_c = m \ln \left(1 + \frac{r_m}{m} \right) \quad (18)$$

hvor m er antall perioder.

5.2 Beregning av terminkurser

Beregnete terminkurser tar utgangspunkt i dekket renteparitet (1) på kontinuerlig form, hvor rentene som ligger til grunn er for tilhørende løpetid som terminkontrakten:

$$F_{0,T} = S_0 e^{(r_H - r_U)T} \quad (19)$$

hvor:

$F_{0,T}$ = Terminkurs med forfall på tidspunkt T

S_0 = Spot valutakurs

r_H = risikofri rente for hjemlig valuta

r_U = risikofri rente for utenlandsk valuta

I valutamarkedet hvor det opereres med fysisk levering av underliggende valuta, vil profitt fra terminen defineres som en kostnadsbesparelse ved at strategien har generert en lavere effektiv kurs enn spotkurs på forfallsdato. Total gjennomsnittlig prosentvis kostnadsbesparelse ($\overline{r_{STRAT}}$) til en løpende terminstrategi med tid til forfall T for antall måneder N er gitt ved (20), hvor en terminkurs lavere enn spotkurs på forfallsdato tilsvarer positiv prosentvis kostnadsbesparelse.

$$\overline{r_{STRAT}} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \ln \left(\frac{S_t}{F_{0,T}} \right) \quad (20)$$

Terminkurs høyere enn spotkurs på forfall ($F_{0,T} > S_t$) defineres dermed som et tap fra hedgingstrategien, som videre også definerer risikoen forbundet med en tilsvarende hedge.

5.3 Beregning av opsjonspremier

Premien til respektive opsjoner begrenses etter Garman-Kohlhagen modellen (3) og (4) beskrevet i delkapittel 3.2. For selve kalkuleringen av put- og callpremier benyttes en Garman-Kohlhagen VBA konstruert av Haug (2007)¹¹. De automatiserte beregningene ved VBA er samtidig kontrollert mot normal kalkulering og Bloombergs prisingsmodell for sikring av samsvarende premier. Profitt eller tap til eksempelvis en enkel callopsjon er gitt ved (21), hvor $K_{0,T}$ og C er hhv. innløsningskurs med forfall på tidspunkt T og respektive callpremie:

$$\text{maks}(0, S_t - K_{0,T}) - C \quad (21)$$

hvor effektiv kurs ($S_{eff,t}$) på tidspunkt t kan beregnes som:

$$S_{eff,t} = \min(S_t, K_{0,T}) + C \quad (22)$$

Total gjennomsnittlig prosentvis kostnadsbesparelse ($\overline{r_{STRAT}}$) beregnes som log-avkastning mellom spotkurs og effektiv kurs på forfallsdato, hvor tilsvarende som for termin en lavere effektiv kurs enn spot representerer en positiv prosentvis kostnadsbesparelse:

$$\overline{r_{STRAT}} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \ln\left(\frac{S_t}{S_{eff,t}}\right) \quad (23)$$

Den definerte risikoen forbundet med opsjoner som hedginginstrument vil samsvarende som for termin være om effektiv kurs fra strategien ender høyere enn spotkurs på forfall, men her som følge av en høyere hedgingkostnad.

Maurer og Valiani (2007) beregnet heller avkastning direkte fra opsjonen, hvor det differensieres mellom netto profitt eller tap over kostnaden på premien. Da det i dette studiet ønskes å framstille den effektive kostnadsbesparelsen for hver måned, gitt endring i spot, justeres beregningen til spot over effektiv kurs.

¹¹ Garman-Kohlhagen VBA benyttet er fra boken «The Complete Guide to Option Pricing Formulas» av Haug (2007).

5.4 *Vanna-Volga approksimasjon*

I analysedelen av de historiske data er historisk ATM implisitt volatilitet benyttet ved beregningen opsjonspremier for ATM opsjoner i hver periode. Som beskrevet i delkapittel 3.4 om volatilitetsoverflaten vil ATM volatiliteten ikke nødvendigvis samstemme med volatilitet for opsjoner med innløsningskurser OTM og ITM. 10- og 25-delta Risk Reversal ($\sigma_{\Delta RR}$) og Butterfly ($\sigma_{\Delta BF}$), definert ved (24) og (25), benyttes derfor til å utlede implisitt volatilitet for 10- og 25-delta call og put.

$$\sigma_{\Delta RR} = \sigma_{\Delta C} - \sigma_{\Delta P} \quad (24)$$

$$\sigma_{\Delta BF} = \frac{\sigma_{\Delta C} + \sigma_{\Delta P}}{2} - \sigma_{ATM} \quad (25)$$

Implisitt volatilitet tilhørende 10- og 25-delta call og put er dermed gitt ved:

$$\sigma_{\Delta C} = \sigma_{ATM} + \frac{\sigma_{\Delta RR}}{2} + \sigma_{\Delta BF} \quad (26)$$

$$\sigma_{\Delta P} = \sigma_{ATM} - \frac{\sigma_{\Delta RR}}{2} + \sigma_{\Delta BF} \quad (27)$$

Innløsningskurser for gitte deltaverdier beregnes ved (12), (13) og (14) fra Vanna-Volga approksimeringen beskrevet i delkapittel 3.4.1.

Ved benyttelse av Castagna og Mercurio (2007) sin approksimering for Vanna-Volga volatilitetsoverflaten kan implisitt volatilitet for hver respektive periode interpoleres for ønskede innløsningskurser gjennom (17). Som volatilitetsgrunnlag for hedgingstrategier som omfatter OTM og ITM opsjoner foretas interpolering mellom 10-delta, 25-delta og ATM for call og put, resulterende i en komplett volatilitetsoverflate for alle deltaverdier mellom 10-delta put og 10-delta call.

5.5 *Hedgingstrategier*

Strategiene inkludert i den empiriske analysen består av single rullerende terminer eller opsjoner, og strategier hvor ulike opsjoner er kombinert. Formålet med de kombinerte strategiene er til dels å redusere den totale opsjonspremien ved at

opsjoner også selges for å motta premie, samt muliggjøre for ytterligere deltakelse i gunstige kursbevegelser.

I tillegg til strategiene oppsummert i tabell 1, er ytterligere strategier også testet, men ikke inkludert i videre analyser. Dette gjelder «spread» strategiene strip og strap som medfører vesentlige høyere premier, da de består av tre kjøpte opsjoner.

I tillegg ble det testet en strategi bestående av kjøpte callopsjoner for hele periodens eksponering, som videre ble solgt i deler for hver måned til forfall.

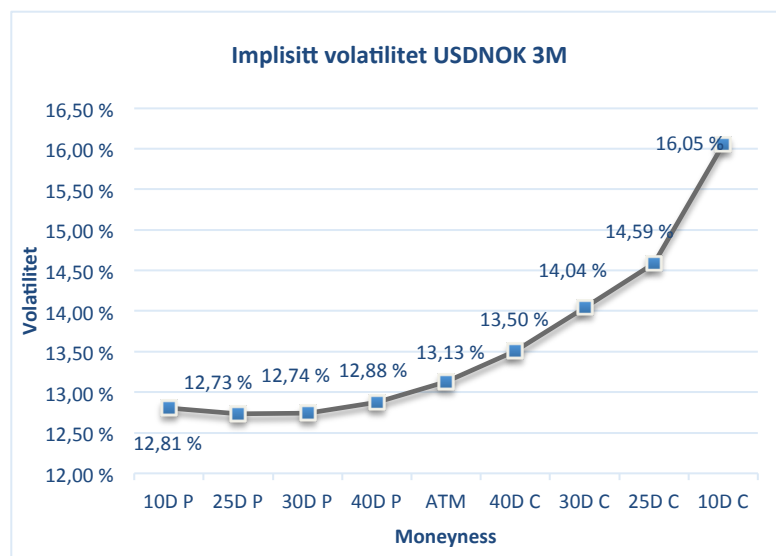
Denne strategien viste seg derimot å prestere dårlig som hedgingstrategi, da premiene kompenserer lite for ugunstige endringer i spotkurs.

De aktuelle strategiene inkludert i den empiriske analysen oppsummeres i tabell 1.

Tabell 1: Oppsummering av aktuelle hedgingstrategier inkludert i den empiriske analysen. Oppsidepotensial viser muligheten for deltakelse ved gunstige endringer i spotkurs.

Strategi	Oppsidepotensial	Kostnad	Garantert høyeste kurs
Long Termin	Ingen	Termintillegg	Terminkurs
Long Call	100 %	Premie	Innløsningskurs + premie
Participating Termin	50 %	Netto premie	Innløsningskurs + Netto premie
Collar	Begrenset	Netto Premie	Innløsningskurs, C + Netto premie
Seagull	100 %	Netto Premie	Innløsningskurs, C + Netto premie
Strangle	100 %	Netto premie	Innløsningskurs, C + Netto premie
Straddle	100 %	Netto Premie	Innløsningskurs, C + Netto premie

For illustrasjon av potensiell effekt fra de ulike hedgingstrategiene vil en gitt periode med respektive spot- og innløsningskurs(-er) benyttes for beskrivelse og diskusjon av samtlige strategier og deres beregningsmodeller som ligger til grunn. I illustrasjonen tas det utgangspunkt i 25-delta, 40-delta og ATM strategier samsvarende med gjeldende implisitt volatilitet for samme tidspunkt. Tilhørende volatiliteter fremkommer av det Vanna-Volga-interpolerte volatilitetssmilet i figur 2.



Figur 2: Volatilitetssmil for gitte deltaverdier for salgskurs 3M opsjoner USDNOK per 30.09.2015.

For enkelhets skyld vil kun USDNOK bli benyttet i illustrasjonene over profitt og tap, samt effektive kurser sammenlignet med terminkontrakten for samme periode og løpetid. I den empiriske analysen vil innløsningskurser for ytterligere deltaverdier også benyttes, hvor utvalgte strategier også optimeres med hensyn på optimal plassering av innløsningskurs. Optimeringsproblemet utdypes nærmere i delkapittel 5.6.

Tabell 2: Historiske data fra 30.09.2015.

Spotkurs, innløsningskurser og respektive call- og putpremier. NIBOR og LIBOR rentene var på hhv. 1,12% og 0,32% årlig. For enkelhetsskyld er kun salgskurser for spot benyttet i illustrasjonen.

Tid til forfall (T)	Sporkurs (S_0)	Terminkurs (F_T)	$K_{25\Delta P}$	$K_{40\Delta P}$	K_{ATM}	$K_{40\Delta C}$	$K_{25\Delta C}$
3 måneder	8,52	8,58	8,30	8,43	8,52	8,66	8,79
	Call premie		0,32	0,24	0,19	0,13	0,10
	Put premie		0,09	0,13	0,18	0,27	0,36

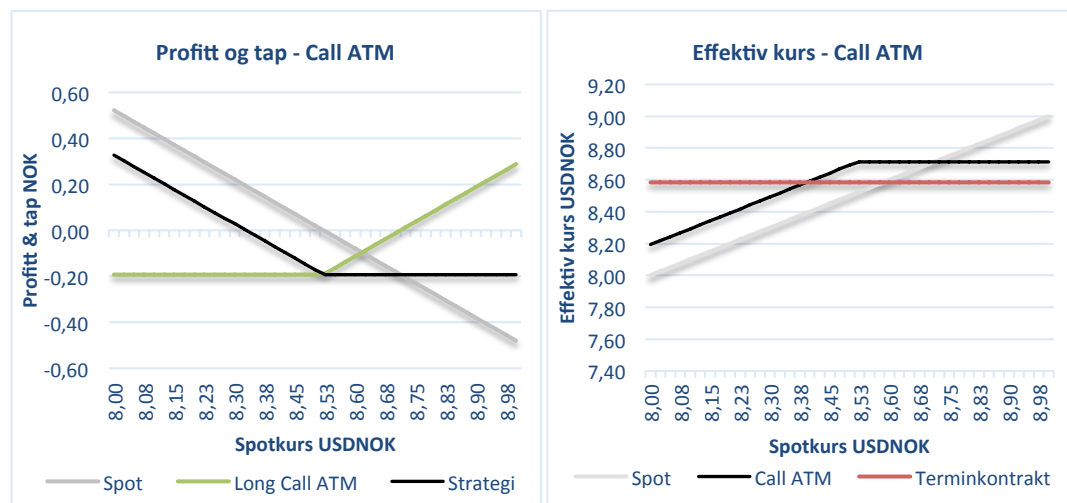
5.5.1 Long call

Ved en appresiering i spotkurs ($S_t > K_{ATM}$), setter callopsjonen et tak med høyeste effektive kurs lik innløsningskursen tillagt premien. Ved en depresiering i spotkurs ($S_t < K_{ATM}$) vil transaksjonen gjøres til spot, med en effektiv kurs lik spotkurs tillagt premien. Modellen for beregning av effektive kurser ($S_{eff,t}$) for ATM call på tidspunkt t er gitt ved (29) hvor K_{ATM} og S_t er hhv. ATM innløsningskurs og spotkurs på forfall:

$$Call = maks(0, S_t - K_{ATM}) \quad (28)$$

$$\begin{aligned} \text{Effektiv kurs:} \quad S_t > K_{ATM}: S_{eff,t} &= K_{ATM} + \text{premie} \\ S_t < K_{ATM}: S_{eff,t} &= S_t + \text{premie} \end{aligned} \quad (29)$$

I figur 3 of 4 illustreres ATM call strategiens profitt- og effektivkursdiagram gitt respektive data presentert i tabell 2.



Figur 3: Profitt og tap diagram for long call ATM. Premie for ATM call = 0,19

Figur 4: Effektiv kurs for callopsjon. Innløsningskurs benyttet: K_{ATM} . Høyeste effektive kurs ATM call = 8,52 (K_{ATM}) + 0,19 (premie) = USDNOK 8,71.

5.5.2 Participating termin

Participating termin består av en long callopsjon og en mindre andel av eksponert beløp i en short putopsjon. Begge opsjonene settes med samme innløsningskurs (ATM). Strategien er konstruert med hensyn på å replikere strukturen til en termin, men med større fleksibilitet i form av at short put kun er for halvparten av eksponert beløp. Modellen for beregning av effektiv kurs for strategien ved depresiering ($S_t < K_{ATM}$) og appresiering ($S_t > K_{ATM}$) i spot utover innløsningskurs K_{ATM} er gitt ved (31):

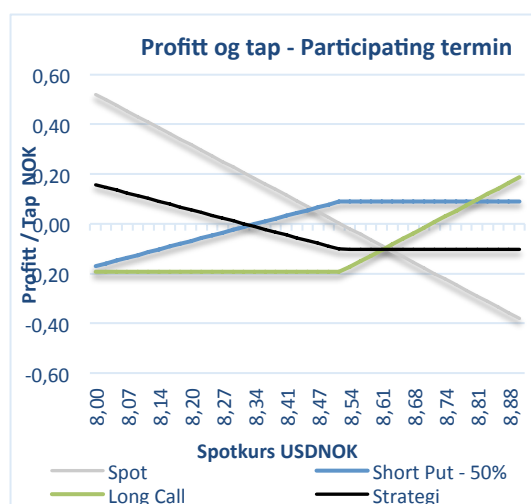
$$\begin{aligned} Call &= maks(0, S_t - K_{ATM}) \\ Put &= -maks(0, K_{ATM} - S_t) \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \text{Effektiv kurs:} \quad S_t > K_{ATM}: S_{eff,t} &= K_{ATM} + \text{netto premie} \\ S_t < K_{ATM}: S_{eff,t} &= \frac{1}{2}(K_{ATM} + S_t) + \text{netto premie} \end{aligned} \quad (31)$$

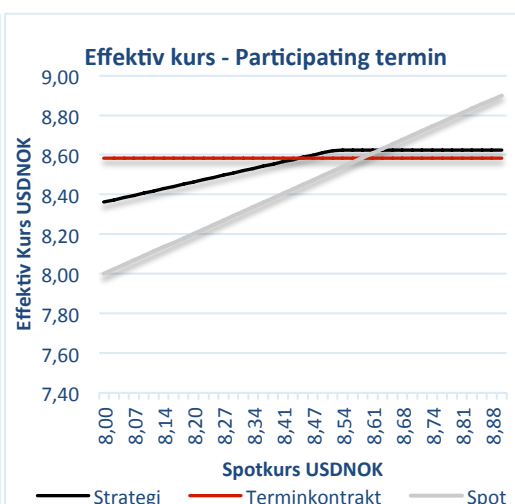
hvor netto premie fra strategien er gitt ved:

$$\text{netto premie} = C - \frac{1}{2}P \quad (32)$$

I figur 5 og 6 illustreres profitt- og effektivkursdiagram for participating termin hvor ATM innløsningskurs benyttes for både long call og short put.



Figur 5: Profitt og tap diagram for participating termin. Netto premie for strategi = 0,19 (long call) – 0,5*0,18 (50% short put) = 0,10.



Figur 6: Effektiv kurs for participating termin. Høyeste effektive kurs for gitt data = 8,52 (K_{ATM}) + 0,10 (Netto premie) = USDNOK 8,62.

5.5.3 Collar

Collar består av en long call og en short putopsjon, begge respektive opsjoner med innløsningskurser OTM. Hovedformålet er å konstruere en strategi som har netto premie nære null, samtidig som det oppnås en rekkevidde for effektive kurser mellom tak og gulv, tilsvarende de respektive opsjonenes innløsningskurser ($K_{\Delta C}$) og ($K_{\Delta P}$). Modellens genererte effektive kurser er gitt ved (34) hvor modellen utfører transaksjonen til spot tillagt netto premie når spotkurs (S_t) på forfall er i rekkevidden $K_{\Delta P} < S_t < K_{\Delta C}$, hvor $K_{\Delta P}$ og $K_{\Delta C}$ er OTM innløsningskurser med gitt delta (Δ) for hhv. put og call.

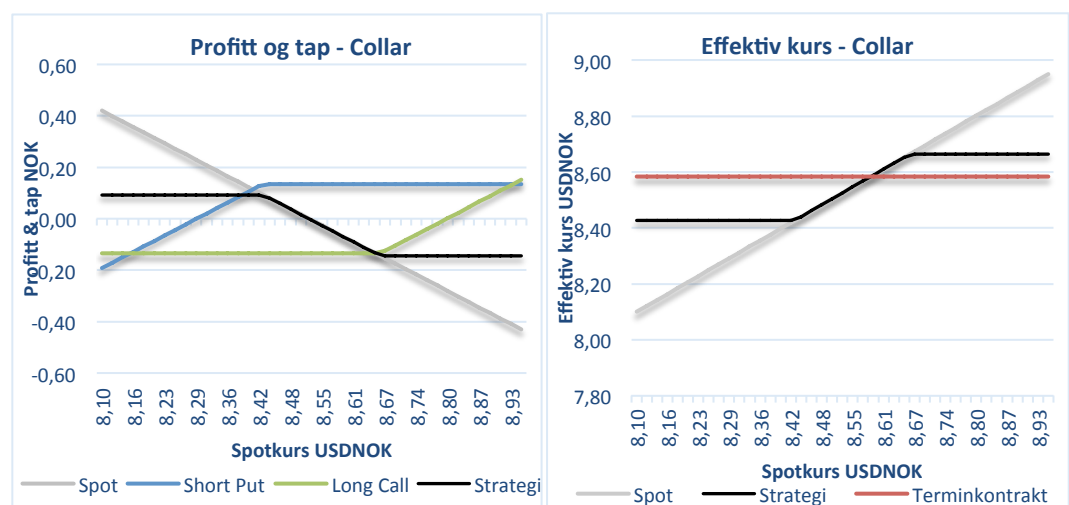
$$\begin{aligned} \text{Call} &= \text{maks}(0, S_t - K_{\Delta C}) \\ \text{Put} &= -\text{maks}(0, K_{\Delta P} - S_t) \end{aligned} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} \text{Effektiv kurs:} \quad S_t > K_{\Delta C}: S_{eff,t} &= K_{\Delta C} + \text{netto premie} \\ K_{\Delta P} < S_t < K_{\Delta C}: S_{eff,t} &= S_t + \text{netto premie} \\ S_t < K_{\Delta P}: S_{eff,t} &= K_{\Delta P} + \text{netto premie} \end{aligned} \quad (34)$$

Hvor netto premie fra strategien er gitt ved:

$$\text{netto premie} = C - P \quad (35)$$

I figur 7 og 8 illustreres profitt- og effektivkursdiagram for collar hvor 40-delta call og put er benyttet.



Figur 7: Profitt og tap diagram collar strategi. Netto premie for strategi = 0,13 (long call) – 0,13 (short put) = 0,0.

Figur 8: Effektiv kurs for collar strategi. Høyeste effektive kurs = 8,66 ($K_{40\Delta C}$) + 0,0 (Netto premie) = USDNOK 8,66.

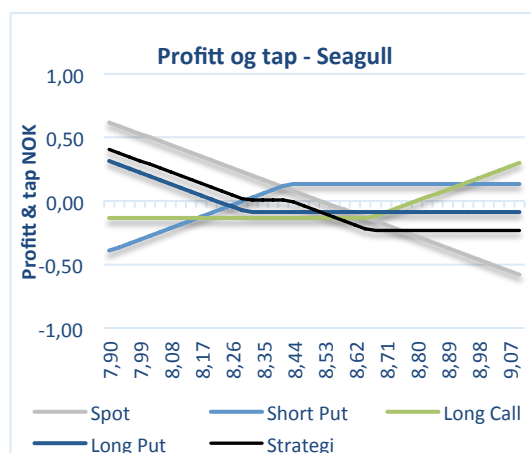
5.5.4 Seagull

Seagull strategien er konstruert som en utvidelse av ovennevnte collar, hvor strategien også inkluderer en long putopsjon. Strategien muliggjør for deltakelse i gunstige kursbevegelser, ved depresiering i spot utover innløsningskursen til long put ($K_{\Delta LP}$). Dersom dette er tilfellet involverer strategien en tre-steps transaksjon. Holderen pliktes til å kjøpe valuta til innløsningskursen til short put ($K_{\Delta SP}$) samtidig som valuta nå kan selges til innløsningskursen til long put ($K_{\Delta LP}$). Deretter kjøpes valuta i spotmarkedet med en effektiv kurs ($S_{eff,t}$) lik spotkurs tillagt differansen mellom $K_{\Delta SP}$ og $K_{\Delta LP}$, og netto premie. For appresiering i spotkursen settes samtidig et tak for høyeste effektive kurs lik innløsningskursen til callopsjonen tillagt netto premie. Modellens effektive kurser er gitt ved (37) hvor modellen gjør transaksjonen til spot om spotkurs på forfall (S_t) befinner seg i rekkevidden $K_{\Delta SP} < S_t < K_{\Delta C}$ resulterende i effektiv kurs ($S_{eff,t}$) lik spot tillagt netto premie gitt ved $C - P_{\Delta SP} + P_{\Delta LP}$.

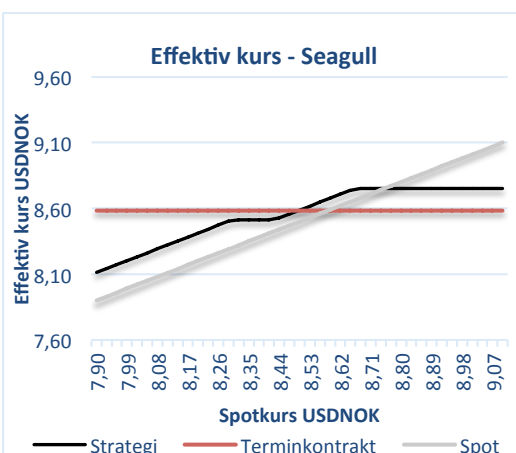
$$\begin{aligned}
 \text{Long Call} &= \text{maks}(0, S_t - K_{\Delta C}) \\
 \text{Short Put} &= -\text{maks}(0, K_{\Delta SP} - S_t) \\
 \text{Long Put} &= \text{maks}(0, K_{\Delta LP} - S_t)
 \end{aligned}
 \tag{36}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Effektiv kurs:} \quad S_t > K_{\Delta C}: S_{eff,t} &= K_{\Delta C} + \text{netto premie} \\
 K_{\Delta SP} < S_t < K_{\Delta C}: S_{eff,t} &= S_t + \text{netto premie} \\
 K_{\Delta LP} < S_t < K_{\Delta SP}: S_{eff,t} &= K_{\Delta SP} + \text{netto premie} \\
 S_t < K_{\Delta LP}: S_{eff,t} &= K_{\Delta LP} - K_{\Delta SP} + S_t + \text{netto premie}
 \end{aligned}
 \tag{37}$$

I figur 9 og 10 illustreres profitt- og effektivkursdiagram for seagull hvor 40-delta call og short put, samt long 30-delta put er benyttet.



Figur 9: Profitt og tap diagram for seagull strategi. Netto premie = 0,13 (long call) - 0,13 (short put) + 0,09 (long put) = 0,09.



Figur 10: Effektiv kurs for seagull strategi. Høyeste effektive kurs for strategi = 8,66 ($K_{40\Delta C}$) + 0,09 (Netto premie) = USDNOK 8,75.

5.5.5 Strangle

Strangle består av to kjøpte opsjoner, en OTM put og en OTM call. En strangle er en såkalt «spread» strategi, som innebærer at strategien i teorien vil være like profitabel om spotkursen skulle depresiere som appresiere, gitt at spotkursen havner utenfor intervallet til de respektive innløsningskurser. Ettersom to opsjoner kjøpes er strangle strategien likevel en relativt kostbar strategi, noe som medfører at store kursbevegelser må inntreffe for at strategien skal være lønnsom.

Strategien setter et tak for høyeste effektive kurs lik innløsningskursen til callopsjonen ($K_{\Delta C}$) tillagt netto premie. Ved depresiering i spot utover innløsningskursen til putopsjonen ($S_t < K_{\Delta LP}$) genereres effektiv kurs lavere enn spot på forfall, som resultat av solgt valuta til innløsningskursen til long put ($K_{\Delta LP}$). Eksponert beløp kjøpes tilslutt til spotkurs (S_t), med en effektiv kurs lik profitt fra innløste putopsjon fratrukket virkelig markedskurs på forfall. Modellens effektive kurser er gitt ved (39) hvor netto premie er lik $C + P$.

$$\text{Long Call} = \text{maks}(0, S_t - K_{\Delta C}) \quad (38)$$

$$\text{Long Put} = \text{maks}(0, K_{\Delta LP} - S_t)$$

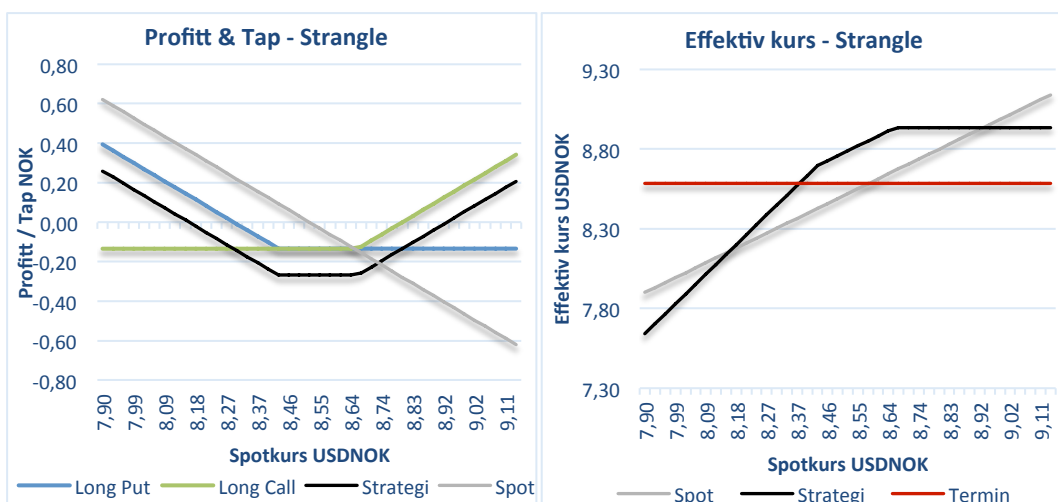
Effektiv kurs:

$$S_t > K_{\Delta C}: S_{eff,t} = K_{\Delta C} + \text{netto premie}$$

$$K_{\Delta LP} < S_t < K_{\Delta C}: S_{eff,t} = S_t + \text{netto premie} \quad (39)$$

$$S_t < K_{\Delta LP}: S_{eff,t} = 2S_t - K_{\Delta LP} + \text{netto premie}$$

I figur 11 og 12 illustreres profitt- og effektivkursdiagram for strangle hvor 40-delta call og 40-delta put er benyttet.



Figur 11: Profitt og tap diagram for strangle strategi. Netto premie = 0,13 (long put) + 0,13 (long call) = 0,26.

Figur 12: Effektiv kurs for strangle strategi. Høyeste effektive kurs = 8,66 ($K_{40\Delta C}$) + 0,26 (Netto premie) = USDNOK 8,92.

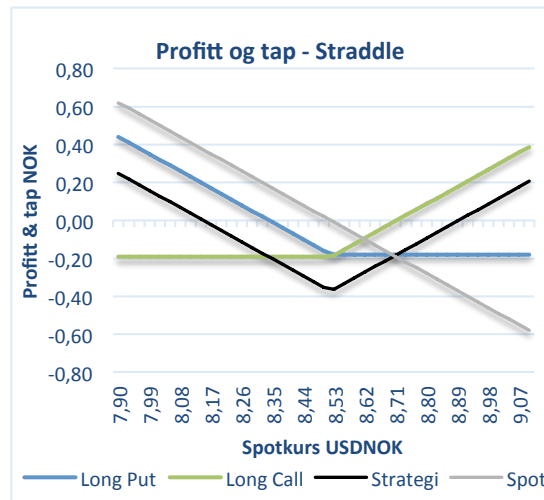
5.5.6 Straddle

Straddle strategien minner mye om ovennevnte strangle, der forskjellen ligger i at begge opsjonene benyttet har samme innløsningskurs (ATM). Dette medfører at spotkursen i teorien behøver mindre utfallsrom for at strategien skal være lønnsom. Likevel vil høyere netto premie utlikne deler av denne forskjellen, slik at straddle og strangle vil i dette tilfellet gi tilnærmet lik avkastningsstruktur. Modellen for generering av effektive kurser er gitt ved (41) og er lik som over, men hvor kun ATM innløsningskurs (K_{ATM}) er benyttet for både call og put med netto premie lik $C + P$.

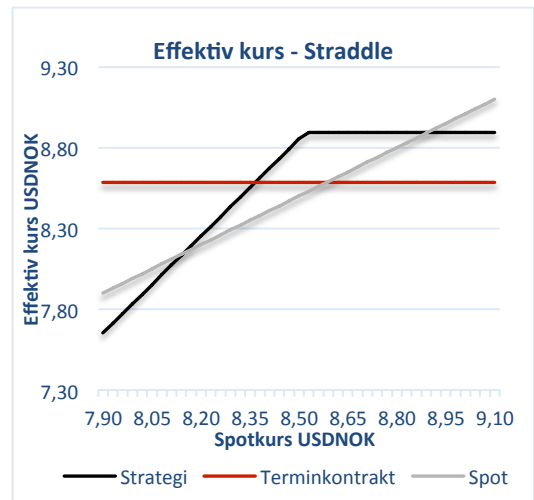
$$\begin{aligned} \text{Long Call} &= \text{maks}(0, S_t - K_{ATM}) \\ \text{Long Put} &= \text{maks}(0, K_{ATM} - S_t) \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} \text{Effektiv kurs:} \quad S_t > K_{ATM}: S_{eff,t} &= K_{ATM} + \text{netto premie} \\ S_t < K_{ATM}: S_{eff,t} &= 2S_t - K_{ATM} + \text{netto premie} \end{aligned} \quad (41)$$

I figur 13 og 14 illustreres profitt- og effektivkursdiagram for straddle hvor ATM innløsningskurs er benyttet for både call og put.



Figur 13: Profitt og tap diagram for straddle strategi. Netto premie = 0,19 (long call) + 0,18 (long put) = 0,37



Figur 14: Effektiv kurs straddle strategi. Høyeste effektive kurs = 8,52 (K_{ATM}) + 0,37 (Netto premie) = USDNOK 8,89.

5.6 Hedgingeffektivitet

I den empiriske analysen vil hedgingeffektiviteten til strategiene presentert i delkapittel 5.5 evalueres etter lavest nedsiderisiko fra respektive strategi sett i forhold til genererte kostnadsbesparelser.

Som Lien og Tse (2001) og Maurer og Valiani (2007) benyttes andre nedre partielle moment (LPM) for kvantifisering av nedsiderisikoen, begrunnet med at tosidige risikomål vil favorisere ikke-lineære hedginginstrumenter, og er lite egnet til sammenligning av terminer og opsjoner.

Videre vil spesielt opsjonsstrategier medføre svært asymmetriske fordelinger, både som følge av de skjeve og leptokurtiske fordelingene til endringer i valutakurser, samt den asymmetriske avkastningen ikke-lineære instrumenter som opsjoner medfører. I analysen vil derfor risikojusterte avkastningsmål som tar hensyn til nedsiderisikoen og asymmetriske fordelinger være de som blir vektlagt.

Papaioannou (2006) viser til Value at Risk (VaR) og dens egnethet som risikomål for kvantifisering av nedsiderisiko for eksponering i valutamarkedet. Fordelen med VaR er at beregningen kan gjøres uten antakelser om fordelingen av underliggende aktiva, ettersom beregningen kan gjøres med utgangspunkt i den faktiske observerte fordelingen. VaR gir et estimat på det maksimale tapet for en gitt eksponering over en gitt periode og konfidensnivå. Ulempen er derimot ved kun å benytte VaR som risikomål kan to hedgingstrategier tilsynelatende virke like effektive, selv om den ene strategien i virkeligheten kan ha større tap i den negative halen. Conditional Value at Risk (CVaR) av Rockafellar og Uryasev (2000) tar derimot hensyn til dette, ved at de gjennomsnittlige tapene kvantifiseres, gitt at den valgte persentil er passert. CVaR fanger opp halerisikoen til de ulike strategier, og vil ifølge Topaloglou et al. (2008) være godt egnet til å sammenligne hedgingeffektiviteten mellom opsjonsstrategier og terminer. Hedgingstrategiene i delkapittel 5.5 vil derfor sammenlignes direkte utfra lavest CVaR.

I tillegg til nedsiderisiko for gitte persentiler, ønskes det også å framstille den totale ensidige risikoen til strategiene. Ved bruk av nedre og øvre partielle momenter vil nedsiderisiko og oppsideavkastning kunne kvantifiseres til de

asymmetriske endringene. Oppsideavkastningen finnes ved øvre første partielle moment, og representerer positive kostnadsbesparelser:

$$UPM^1 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \text{maks}(0, r_{STRAT,t} - p_t) \quad (42)$$

hvor $r_{STRAT,t}$ definerer avkastningen til strategien, p_t er en gitt benchmark og N er antall observasjoner. p_t settes lik null som tilsvarer en effektiv kurs lik spotkurs på forfallsdato.

Strategienes evne til å redusere ugunstige kursbevegelser vil illustreres gjennom genererte kostnadsbesparelser gitt appresiering i spotkurs. Beregning av gjennomsnittlige kostnadsbesparelser gitt appresiering (\bar{r}_+) vil i motsetning til *totale* kostnadsbesparelser ($\overline{r_{STRAT}}$), definert i 5.2 og 5.3, beregnes som gjennomsnittet av spotkurs over effektiv kurs ved kun tilfeller av appresiering i underliggende gitt ved:

$$\bar{r}_+ = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \ln \left(\frac{S_t}{S_t^{eff}} \right)$$

gitt at:

$$\ln \left(\frac{S_t}{S_0} \right) > 0; \ln \left(\frac{S_t}{S_t^{eff}} \right) = r_{STRAT,t} \quad (43)$$

$$\ln \left(\frac{S_t}{S_0} \right) < 0; \ln \left(\frac{S_t}{S_t^{eff}} \right) = 0$$

Strategiens nedsiderisiko måles ved nedre andre partielle moment og er standardavviket til de negative observasjonene:

$$LPM^2 = \left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \min(0, r_{STRAT,t} - p_t) \right]^{2 \frac{1}{2}} \quad (44)$$

For å måle strategienes oppsidepotensial gitt den respektive nedsiderisikoen, vil vi tilsvarende som Topaloglou et al. (2008) benytte oss av «Upside potential and downside risk ratio» (UP ratio), først foreslått av Sortino og Van Der Meer (1991). UP-ratio måler oppsidepotensialet for en portefølje eller posisjon mot en spesifikk benchmark over nedsiderisiko, målt ved nedre andre partielle moment.

$$UP - ratio = \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \max(0, r_{STRAT,t} - p_t)}{\left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \min(0, r_{STRAT,t} - p_t) \right]^2}^{\frac{1}{2}} \quad (45)$$

En høy UP-ratio vil i vårt tilfelle illustrere genererte kostnadsbesparelser samtidig som de negative fluktuasjonene fra strategien har vært begrenset.

Videre vil en modifisert utgave av «Stable tale adjusted return ratio»¹² av Martin, Rachev og Siboulet (2003) benyttes, der oppsideavkastning erstatter opprinnelige meravkastning, kjent som «CVaR-based UP ratio» foreslått av Chen, He og Zhang (2009):

$$CVaR - ratio = \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \max(0, r_{STRAT,t} - p_t)}{\sqrt{CVaR_\alpha^2}} \quad (46)$$

hvor α definerer den gitte persentilen til CVaR, der en α lik 90% konsekvent benyttes. Oppsideavkastningen blir benyttet ettersom negative avkastninger potensielt vil medføre at ratioen feilaktig rangerer strategiene etter deres risiko-avkastning forhold.

I den empiriske analysen vil videre utvalgte strategier optimeres for å teste hvorvidt høyere hedgingeffektivitet kan oppnås ved optimal plassering av innløsningskurs. Strategiene optimeres etter innløsningskurs ved delta for maksimering av UP-ratio:

$$maksimer: \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \max(0, r_{STRAT,t} - p_t)}{\left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \min(0, r_{STRAT,t} - p_t) \right]^2}^{\frac{1}{2}} \quad (47)$$

gitt at:

$$-0,50 \leq \Delta P \leq -0,10$$

$$0,50 \leq \Delta C \leq 0,10$$

¹² Stable tale adjusted return ratio: $STARR = \frac{r_t - p_t}{CVaR_\alpha}$

Bibetingelsene i optimeringsproblemet settes slik at delta ved innløsningskurs for put (ΔP) og call (ΔC) optimeres innenfor rekkevidden mellom 10-delta put og ATM, og 10-delta call og ATM.

5.7 Monte Carlo simulering

Som supplement til de historiske data vil Monte Carlo simulering benyttes for generering av ytterligere 4481 månedlige sluttkurser, generert fra simulering av daglige sluttkurser. Simuleringen tar utgangspunkt i geometrisk Brownsk bevegelse definert i (8) fra delkapittel 3.3, men her omgjort fra tidsuavhengig til tidsavhengig risikofri driftrate:

$$S_{t+1} = S_t e^{(r_{H,t} - r_{U,t} - \frac{1}{2}\sigma_s^2)\Delta t + \sigma_s \epsilon_{t+1} \sqrt{\Delta t}} \quad (48)$$

Normalt benyttes en konstant driftrate beregnet som et historisk gjennomsnitt med en tidsuavhengig renteforskjell. En empirisk driftrate er derimot benyttet grunnet kalkulering av så virkelighetsnære opsjonspremier som mulig tilhørende simulerte valutakurser, hvor opsjonspremiene avhenger av både rentedifferanse og rentenivå. Volatiliteten benyttet i (48) er et historisk årlig standardavvik fra perioden 26.02.1999 til 31.12.2015 som holdes konstant over simuleringen. Rentene benyttet er NIBOR, LIBOR og EURIBOR som presentert i kapittel 4. Modellen er konstruert slik at standard normalfordelte verdier (ϵ) mellom 0 og 1, hvor $\epsilon \sim N(0,1)$, tilfeldig trekkes.¹³

For å ta hensyn til spread mellom kjøps- og salgskurser i respektive valutakurser er historisk gjennomsnittlig kjøps-salg spread benyttet på 0,10% og 0,07% for hhv. USDNOK og EURNOK.

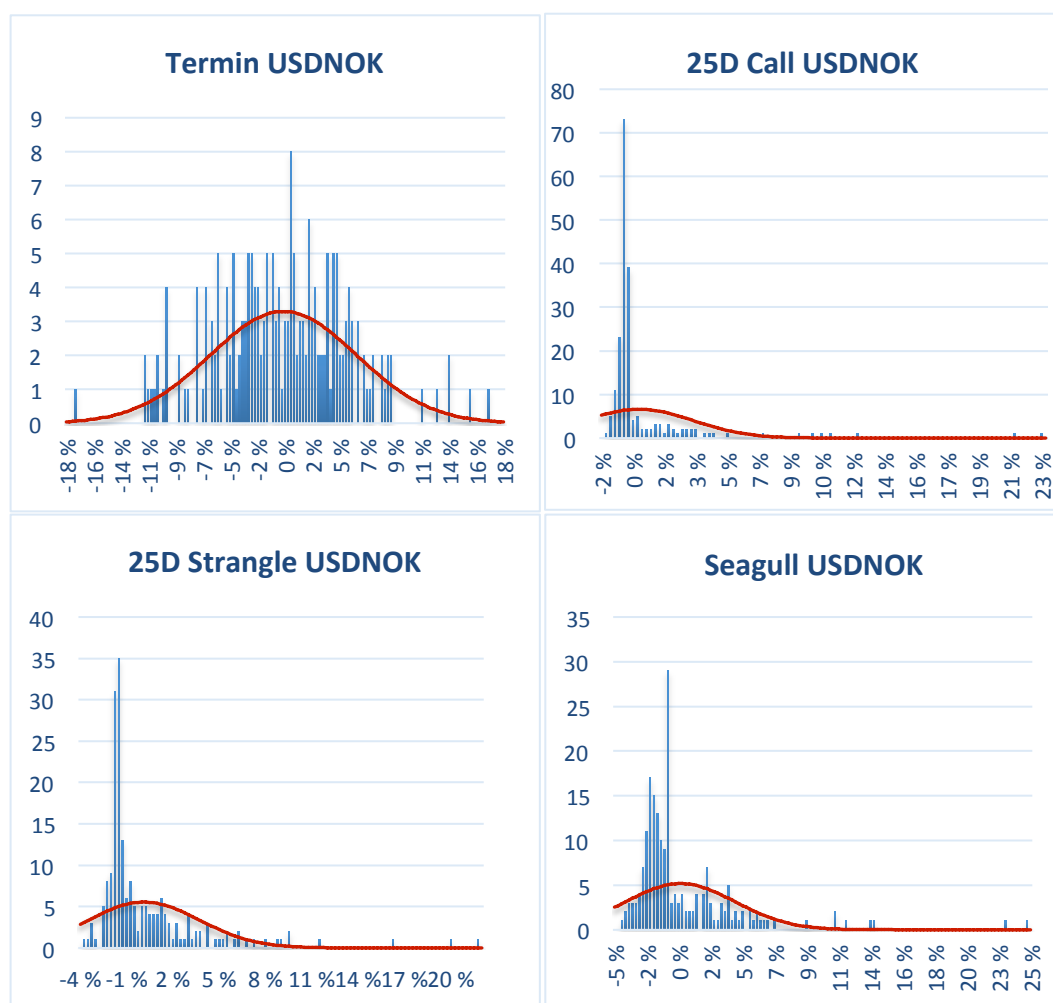
Volatiliteten benyttet i Garman-Kohlhagen (3) og (4) tilhørende simulerte valutakurser beregnes ved 30-, 60-, 90- og 180-dagers rulleredende standardavvik for de respektive løpetidene 1, 2, 3 og 6 måneder. For OTM og ITM strategier er gjennomsnittlig historisk Risk-Reversal og Butterfly benyttet for tilhørende løpetider, for både USDNOK og EURNOK.

Opsjonspremier og terminkurser beregnes etter at underliggende månedlige spot sluttkurser, volatilitet og renter trekkes ut fra daglig simulerte sluttkurser.

¹³ For å genere tilfeldige verdier mellom 0 og 1 benyttes Excelfunksjonen «=RAND».

6. Empiriske resultater

I analysen fremlegges empiriske resultater for strategier med tre måneders løpetid, hvor observerte ulikheter mellom løpetidene vil kommenteres. Strategier for løpetidene 1, 2 og 6 måneder fremlegges i appendiks B. Terminstrategier og de respektive opsjonsstrategier presentert i kapittel 5.5 vil sammenlignes ut ifra lavest nedsiderisiko, representert ved nedre partielle moment og CVaR, samt risikojusterte avkastningsmål beskrevet og definert i (45) og (46) i delkapittel 5.6. Som et første overblikk presenteres fordelingene til tremåneders løpende termin og utvalgte opsjonsstrategier for hele den historiske perioden 1999-2015.



Figur 15: Historiske fordelinger for USDNOK 3 måneders termin og utvalgte opsjonsstrategier. Røde linjener representerer normalfordelingen med gjennomsnitt og standardavvik lik tilhørende strategi. Illustreringen av fordelingene er begrenset til maksimale negative verdier for respektive strategier. Historiske fordelinger for øvrige strategier presenteres i appendiks C.1.

Den observerte skjevheten i fordelingene fra figur 15 tolkes som vekt positive i forhold til negative fluktasjoner, hvor termin har en observert positiv skjevhet på 0,75 sammenlignet med 4,82, 3,14 og 2,96 for hhv. 25-delta call, seagull og 25-delta strangle. Maurer og Valiani (2007) observerte tilsvarende resultater for valuta-putopsjoner, der positiv skjevhet beskrives som færre tap og hyppigere positive avkastninger. Fordelingen tilhørende 25-delta call illustrerer at tapene i den negative halen begrenses betraktelig sammenlignet med terminen, som har en mer symmetrisk fordeling.

Den tydelige observerte asymmetrien i fordelingene for opsjonsstrategiene er sammenfallende med antakelsene om ikke-lineære instrumenter, som i Lien og Tse (2001) og Maurer og Valiani (2007). Fordelinger for EURNOK presenteres i appendiks C.2, hvor skjevheten for tilsvarende strategier: termin, 25-delta call, seagull og 25-delta strangle observeres til hhv. 1,07, 4,34, 2,92 og 3,14.

Asymmetrien i fordelingene og faktumet av ikke-normalitet kan tyde på at teststyrken til signifikanstester basert på normalitet potensielt vil kunne være lav. Derimot er seriene testet for stasjonærhet, hvor ikke-stasjonærhet forkastes på 1% signifikansnivå ved Augmented Dickey-Fuller test¹⁴. Seriene viser derimot tegn til sterk autokorrelasjon ved Durbin-Watson og Ljung-Box Q-test med opptil 10 laggede variabler, gjeldende for alle løpetider foruten 1 måneds strategier.¹⁵ Teststatistikken er derfor videre basert på Newey-West standardfeil i forsøk på å håndtere autokorrelasjonen.

Grunnet ovennevnte tilfeller benyttes likevel teststatistikken kun som en forsiktig indikasjon på om noen strategier bedre har evnet å genere gjennomsnittlige kostnadsbesparelser. Hovedvekten i analysen og konkluderende resultater vil dermed heller baseres på avkastnings- og risikomål som ikke tar utgangspunkt i noen teoretisk fordeling (CVaR) eller symmetri i genererte avkastninger (LPM²).

¹⁴ Augmented Dickey-Fuller test: Antall laggede variabler = $4 \left(\frac{n}{100}\right)^{\frac{2}{3}}$. 5 laggede variable er benyttet for den historiske serien, og 10 laggede variable for simulert serie.

¹⁵ Se Brooks (2014, s. 180-200) for validitetstester.

Tabell 3: Empiriske resultater for hele perioden.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for hele perioden for tre måneders strategier. Premie for termin viser gjennomsnittlig terminillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. * representerer signifikante verdier på 10% signifikansnivå. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Periode: feb. 99 - des. 15									
USDNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse			Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		Premie	σ_{Premie}
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio		
<i>Termin</i>	-1,60%	0,57	26,58%	14,09 %	-10,07%	2,64	1,89	0,02	0,022
<i>Call ATM</i>	1,59%	0,40	17,54%	6,14 %	-3,37%	5,20	2,85	0,15	0,046
<i>Call 40D</i>	1,77%	0,36	14,10%	4,46 %	-2,34%	6,01	3,16	0,10	0,029
Call 25D	1,16%	0,39	9,67%	2,89 %	-1,43%	6,74	3,34	0,06	0,018
<i>Call 60D</i>	1,89%	0,44	19,40%	6,99 %	-3,96%	4,90	2,77	0,18	0,052
<i>Part.Termin</i>	-0,46%	0,53	21,35%	9,71 %	-6,35%	3,36	2,20	0,09	0,032
<i>Collar 40D</i>	-2,54%	0,63	18,99%	11,82 %	-8,97%	2,12	1,61	0,01	0,006
<i>Collar 25D</i>	-2,57%	0,67	11,16%	8,65 %	-7,01%	1,59	1,29	0,02	0,008
<i>Seagull</i>	1,55%	0,39	15,73%	5,54 %	-3,20%	4,91	2,84	0,07	0,019
<i>Strangle 40D</i>	6,49%*	0,09	20,07%	6,06 %	-3,67%	5,46	3,31	0,20	0,060
Strangle 25D	4,58%	0,15	16,01%	4,46 %	-2,50%	6,41	3,59	0,11	0,034
<i>Straddle</i>	6,03%	0,11	20,58%	6,63 %	-4,21%	4,89	3,10	0,28	0,083
<i>EURNOK 3M Strategier</i>									
<i>Termin</i>	-8,93%	0,66	11,36%	8,78 %	-5,58%	2,03	1,29	0,02	0,013
<i>Call ATM</i>	-1,15%	0,64	9,79%	4,03 %	-2,10%	4,65	2,43	0,11	0,035
<i>Call 40D</i>	0,05%	0,54	6,47%	2,15 %	-1,05%	6,16	3,01	0,07	0,024
Call 25D	0,12%	0,52	5,80%	1,86 %	-0,87%	6,69	3,12	0,05	0,013
<i>Call 60D</i>	-1,29%	0,65	10,51%	4,48 %	-2,43%	4,32	2,35	0,13	0,045
<i>Part.Termin</i>	-1,74%	0,68	11,50%	5,49 %	-3,33%	3,45	2,10	0,07	0,020
<i>Collar 40D</i>	-1,32%	0,65	10,26%	5,92 %	-4,24%	2,42	1,73	0,01	0,004
<i>Collar 25D</i>	-0,40%	0,56	6,47%	3,76 %	-2,98%	2,17	1,72	0,01	0,007
<i>Seagull</i>	-1,32%	0,68	8,42%	3,60 %	-1,93%	4,36	2,34	0,06	0,017
<i>Strangle 40D</i>	0,46%	0,42	9,87%	4,04 %	-2,51%	3,93	2,44	0,15	0,050
<i>Strangle 25D</i>	-0,02%	0,50	7,67%	2,88 %	-1,52%	5,06	2,67	0,08	0,026
<i>Straddle</i>	-0,29%	0,54	10,02%	4,54 %	-2,85%	3,52	2,21	0,20	0,069

Fra tabell 3 for hele perioden februar 1999 til desember 2015 observeres samtlige opsjonsstrategier med lavere nedsiderisiko enn termin gitt ved andre moments LPM og CVaR for begge respektive valutapar. Terminens relativt høye nedsiderisiko skyldes mye den lineære strukturen med lite fleksibilitet ved fall i spotkurs, sammenfallende med Korsvold (1994) sine scenariobaserte resultater. Likevel ved beregning av gjennomsnittlig kostnadsbesparelse for tilfeller hvor spotkurs utelukkende appresierte (\bar{r}_+) (beskrevet i (43) i 5.6) observeres terminen med høyest kostnadsbesparelser av samtlige strategier på hhv. 26,44% og 14,02% for USDNOK og EURNOK (tabell 24 og 25 i appendiks B.6).

De eneste strategiene som i noen grad generte kostnadsbesparelser gitt appresiering i tilsvarende grad var participating termin og 40-delta collar, på hhv. 20,52% og 18,78% for USDNOK og 9,34% og 9,98% for EURNOK. Maurer og Valiani (2007) konkluderte med at dypt ITM opsjoner ble funnet å være den

eneste opsjonsstrategien som i noen tilfeller reduserte ugunstige kursbevegelser i tilsvarende grad som terminer. Blant de single opsjonsstrategiene observeres samsvarende resultater, hvor 60-delta call beste evnet å generere kostnadsbesparelser ved appresiering i spotkurs for begge valutapar, men fortsatt relativt stor forskjell fra terminer.

Terminens totale gjennomsnittlig kostnadsbesparelser ($\overline{r_{STRAT}}$) observeres derimot fortsatt negative til hhv. -1,60% og -8,93% per år for USDNOK og EURNOK, noe som kan tyde på at genererte kostnadsbesparelser ved appresierende kurser ikke nødvendigvis veier opp for potensielle tap ved fall i spotkurs. Terminens hedgingeffektivitet, målt ved CVaR- og UP-ratio, observeres foruten Collar USDNOK derfor også til den laveste sammenlignet med øvrige strategier. Tilsvarende resultater observeres også gjeldende for strategiene med 2 og 6 måneders løpetid, men ved 1 måneds løpetid oppnådde termin høyere UP-ratio enn både ATM-call og collar strategiene (tabell 12 og 13 i appendiks B.1). Lavest nedsiderisiko gjennom hele perioden observeres for 25-delta call for både USDNOK og EURNOK, som til sammenligning genererte kostnadsbesparelser gitt appresiering på hhv. 6,76% og 5,02% (appendiks B.6). Grunnet observert lavere nedsiderisiko i perioden genereres positive totale gjennomsnittlige kostnadsbesparelser, i motsetning til terminen.

Den betraktelig lavere nedsiderisikoen observert for 25-delta call skyldes i stor grad relativt lave opsjonspremier med gjennomsnittlig premie på NOK 0,06 per måned for USDNOK. Interessant er samtidig en relativt stor forskjell i nedsiderisiko mellom 40-delta og 25-delta call, hvor det i teorien kan tenkes at mindre rom for ugunstige fluktasjoner i spotkurs som følge av innløsningskurs nærmere ATM, kompenserer for en høyere premie (NOK 0,10). Derimot observeres en tilnærmet halvering av CVaR og LPM² for 25-delta (-1,43% og 2,98%) sammenlignet med 40-delta call (-2,34% og 4,46%), tross observert gjennomsnittlig positiv skjevfordeling i den implisitte volatiliteten (se appendiks D.1 og D.2) som gir en høyere volatilitetsprising for dypere OTM callopsjoner. Observasjonen indikerer premienes betydning for strategienes nedsiderisiko, hvor 40-deltas lavere tak over tid ikke viser seg å kompensere for en høyere nedsiderisiko, følgende i noe høyere hedgingeffektivitet for 25-delta call. Tilsvarende forhold observeres også gjeldende for EURNOK.

Skjevfordelingen i implisitt volatilitet indikeres også gjennom differansen mellom premien for en 25-delta og 40-delta Collar USDNOK, hvor netto premie gjennomsnittlig har vært høyere for 25-delta enn 40-delta Collar.¹⁶

25-delta call observeres samtidig med høyest CVaR-ratio for perioden, men likevel tilnærmet lik som 25-delta strangle, hvor sistnevnte også observeres med høyeste risikojusterte oppsidepotensial (UP-ratio) for USDNOK.

For EURNOK oppnår 25-delta call høyest hedgingeffektivitet målt ved begge ratioer. Fra tabell 3 illustreres også 40-delta strangle som eneste av samtlige strategier hvor gjennomsnittlig kostnadsbesparelse observeres signifikant positiv på 10% signifikansnivå, indikerende at strategien over perioden faktisk har generert gjennomsnittlige kostnadsbesparelser sammenlignet med øvrige strategier. Grunnet tvil ved teststyrken til signifikanstesten vil dette som nevnt heller gi forsiktige indikasjoner enn faktiske bekreftelser.

Gitt noe forskjellige utgangspunkt samsvarer de innledende resultater til dels med Topaloglou et. al (2008) sine empiriske resultater, hvor gitte opsjonsstrategier ble bevist å genere høyest avkastning gitt respektive nedsidesiderisiko.

Videre observeres relativt stor forskjell i gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelse mellom samme opsjonsstrategier, men for ulike delta. Eksempelvis for USDNOK genererte 40-delta strangle en gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelse på 6,49%, sammenlignet med 4,58% for 25-delta strangle. Tilfellet er også observert gjeldende for EURNOK, hvor gjennomsnittlig kostnadsbesparelse endres fra positiv (0,46%) til negativ (-0,02%) ved hhv. 40-delta og 25-delta strangle, selv om hedgingeffektiviteten observeres relativt høyere for 25-delta for begge valutapar og respektive løpetider (se appendiks B.1).

Observasjonen beskrevet indikerer potensielt at ytterligere forbedringer i strategienes prestasjon kan oppnås ved optimering, hvor strategienes innløsningskurser optimeres med hensyn på høyest hedgingeffektivitet gitt ved UP-ratio, beskrevet i (47) i delkapittel 5.6. Den videre analysen vil derfor inndeles i to delperioder av tilsvarende antall observasjoner, hvor optimerte strategier fra

¹⁶ Implisitt volatilitet for 25-delta call salgskurs har gjennomsnittlig vært 2,07% høyere enn for 25-delta put kjøpskurs.

den første delperioden (1999-2007) vil tilbake-testes over den andre delperioden (2007-2015), for å observere om det finnes indikasjoner på at optimerte opsjonsstrategier oppnår høyere hedgingeffektivitet over en lengre periode. Periodeinndelingen muliggjør også for ytterligere dybdeanalyse av de respektive strategienes prestasjon gjennom ulike markedssituasjoner, hvor hver delperiode naturlig nok representerer forskjellige nivåer av volatilitet, renteforskjeller og trender i markedet. For videre å isolere strategienes prestasjonen gjennom et marked preget av fallende og stigende kurser analyseres også to kortere delperioder. Periodene gjeldende for USDNOK er januar 2002 til januar 2003 (fallende) og mai 2014 til desember 2015 (stigende). For EURNOK gjelder periodene for hhv. fallende og stigende markeder fra desember 2008 til april 2010 og fra august 2014 til desember 2015. Avslutningsvis vil Monte Carlo simulerte sluttkurser, beskrevet i 5.7, benyttes til å evaluere strategienes prestasjon over en periodelengde på 4481 månedlige sluttkurser.

I tabell 4 illustreres de ulike delperiodenes gjennomsnittlige endringer i respektive valutapar samt tilhørende risikodata.

Tabell 4: Deskriptiv statistikk for USDNOK og EURNOK. Månedlig depresieringsrater (appresieringsrater) for spot USDNOK og EURNOK for respektive delperioder. Jarque-Bera statistikken forkaster nullhypotesen om normalfordeling ved $JB > X^2(2)$. Kritiske verdier ved 10%(*), 5%(**) og 1%(***) signifikansnivåer er hhv. 4,61, 5,99 og 9,21.

Deskriptiv statistikk - spotkurs	<i>Delperiode 1</i>		<i>Delperiode 2</i>	
	USDNOK	EURNOK	USDNOK	EURNOK
Gjennomsnittlig årlig endring i spot	-4,45 %	-2,32 %	5,06 %	0,94 %
Spot volatilitet	9,60 %	5,50 %	12,68 %	8,05 %
Gjennomsnittlig ATM IV	10,91 %	6,36 %	13,66 %	8,69 %
Maksimal månedlig endring	7,43 %	5,07 %	13,83 %	8,73 %
Minste månedlig endring	-7,80 %	-3,71 %	-7,00 %	-9,33 %
Skjevhet	-0,24	0,72	0,49	-0,07
Fisher Kurtose	0,15	0,82	1,06	3,21
Jarque- Bera	1,02	11,42**	8,61*	43,10***

6.1 Delperiode 1: februar 1999 – august 2007

Som illustrert i tabell 4 var den første delperioden gjennomsnittlig preget av depresiering av både USD og EUR mot NOK. Likevel omfatter perioden kortere perioder med appresiering i begge respektive valuta, hvor største månedlige endring observeres til 7,43% og 5,07% for hhv. USDNOK og EURNOK. Lav Fisher kurtose kan tyde på at perioden ikke var preget av nevneverdige store ekstremverdier, men heller gradvis fallende kurser. Ved bruk av Jarque-Bera

statistikken er det kun EURNOK som forkastes ved normalfordeling på 5% og 10% signifikansnivå.

Tabell 5: Empiriske resultater for delperiode 1.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for delperiode 1 for tre måneders strategier. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. * representerer signifikante verdier på 10% signifikansnivå. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Delperiode 1: feb. 99 - aug. 07									
USDNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio	Premie	σ_{Premie}
Termin	-12,93%	0,92	16,79%	14,86%	-10,77%	1,56	1,13	0,02	0,030
Call ATM	-6,10%	0,95	8,67%	5,34%	-2,44%	3,56	1,62	0,15	0,039
Call 40D	-5,26%	0,97	6,17%	3,88%	-1,61%	3,82	1,59	0,10	0,023
Call 25D	-5,22%	1,00	2,80%	2,55%	-0,99%	2,84	1,10	0,06	0,015
Call 60D	-5,53%	0,90	10,59%	6,05%	-2,87%	3,69	1,75	0,18	0,040
Part. Termin	-10,02%	0,95	12,11%	9,77%	-6,56%	1,85	1,24	0,08	0,032
Collar 40D	-13,50%	0,96	10,31%	13,03%	-9,88%	1,04	0,79	0,01	0,006
Collar 25D	-12,39%	0,99	3,89%	10,25%	-8,20%	0,47	0,38	0,02	0,008
Collar 50D	-13,69%	0,93	16,31%	14,99%	-10,87%	1,50	1,09	0,00	0,006
Seagull	-5,88%	0,96	7,52%	4,92%	-2,49%	3,02	1,53	0,07	0,015
Strangle 40D	3,65%	0,26	16,14%	5,24%	-2,78%	5,80	3,08	0,20	0,045
Strangle 25D	1,99%	0,34	12,86%	3,93%	-1,71%	7,51	3,27	0,11	0,025
Strangle 40 25	2,66%	0,26	14,04%	4,20%	-1,91%	7,35	3,34	0,12	0,028
Straddle	2,26%	0,33	15,72%	5,75%	-3,28%	4,79	2,73	0,27	0,063
EURNOK 3M Strategier									
Termin	-5,72%	0,87	11,17%	7,49%	-4,76%	2,34	1,49	0,02	0,018
Call ATM	-2,14%	0,74	7,44%	3,41%	-1,53%	4,88	2,18	0,10	0,015
Call 40D	-0,96%	0,68	4,70%	1,81%	-0,72%	6,58	2,60	0,06	0,009
Call 25D	-0,85%	0,67	4,09%	1,57%	-0,60%	6,77	2,61	0,04	0,005
Call 60D	-2,31%	0,75	8,08%	3,77%	-1,75%	4,62	2,14	0,11	0,016
Part. Termin	-4,36%	0,85	8,95%	5,34%	-3,08%	2,90	1,68	0,06	0,014
Collar 40D	-5,37%	0,90	7,82%	6,23%	-4,19%	1,87	1,25	0,01	0,003
Collar 25D	-3,56%	0,90	4,68%	4,21%	-3,14%	1,49	1,11	0,01	0,004
Collar 25 50	-4,29%	0,96	8,02%	5,38%	-3,69%	2,17	1,49	0,06	0,009
Seagull	-2,96%	0,84	6,27%	3,28%	-1,58%	3,98	1,91	0,05	0,007
Strangle 40D	2,46%	0,15	9,42%	2,99%	-1,63%	5,78	3,15	0,12	0,018
Strangle 25D	1,77%	0,29	7,75%	2,37%	-1,18%	6,58	3,26	0,07	0,010
Strangle 45 25	3,29%*	0,07	9,76%	2,83%	-1,55%	6,31	3,45	0,11	0,016
Straddle	1,70%	0,25	9,30%	3,27%	-1,98%	4,69	2,85	0,17	0,025

I denne første delperioden optimeres strategiene strangle og collar basert på grunnlaget om at ytterligere forbedringer kan oppnås. Spesielt er collar USDNOK observert med lavest hedgingeffektivitet av samtlige for hele perioden, hvor det kan tenkes at høyere hedgingeffektivitet kan oppnås ved en mer optimal plassering av innløsningskurser. For USDNOK gir optimeringsmodellen en strangle bestående av 40-delta put og 25-delta call, og en 50-delta collar tilsvarende en syntetisk terminkontrakt. For EURNOK optimeres strangle til å

bestå av 45-delta put og 25-delta call, og collar bestående av 25-delta put og ATM call.¹⁷ Seagull ble også optimert, men uten nevneverdige forbedrede resultater.

Fra resultatene presentert i tabell 5 observeres nå høyest nedsiderisiko for optimerte 50-delta collar USDNOK, og for øvrig høyere nedsiderisiko enn terminen. For EURNOK observeres derimot fortsatt høyest nedsiderisiko for termin sammenlignet med samtlige opsjonsstrategier. Terminens relativt høye nedsiderisiko kan trolig skyldes at gjennomsnittlig termintillegg er observert positivt i perioden for begge valutapar, som følge av gjennomsnittlig positiv renteforskjell mellom NIBOR og LIBOR og NIBOR og EURIBOR for hhv. USDNOK og EURNOK. Terminkursen som på gjennomsnittet har vært låst inn til høyere kurs enn spot, har dermed generert høyere effektive kurser hvor største delen av perioden var preget av fall i begge respektive valutaer.

For USDNOK omfatter delperioden likevel en treårsperiode fra juli 2004 til januar 2007, hvor det observeres tremåneders NIBOR lavere enn LIBOR følgende i terminkurser handlet med negativt termintillegg. Likevel, med unntak av collar, observeres fortsatt lavest hedgingeffektivitet for termin sammenlignet med øvrige opsjonsstrategier, hvor nedsiderisikoen også var høyest. Observasjonen er også gjeldende for de resterende løpetidene.

Ved å se på kun appresierende kurser i perioden er likevel terminen fortsatt den strategien som har generert høyest gjennomsnittlige kostnadsbesparelser på 16,74% og 11,05% årlig for hhv. USDNOK og EURNOK. Dette illustreres også gjennom terminens UPM¹ som observeres høyest i perioden for begge valutapar. Tross terminens høyeste effektivitet ved utelukkende appresiering i spotkurs, er likevel de totale gjennomsnittlige kostnadsbesparelsene negative for USDNOK (-12,93%) og EURNOK (-5,72%), som følge av overvekt av tap gjennom delperioden.

For begge valutapar observeres lavest nedsiderisiko for 25-delta call, hvor tilfellet beskrevet over om relativt stor forskjell mot tilsvarende 40-delta call også er

¹⁷ Normalt vil strangle og collar være symmetriske i den forstand at deltaverdiene for put og call er like. I analysen vil likevel de optimerte verdiene beholdes, da vi ønsker å studere forskjeller fra ellers tilsvarende 25- og 40-delta strategier.

gjeldende. For USDNOK observeres 40-delta strangle med høyest gjennomsnittlig totale kostnadsbesparelser tilsvarende 3,65% per år, men ved kun appresierende kurser er likevel kostnadsbesparelsene lavest og negative tilsvarende -4,26% årlig. For USDNOK er samtidig strangle- og straddle-strategienes totale kostnadsbesparelser de eneste som ikke er signifikant negative, hvor resterende strategier er signifikante på 10%. Teststatistikken kan gi en forsiktig indikasjon på hvilke strategier som har best evnet å genere kostnadsbesparelser over perioden, selv om faktumet om ikke-normalitet setter tvil ved teststyrken.

For USDNOK observeres høyest hedgingeffektivitet for 25-delta strangle. Tilsvarende resultater observeres også for EURNOK, men hvor 25-delta call genererte høyeste CVaR-ratio. En tilnærmet dobling av gjennomsnittlig premie for 40-delta strangle USDNOK sammenlignet med 25-delta indikerer igjen premiens betydning for strategienes nedsiderisiko, samt generert hedgingeffektivitet. Derimot for EURNOK observeres 6 måneders 40-delta strangle med høyere UP-ratio enn tilsvarende 25-delta (se tabell 15 appendiks B.2), noe motstridende til tidligere resultater hvor høyere hedgingeffektivitet har vært gjeldende for dypere OTM strategier. Resultatet kan skyldes større rom for fluktuasjoner i spotkurs over 6 måneder sammenlignet med kortere løpetider, hvor 40-delta har break even grenser nærmere ATM.

Strangle strategiens høye hedgingeffektivitet skyldes i stor grad muligheten for generering av lavere effektiv kurs enn spot ved store fall i spotkurs over strategiens løpetid (illustrert i 5.5.5), noe som i seg selv kan virke noe motstridende for en strategi benyttet for hedging mot stigende kurser. Det kan dermed diskuteres hvorvidt strangle heller minner mer om en tradingstrategi enn en hedgingstrategi. Gjennomsnittlige kostnadsbesparelser skyldes i stor grad heller av markant fallende kurser enn hva observert for mer «ordinære» hedgingstrategier, hvor kostnadsbesparelser genereres ved appresiering i spotkurs utover strategiernes tak.

Strangle strategiens høye premie som følge av inkluderte putopsjon resulterer i den minst effektive hedgen ved appresiering i spotkurs. I perioder hvor spotkurs utelukkende appresierte mot den hjemlige valuta observeres strangle med laveste kostnadsbesparelser og høyeste nedsiderisiko sammenlignet med termin og

samtlig strategier. Eksempelvis for USDNOK observeres tilsvarende tilfelle hvor tre måneders endring i spotkurs konsekvent var positiv gjennom hver måned i perioden mellom oktober 1999 til juni 2000. I nevnte periode observeres derfor strangle konsekvent med høyest nedsiderisiko av samtlig strategier, hvor hovedsakelig høye premier ble betalt til liten nytte. Denne noe uortodokse metoden for hedging mot appresiering i spotkurs, viser seg likevel over tid å genere høyere kostnadsbesparelser enn flere av de mer ordinære hedgingstrategiene gjennom delperioden, som følge av noen få men store positive verdier som øker det totale gjennomsnittet.

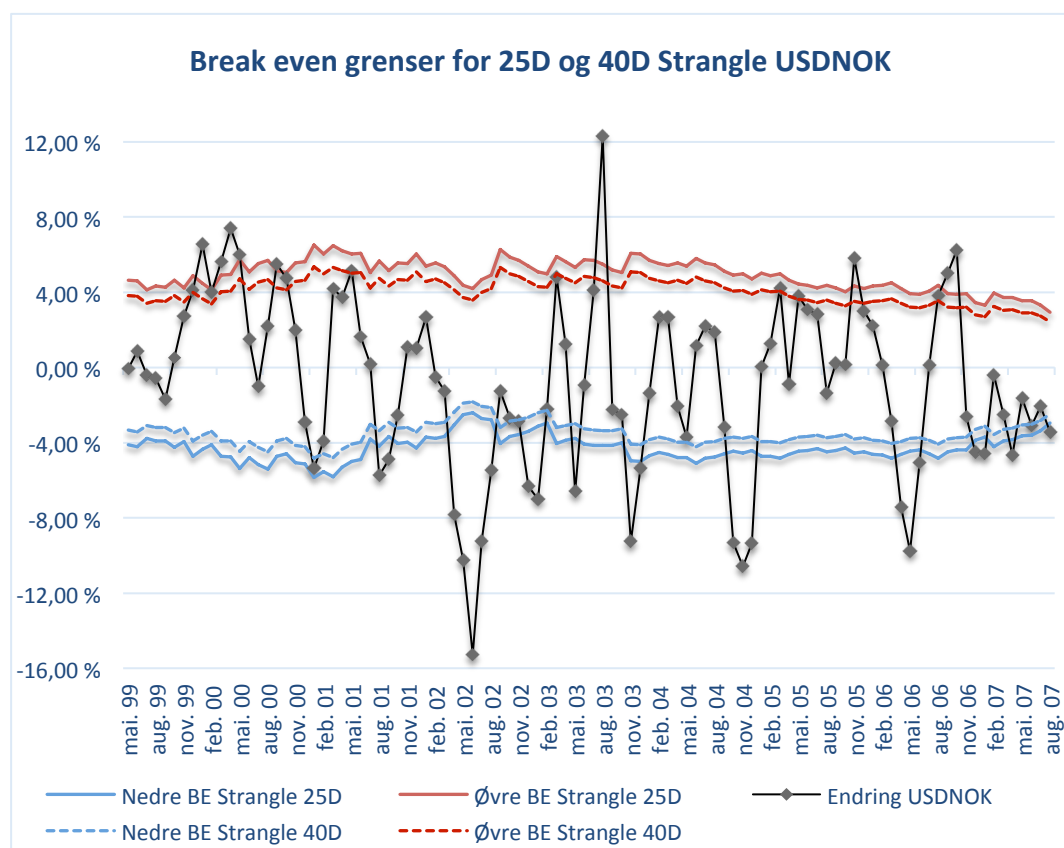
Det kan derfor tenkes at strategien stiller relativt høye krav til hedgerens likviditet, hvor det som beskrevet kan være perioder opp mot ett år sammenhengende som strategien resulterer i betraktelig høyere effektiv kurs enn øvrige strategier.

Strangle som hedgingstrategi vil derfor mer kunne beskrives som en viss form for overforsikring, hvor det ved markant fallende kurser genereres store kostnadsbesparelser som veier opp for flere observerte sammenhengende tap.

Mer presist observeres tap fra strategien i perioder hvor spotkurs fluktuerer mellom strangle-strategiens øvre og nedre break even grense (illustrert i figur 16), som gjennomsnittlig observeres til hhv. 4,08% og -3,51% for 40-delta og 4,91% og -4,28% for 25-delta strangle. Resultatet indikerer dermed en gjennomsnittlig depresieringsrate (appresieringsrate) i spot utover -3,51% (4,08%) og -4,28% (4,91%) nødvendig for at hhv. 40- og 25-delta strangle genererte effektiv kurs lavere enn spot. Den observerte lavere nedsiderisikoen for 25-delta strangle sammenlignet med 40-delta vil fra figur 16 være de observasjoner hvor spotkurs fluktuerer mellom 40-deltas break even grenser, da høyere netto premie vil resultere i en effektiv kurs enda høyere enn for tilsvarende 25-delta strangle. Break even grensene illustrerer også hvor mye en potensiell aktør må tåle av kurssvingninger for å kunne benytte strangle som hedgingstrategi, med et tak som gjennomsnittlig er observert betraktelig høyere enn de øvrige strategiene. Den observert høyere UP-ratioen for 6 måneders EURNOK 40-delta strangle sammenlignet med 25-delta som nevnt over, er altså et resultat av flere fluktuasjoner i spotkurs utover break even grensene.

Figuren illustrerer også tydelig strangle strategiens relativt lave effektivitet for hedging mot appresiering i spotkurs, hvor kun et fåtall observerte fluktuasjoner har passert øvre break even grense, som igjen kan sette noe tvil ved strategiens

egnethet som hedgingstrategi. Den noe uvanlige metoden for generering av kostnadsbesparelser oppfattes likevel som interessant.



Figur 16: Øvre og nedre break even grenser for 3M 25-delta og 40-delta strangle. Øvre break even grense beregnes som innløsningskurs til call tillagt netto premie, og representerer hvor mye USD må appresiere mot NOK over strategiens løpetid for at strategien er break even. Øvre grense illustrerer også strategiens tak. Nedre break even grense er beregnet ved innløsningskursen til put fratrukket netto premie, og illustrerer hvor mye USD har måttet deprimere over strategiens løpetid for at en lavere effektiv kurs enn spot oppnås. Hvert månedlige punkt på spotlinjen representerer 3-måneders endring i spotkurs.

6.2 Delperiode 2: september 2007 – desember 2015

Andre delperiode var gjennomsnittlig preget av appresierende kurser for USD og EUR mot NOK, hvor samtidig både den implisitte ATM volatiliteten og spot volatiliteten var høyere sammenlignet med den første delperioden. Følgelig skyldes dette mye finanskrisens utbrudd, hvor det observeres markante endringer i volatiliteten over kortere perioder, spesielt i perioden 2007-2008. Den mer volatile perioden indikeres også gjennom Fisher kurtosen som var relativt høy sammenlignet med foregående periode, hvor det har vært observert flere tilfeller av ekstremverdier. Største månedlige endring i spotkurs på 13,83% og 8,73% for hhv. USDNOK og EURNOK presiserer dette ytterligere.

Tabell 6: Empiriske resultater delperiode 2.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for delperiode 2 for tre måneders strategier. Premie for termin viser gjennomsnittlig termin tillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet. Strategier uthevet i kursiv representerer optimerte strategier.

Delperiode 2: sept. 07 - des. 15									
USDNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio	Premie	σ_{Premie}
Termin	9,74%	0,26	36,38%	13,27%	-9,24%	3,94	2,74	0,02	0,008
Call ATM	9,28%	0,20	26,41%	6,86%	-3,74%	7,07	3,85	0,15	0,051
Call 40D	8,80%	0,18	22,03%	4,97%	-2,60%	8,47	4,43	0,10	0,034
Call 25D	7,53%	0,18	16,53%	3,20%	-1,56%	10,60	5,17	0,06	0,021
Call 60D	9,32%	0,25	28,21%	7,82%	-4,44%	6,35	3,61	0,18	0,062
Part. Termin	9,09%	0,24	30,59%	9,66%	-6,14%	4,98	3,17	0,09	0,031
Collar 40D	8,42%	0,26	27,68%	10,46%	-7,77%	3,57	2,65	0,01	0,006
Collar 25D	8,97%	0,23	35,74%	13,24%	-9,22%	3,88	2,70	0,02	0,009
<i>Collar 50D</i>	<i>9,09%</i>	<i>0,28</i>	<i>35,55%</i>	<i>13,21%</i>	<i>-9,24%</i>	<i>3,85</i>	<i>2,69</i>	<i>0,00</i>	<i>0,007</i>
Seagull	8,98%	0,19	23,94%	6,09%	-3,59%	6,66	3,93	0,07	0,022
Strangle 40D	9,37%	0,11	24,00%	6,77%	-4,33%	5,55	3,54	0,20	0,072
Strangle 25D	7,18%	0,16	19,16%	4,94%	-2,88%	6,66	3,88	0,11	0,041
<i>Strangle 40 25</i>	<i>7,38%</i>	<i>0,12</i>	<i>19,97%</i>	<i>5,32%</i>	<i>-3,04%</i>	<i>6,56</i>	<i>3,75</i>	<i>0,13</i>	<i>0,046</i>
Straddle	9,79%	0,11	25,45%	7,41%	-4,97%	5,12	3,44	0,28	0,099
EURNOK 3M Strategier									
Termin	2,22%	0,39	17,02%	7,43%	-5,21 %	3,27	2,29	0,02	0,005
Call ATM	-0,16%	0,52	12,14%	4,56%	-2,42 %	5,01	2,66	0,13	0,041
Call 40D	1,06%	0,44	8,23%	2,45%	-1,20 %	6,84	3,36	0,08	0,029
Call 25D	1,63%	0,38	7,98%	2,10%	-0,98 %	8,14	3,80	0,05	0,016
Call 60D	-0,27%	0,53	12,94%	5,09%	-2,82 %	4,59	2,55	0,15	0,054
Part. Termin	0,88%	0,45	14,05%	5,63%	-3,56 %	3,94	2,49	0,08	0,021
Collar 40D	2,73%	0,33	12,71%	5,59%	-4,20 %	3,03	2,27	0,01	0,003
Collar 25D	2,91%	0,26	8,36%	3,23%	-2,67 %	3,13	2,59	0,02	0,009
<i>Collar 25 50</i>	<i>2,45%</i>	<i>0,59</i>	<i>13,65%</i>	<i>4,92%</i>	<i>-3,50 %</i>	<i>3,89</i>	<i>2,78</i>	<i>0,08</i>	<i>0,026</i>
Seagull	0,32%	0,48	10,56%	3,89%	-2,15 %	4,90	2,72	0,06	0,020
Strangle 40D	-1,54%	0,64	10,32%	4,88%	-2,92 %	3,54	2,12	0,17	0,060
Strangle 25D	-0,02%	0,63	9,78%	3,62%	-1,93 %	5,07	2,70	0,09	0,031
<i>Strangle 45 25</i>	<i>0,71%</i>	<i>0,58</i>	<i>11,62%</i>	<i>4,40%</i>	<i>-2,54 %</i>	<i>4,58</i>	<i>2,64</i>	<i>0,15</i>	<i>0,053</i>
Straddle	0,17%	0,69	13,05%	5,50%	-3,37 %	3,87	2,37	0,23	0,084

Gitt den mer volatile perioden og gjennomsnittlig stigende kurser observeres fortsatt høyest nedsiderisiko for termin, spesielt for EURNOK. For USDNOK observeres samtidig 50- og 25-delta collar med tilnærmet lik nedsiderisiko som termin, som også er høyest sammenlignet med øvrige strategier. Lavest nedsiderisiko har utelukkende vært gjeldende for 25-delta call for begge respektive valutapar. Spesielt observeres CVaR å være betydelig lavere enn samtlige, tilsvarende -1,56% og -0,98% for hhv. USDNOK og EURNOK for 25-delta call. Til sammenligning observeres en månedlig CVaR for termin på -9,24% og -5,21% for USDNOK og EURNOK. Ved å se på utelukkende appresierende spotkursen i perioden dominerer terminen i reduksjon av ugunstige

spotfluktuasjoner med gjennomsnittlig kostnadsbesparelse for USDNOK og EURNOK på hhv. 36,36% og 16,99%. Til sammenligning genererte 25-delta call gjennomsnittlige kostnadsbesparelser gitt stigende kurser på 13,57% (USDNOK) og 5,11% (EURNOK), som indikerer at den høye hedgingeffektiviteten hovedsakelig skyldes strategiens lave nedsiderisiko sammenlignet med hva observert for terminen. Den noe mer samsvarende totale gjennomsnittlige kostnadsbesparelsen mellom terminen og øvrige strategier, spesielt for USDNOK, tyder igjen på at terminens tap ved depresierende kurser likevel utligner mye av denne forskjellen.

Ingen av strategiene hadde heller signifikant positive totale kostnadsbesparelser på 10% signifikansnivå. Likevel observeres relativt lavere p-verdier for 40-delta- og optimerte strangle samt straddle sammenlignet med resterende strategier.

Målt ved hedgingeffektivitet kommer det nokså tydelig fram at i en periode preget av flere tilfeller med appresierende enn depresierende kurser presterte 25-delta call, med relativt lave premier, bedre enn eksempelvis 25-delta strangle, selv om totale gjennomsnittlige kostnadsbesparelser observeres tilnærmet like.

De optimerte strategiene fra første delperiode observeres heller ikke å prestere nevneverdig bedre enn ellers tilsvarende 25- og 40-delta strategier. For USDNOK genererte den optimerte collar strategien (50-delta) marginalt høyere hedgingeffektivitet enn tilsvarende 40-delta, til tross en noe høyere nedsiderisiko. Optimerte 50-delta collar presterte videre dårligst av øvrige opsjonsstrategier og termin, tydende på at optimerte innløsningskurser ikke resulterer i nevneverdige forskjell. Tilsvarende resultat observeres også gjeldende for optimerte strangle strategi, hvor en noe høyere hedgingeffektivitet enn 40-delta strangle er observert, men fortsatt lavere enn tilsvarende 25-delta.

For EURNOK er derimot resultatet noe motstridene, hvor optimerte collar genererte noe høyere hedgingeffektivitet enn 25- og 40-delta. Optimerte EURNOK collar observeres derimot med relativt høy gjennomsnittlig premie, hvor dypt OTM putopsjon kompenserer lite for long ATM call. For optimert strangle minner resultatet mye om observasjonene for USDNOK. Det observeres altså ikke nevneverdige forbedrede resultater for de optimerte strategier sammenlignet med mer «normale» 25-delta strategier. Resultatet henger følgelig tett sammen med at den andre delperioden har en svært forskjellig

markedsstruktur, preget av mer stigende kurser og høyere volatilitet enn for første delperiode, hvor mer fallende kurser var et faktum.

6.3 Nedgangsmarked

Tabell 7: Empiriske resultater fra nedgangsmarked for USDNOK

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier for tre måneders strategier gjeldende for nedgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Nedgang USDNOK: jan. 02 - jan. 03							
USDNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		
	<i>rSTRAT</i>	<i>UPM₁</i>	<i>LPM₂</i>	<i>CVaR_{90%}</i>	<i>CVaR -ratio</i>	<i>UP - ratio</i>	<i>Premie</i>
Termin	-75,34%	1,77%	27,72%	-17,40%	0,10	0,06	0,07
Call ATM	-24,14%	0,46%	7,41%	-2,54%	0,18	0,06	0,17
Call 40D	-14,61%	0,00%	4,28%	-1,48%	0,00	0,00	0,10
Call 25D	-9,49%	0,00%	2,75%	-0,90%	0,00	0,00	0,06
Call 60D	-24,41%	0,61%	7,55%	-2,65%	0,23	0,08	0,18
Part. Termin	-50,14%	1,13%	17,20%	-9,99%	0,11	0,07	0,12
Collar 40D	-66,07%	0,54%	25,37%	-16,67%	0,03	0,02	0,01
Collar 25D	-52,54%	0,00%	21,76%	-15,40%	0,00	0,00	0,02
Seagull	-20,22%	0,00%	6,12%	-2,16%	0,00	0,00	0,07
Strangle 40D	42,32%	49,82%	3,86%	-2,49%	20,02	12,91	0,20
Strangle 25D	37,58%	44,76%	3,14%	-1,65%	27,06	14,27	0,11
Straddle	32,49%	43,06%	5,02%	-3,21%	13,43	8,59	0,28

Tabell 8: Empiriske resultater fra nedgangsmarked for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier for tre måneders strategier gjeldende for nedgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Nedgang EURNOK: des. 08 - apr. 10							
EURNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		
	<i>rSTRAT</i>	<i>UPM₁</i>	<i>LPM₂</i>	<i>CVaR_{90%}</i>	<i>CVaR_{90%} - ratio</i>	<i>UP - ratio</i>	<i>Premie</i>
Termin	-18,88 %	13,96 %	13,06 %	-8,57 %	1,63	1,07	0,02
Call ATM	-10,58 %	10,93 %	6,80 %	-3,28 %	3,33	1,61	0,18
Call 40D	-1,43 %	9,73 %	3,43 %	-1,74 %	5,59	2,83	0,12
Call 25D	0,52 %	9,51 %	2,77 %	-1,46 %	6,51	3,43	0,07
Call 60D	-12,01 %	11,43 %	7,61 %	-4,06 %	2,81	1,50	0,22
Part. Termin	-14,76 %	12,03 %	9,43 %	-5,93 %	2,03	1,28	0,11
Collar 40D	-12,15 %	11,44 %	10,22 %	-6,88 %	1,66	1,12	0,01
Collar 25D	-18,32 %	14,27 %	13,03 %	-8,60 %	1,66	1,10	0,01
Seagull	-7,93 %	10,26 %	5,94 %	-3,54 %	2,89	1,73	0,09
Strangle 40D	2,35 %	18,19 %	6,72 %	-3,60 %	5,06	2,71	0,25
Strangle 25D	3,83 %	14,91 %	4,23 %	-2,05 %	7,27	3,52	0,13
Straddle	-1,46 %	17,28 %	7,97 %	-4,77 %	3,62	2,17	0,34

Den kortere nedgangsperioden for USDNOK og EURNOK er valgt ut for å isolere strategienes prestasjon gjennom fallende markeder. For USDNOK omfattet perioden et fall i spot tilsvarende -27,73% over periodens tolv måneder. For EURNOK er nedgangsperioden noe mer varierende, men fortsatt preget av et totalt fall på 21,36% over periodens halvannet år.

Lite overraskende observeres termin og collar med høyest nedsiderisiko for begge respektive valutapar, som presentert i tabell 7 og 8. Terminens høye nedsiderisiko skyldes en gjennomsnittlig rentedifferanse mellom tremåneders NIBOR og LIBOR og NIBOR og EURIBOR tilsvarende hhv. 5,06% og 1,75%.

Den positive rentedifferansen har følgelig resultert i en terminkurs som konsekvent er handlet til et betydelig premium, samtidig som USD og EUR har deprimert kraftig mot NOK i begge respektive perioder. Spesielt for USDNOK er det gjennomsnittlige termintillegget faktisk høyere enn gjennomsnittlig premie for 25-delta call.

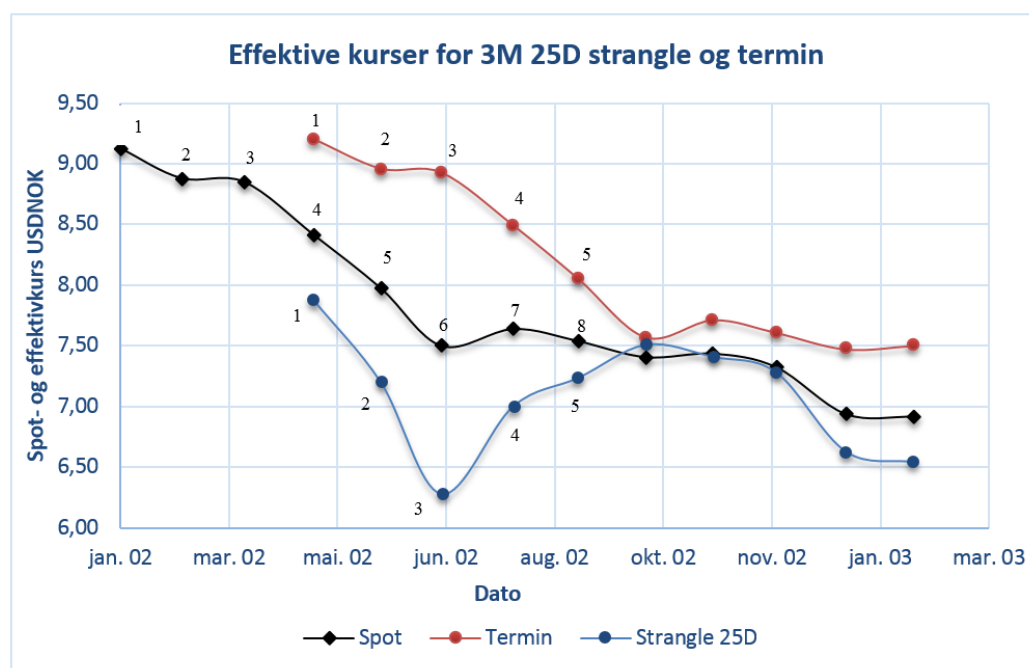
Lavest nedsiderisiko observeres fortsatt for 25-delta call, men samtidig genereres effektive kurser gjennomsnittlig høyere enn spot, resulterende i en negativ årlig kostnadsbesparelse på -9,41% for USDNOK, og marginalt positiv for EURNOK på 0,52%.

Som forventet oppnås høyest hedgingeffektivitet for 25-delta strangle for begge valutapar i perioden, hvor et bratt fallende marked, spesielt for USDNOK resulterte i en hedgingeffektivitet betydelige høyere enn øvrige strategier. For EURNOK 2 og 6 måneders strategier observeres derimot høyst hedgingeffektivitet for 25-delta call, presentert i tabell 19 i appendiks B.4.

Resultater for de øvrige USDNOK opsjonsstrategier observeres også tilsynelatende lave, hvor kun én av de tolv månedene hadde en positiv endring i underliggende spotkurs. 25- og 40-delta call og seagull observeres derfor å ha generert høyere effektive kurser enn spot i samtlige måneder gjennom perioden, resulterende i UPM¹ lik 0%.

I figur 17 illustreres månedlige effektive kurser oppnådd for 3 måneders termin og 25-delta strangle for USDNOK. Som beskrevet ligger terminkursen konsekvent over spotkurs gjennom perioden, som følge av en betydelig positiv rentedifferanse. I motsetning observeres effektive kurser fra 25-delta strangle å ligge betydelig under spotkurs i store deler av perioden. Den store forskjellen mellom realiserede gjennomsnittlige kostnadsbesparelser mellom termin (-75,34%) og strangle (37,58%) kan spesielt illustreres ved punkt 3 for respektive strategier i figur 17, hvor terminkursen var låst inn 17,40% høyere enn spotkurs på forfall. Til

sammenligning genererte 25-delta strangle en effektiv kurs 17,27% lavere enn spot på samme forfallsdato. De nummererte punktene illustrer kjøpstidspunkt ved spotkurs og realisert effektiv kurs på tilhørende forfallspunkt.



Figur 17: Figuren illustrerer sluttkurser for spot USDNOK, og effektiv kurs for termin og strangle på forfallsdato. Punkt 1 på spotlinjen viser tidspunkt for kjøpt strangle eller termin, hvor samme punkt (1) på strategilinjen viser effektiv kurs på forfall 3 måneder senere. Tilsvarende rulleres videre gjennom perioden, hvor punkt 2 (spot) og 2 (strategi) er hhv. kjøps- og forfallstidspunkt, osv.

6.4 Oppgangsmarked

Den definerte oppgangsperioden omfatter en appresiering i USD og EUR på hhv. 48,54% og 18,22% over de respektive periodene, som videre representerer underliggende risiko for en short eksponering.

For USDNOK, som hadde brattest stigende kurser i perioden, observeres også et markant skift i volatilitetsoverflaten i slutten av 2014 (appendiks D.1 og D.2), hvor 3 måneders 25-delta Risk Reversal går fra 1,36% til 3,31%, samtidig som ATM implisitt volatilitet økte fra 10,15% til 15% mellom november og desember måned. Endring i skjevheten til volatilitetssmilet observeres også i oppgangsperioden for EURNOK, men noe senere hvor 25-delta Risk Reversal går fra 0,49% til 1,22% fra mars til april 2015. Netto premie for 25-delta collar øker med tilnærmet det tredobbelte ved skiftet i volatilitetssmilet, men gir kun marginale endringer sett hele perioden under ett.

Tabell 9: Empiriske resultater oppgangsmarked for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier for tre måneders strategier gjeldende for oppgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Oppgang USDNOK: mai. 14 – des. 15							
USDNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		
	<i>rSTRAT</i>	<i>UPM¹</i>	<i>LPM²</i>	<i>CVaR_{90%}</i>	<i>CVaR - ratio</i>	<i>UP - ratio</i>	<i>Premie</i>
Termin	64,64 %	68,37 %	3,08 %	-2,77 %	24,71	22,22	0,02
Call ATM	47,01 %	51,71 %	3,26 %	-2,67 %	19,37	15,84	0,14
Call 40D	40,02 %	43,75 %	2,45 %	-1,83 %	23,89	17,85	0,10
Call 25D	29,43 %	32,96 %	1,71 %	-1,07 %	30,90	19,29	0,06
Call 60D	50,36 %	55,50 %	3,82 %	-3,24 %	17,14	14,54	0,18
Part.Termin	54,92 %	58,95 %	3,17 %	-2,78 %	21,23	18,57	0,09
Collar 40D	52,43 %	54,24 %	1,48 %	-1,33 %	40,64	36,74	0,01
Collar 25D	34,48 %	35,91 %	0,79 %	-0,56 %	64,08	45,48	0,03
Seagull	43,87 %	47,63 %	2,66 %	-2,27 %	21,00	17,89	0,07
Strangle 40D	25,71 %	33,51 %	4,10 %	-2,68 %	12,51	8,18	0,20
Strangle 25D	20,70 %	28,23 %	3,52 %	-2,08 %	13,59	8,02	0,11
Straddle	29,68 %	37,00 %	4,18 %	-2,69 %	13,74	8,86	0,27

Tabell 10: Empiriske resultater oppgangsmarked for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier for tre måneders strategier gjeldende for oppgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Oppgang EURNOK: aug.14 - des. 15							
EURNOK 3MStrategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		
	<i>rSTRAT</i>	<i>UPM¹</i>	<i>LPM²</i>	<i>CVaR_{90%}</i>	<i>CVaR - ratio</i>	<i>UP - ratio</i>	<i>Premie</i>
Termin	22,57 %	34,06 %	8,23 %	-4,78 %	7,13	4,14	0,02
Call ATM	15,84 %	26,20 %	3,76 %	-2,56 %	10,22	6,98	0,15
Call 40D	13,62 %	19,47 %	1,91 %	-1,19 %	16,32	10,21	0,10
Call 25D	12,58 %	17,78 %	1,64 %	-0,97 %	18,32	10,87	0,06
Call 60D	16,18 %	27,53 %	3,95 %	-3,15 %	8,74	6,96	0,18
Part.Termin	19,21 %	29,16 %	5,95 %	-3,30 %	8,85	4,90	0,09
Collar 40D	20,57 %	27,22 %	6,88 %	-3,05 %	8,93	3,95	0,01
Collar 25D	22,54 %	33,17 %	8,59 %	-4,03 %	8,23	3,86	0,02
Seagull	15,28 %	23,92 %	3,67 %	-2,40 %	9,95	6,52	0,07
Strangle 40D	8,41 %	19,21 %	2,82 %	-2,90 %	6,63	6,81	0,19
Strangle 25D	3,42 %	13,56 %	3,36 %	-4,20 %	3,22	4,04	0,11
Straddle	9,34 %	20,85 %	3,05 %	-3,09 %	6,75	6,84	0,27

Fra tabell 9 observeres nå USDNOK 25-delta collar med lavest nedsiderisiko av samtlige strategier, også lavere enn 25-delta call som utelukkende er observert med lavest nedsiderisiko i foregående perioder. Resultatet er også gjeldende for resterende løpetider, foruten 1 måneds løpetid hvor 25-delta call igjen hadde lavest nedsiderisiko (tabell 24 i appendiks B.4).

I en periode preget av tilnærmet konsekvent stigende kurser, er det tydelig at strategien med den nærmeste break even grensen er den som generer høyest kostnadsbesparelser. 40-delta collar som har gjennomsnittlig premie på NOK 0,01

i perioden setter følgelig et lavere tak enn øvrige ATM og OTM opsjonsstrategier, resulterende i høyest gjennomsnittlige kostnadsbesparelser med unntak av termin og participating termin. Rekkevidden mellom innløsningskursene til collar strategiene resulterer samtidig i lavere nedsiderisiko, hvor hedgingeffektiviteten dermed observeres høyest for collar strategiene. Spesielt høy hedgingeffektivitet generes for 25-delta collar som følge av enda lavere nedsiderisiko, da spotkursen i perioden sjeldent faller utover strategiens nedre innløsningskurs (25-delta put). Interessant er likevel observasjonen av at terminen i et bratt stigende marked som perioden for USDNOK, fortsatt ikke genererer høyest hedgingeffektivitet. Likevel bekreftes terminens evne til å redusere ugunstige kursbevegelser med klart høyest kostnadsbesparelser gjennom oppgangsperioden.

For EURNOK hvor perioden var noe mindre konsekvent stigende, observeres 25-delta call med lavest nedsiderisiko og høyest hedgingeffektivitet, sammenfallende med resultater fra tidligere delperioder. Derimot for 6 måneders løpetid er resultatene sammenfallende med USDNOK, hvor 25-delta collar hadde lavest nedsiderisiko (tabell 21 appendiks B.4). Resultatet kan skyldes at tidsverdien har mindre effekt på collar enn for en enklere callopsjon, da økte premier nettes ut fra respektive long call og short putopsjon.

Som tidligere observert er 25-delta strangle mindre effektiv i stigende markeder, hvor høy premie resulterte i effektive kurser som konsekvent lå høyere enn samtlige strategier i hver måned gjennom perioden, resulterende i en hedgingeffektivitet lavere enn termin for begge respektive valutapar.

Analyse av oppgang- og nedgangsperiodene gir interessante resultater av flere grunner. For det første støtter resultatene vår antakelse om at termin som hedginginstrument ikke er uten risiko, tross klart beste evne til å redusere ugunstige kursbevegelser. Terminens nedsiderisiko illustreres spesielt gjennom nedgangsperioden, da markant fallende spotkurser medfører at terminen konsekvent låses inn til høyere kurs enn hva ellers kunne vært oppnådd i spotmarkedet. En opsjonsstrategi oppnår tydelige bedre resultater som følge av fleksibilitet og oppnåelse av begrenset nedside. For det andre i et marked preget

av kraftig stigende kurser oppnår likevel ikke terminen høyest hedgingeffektivitet, da konsekvent stigende kurser sjeldent er et faktum.

6.7 Monte Carlo simulering

Fra Monte Carlo simuleringen genereres 4481 månedlige spotkurser for begge respektive valutapar. Da simuleringen hviler på antakelser om konstant spotvolatilitet og normalfordelte endringer i spot, vil simuleringen kun benyttes som en indikasjon om de historiske observerte resultatene i noen grad samsvarer med de som observeres fra simuleringen. Simuleringen betraktes derfor kun som et supplement til de historiske data, hvor konkluderende resultater hovedsakelig hviler på faktiske observerte resultater fra foregående delperioder.

Tabell 11: Empiriske resultater fra Monte Carlo simulering.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for simulerte sluttkurser for tre måneders strategier. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. *, ** og *** representerer signifikante verdier på hhv. 10%, 5% og 1% signifikansnivå. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Monte Carlo simulering									
USDNOK 3M Strategier	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio	Premie	σ_{Premie}
Termin	2,28%	0,14	34,25%	16,37%	-11,79%	2,91	2,09	0,00	0,00
Call ATM	2,30%**	0,03	20,07%	6,71%	-3,10%	6,47	2,99	0,16	0,05
Call 40D	2,01%**	0,03	15,75%	4,99%	-1,99%	7,91	3,15	0,11	0,04
Call 25D	0,56%	0,23	10,10%	3,15%	-1,18%	8,54	3,21	0,07	0,02
Call 60D	2,52%**	0,03	22,60%	7,83%	-3,57%	6,32	2,88	0,20	0,06
Part. Termin	-0,84%	0,70	25,07%	11,58%	-7,59%	3,30	2,17	0,09	0,04
Collar 40D	-3,39%	0,98	22,77%	14,36%	-10,67%	2,13	1,59	0,00	0,00
Collar 25D	-4,14%	1,00	12,36%	10,45%	-8,31%	1,49	1,18	0,01	0,00
Seagull	1,68%*	0,08	17,98%	6,27%	-3,05%	5,90	2,87	0,07	0,02
Strangle 40D	8,76%***	0,00	23,73%	6,67%	-3,63%	6,53	3,56	0,22	0,07
Strangle 25D	6,02%***	0,00	18,19%	4,75%	-2,28%	7,98	3,83	0,12	0,04
Straddle	9,76%***	0,00	24,47%	6,84%	-4,32%	5,67	3,58	0,31	0,10
EURNOK 3M Strategier									
Termin	-1,35%	0,82	21,29%	11,77%	-8,56%	2,49	1,81	0,00	0,00
Call ATM	2,79%***	0,001	13,95%	4,22%	-1,88%	7,42	3,30	0,16	0,05
Call 40D	2,56%***	0,00	11,13%	3,04%	-1,23%	9,06	3,66	0,11	0,04
Call 25D	1,53%***	0,001	7,52%	1,99%	-0,74%	10,16	3,78	0,07	0,02
Call 60D	2,93%***	0,001	15,32%	4,85%	-2,21%	6,93	3,16	0,20	0,06
Part. Termin	-0,10%	0,54	16,91%	7,78%	-5,26%	3,22	2,17	0,09	0,04
Collar 40D	-2,59%	0,98	15,33%	10,18%	-7,69%	1,99	1,51	0,00	0,00
Collar 25D	-3,60%	1,00	8,84%	7,87%	-6,25%	1,41	1,12	0,01	0,00
Seagull	2,48%***	0,001	12,44%	3,82%	-1,85%	6,73	3,26	0,07	0,02
Strangle 40D	8,27%***	0,00	17,63%	4,19%	-2,27%	7,77	4,20	0,22	0,07
Strangle 25D	6,32%***	0,00	13,95%	3,01%	-1,42%	9,84	4,64	0,12	0,04
Straddle	8,93%***	0,00	18,14%	4,30%	-2,70%	6,72	4,22	0,31	0,10

Fra de simulerte sluttkursene observeres resultater relativt sammenfallende med tidligere observasjoner fra både de respektive delperioder og hele den historiske perioden. Resultatene samsvarer nokså godt både hva gjelder faktiske realiserte kostnadsbesparelser, tilhørende nedsiderisiko og forholdet strategiene imellom. En relativt betydelig lavere nedsiderisiko er fra simuleringen fortsatt å observere for 25-delta call gjeldende for både USDNOK og EURNOK. Tidligere indikasjoner om premiens betydning for strategiens nedsiderisiko og oppnådde hedgingeffektivitet observeres også gjeldende. Både 25-delta call og 25-delta strangle genererte lavere nedsiderisiko og høyere eller lik hedgingeffektivitet som tilsvarende 40-delta strategier gjeldende for begge valutaer. Tilsvarende som øvrige delperioder resulterer fortsatt terminen i høyest nedsiderisiko.

Ved å se på utelukkende appresierende kurs i simuleringsperioden er fortsatt terminen ikke uventet mest effektiv i å redusere ugunstige kursbevegelser med gjennomsnittlige kostnadsbesparelser på hhv. 30,04% og 21,16% årlig for USDNOK og EURNOK. Til sammenligning genererte 25-delta strangle kostnadsbesparelser gitt appresiering tilsvarende 2,17% og 2,05%, og 25-delta call tilsvarende 7,05% og 5,42% for hhv. USDNOK og EURNOK (tabell 24 og 25 appendiks B.6).

Sammenfallende med historiske delperioder oppnås likevel høyest hedgingeffektivitet for 25-delta call og 25-delta strangle målt ved hhv. CVaR- og UP-ratio gjeldende for begge valutapar.

7. Konklusjon

I studiet har vi presentert empiriske resultater som demonstrer at flere av opsjonsstrategiene, både single og kombinert, oppnådde høyere hedgingeffektivitet enn terminer, hvor muligheten for delvis deltakelse i gunstige kursbevegelser over tid viser seg å kompensere for en mindre effektiv hedge ved stigende spotkurs. Som observert har respektive valutakurser gjennom utvalgte historiske delperioder vært preget av både appresiering og depresiering, hvor det kan argumenteres for viktigheten av strategienes robusthet gjennom ulike markedssituasjoner.

Derimot observeres terminen som det dominerende hedginginstrument ved utelukkende appresierende spotkurs for alle respektive delperioder. Resultatet er sammenfallende med store deler av den tidligere empiriske litteraturen hvor Lien og Tse (2001) og Maurer og Valiani (2007) med flere, konkluderte med terminen som det dominerende hedginginstrument for reduksjon av ugunstige kursbevegelser.

Av opsjonsstrategiene er det kun participating termin og 40-delta collar som genererer noen grad av tilsvarende resultater gitt appresiering i spotkurs. Resultatet kan derimot ikke konkluderes å være gjeldende i delperioden for oppgangsmarked, hvor 25-delta collar og 25-delta call for hhv. USDNOK og EURNOK observeres med høyere hedgingeffektivitet. Dette viser seg også å være tilfellet i øvrige delperioder hvor terminen konsekvent genererer størst nedsiderisiko av samtlige opsjonsstrategier, som resulterer i at totale gjennomsnittlige kostnadsbesparelser, med unntak av oppgangsperioden, aldri tydelig overgår hva observert for ulike opsjonsstrategier.

Våre observasjoner sammenfaller med Korsvold (1994), hvor høyest hedgingeffektivitet ble demonstrert ved opsjoner.

Spesielt har vi vist at over tid genererte relativt dypt OTM opsjonsstrategier høyere hedgingeffektivitet sammenlignet med termin og øvrige opsjonsstrategier, hvor spesielt 25-delta call og 25-delta strangle i de fleste tilfeller har vist seg å være overlegne. Resultatene kan også indikere premiens betydning for en opsjonsstrategis oppnådde hedgingeffektivitet, hvor 25-delta strategier presterte

bedre enn strategier med innløsningskurs(-er) nærmere ATM i nesten samtlige tilfeller.

Hvorvidt kombinasjonsstrategier over tid konsekvent har generert høyere hedgingeffektivitet enn single opsjoner er derimot noe mer tvetydig. Fra de empiriske resultatene kan vi ikke klart konkludere om 25-delta call eller 25-delta strangle er den ene overlegen, da de ulike strategiene begge genererte høyest hedgingeffektivitet gjennom ulike delperioder og ved ulike risiko-justerte avkastningsmål (CVaR- og UP-ratio). Likevel har vi demonstrert at strangle, som kan oppfattes som en noe uortodoks hedgingstrategi, potensielt kan resultere i perioder opp mot ett år sammenhengende, hvor strategien medførte større tap enn de øvrige strategiene. Tilfellet beskrevet er derimot ikke observert for 25-delta call, hvor det kan argumenteres for callopsjonen som den mest stabile hedgingstrategien.

25-delta strangle som på sin side i tider har vist seg å generere høyest gjennomsnittlige kostnadsbesparelser, skyldes dette ofte av få, men store positive verdier som veier opp for det totale gjennomsnittet. Om dette er en egnet hedgingstrategi, vil kunne avhenge av den individuelle aktørs likviditet og evne til å tåle perioder med relativt store fluktasjoner i spotkurs inntil strategien er profitabel.

Resultatene i studiet samsvarer til en viss grad med Topaloglou et al. (2008) sine empiriske resultater, hvor «spread» strategier ble demonstrert å være overlegne i forhold til single opsjoner ved høyest oppnådd hedgingeffektivitet.

En interessant tilnærming til videre studier kan være om våre resultater i tilsvarende grad er gjeldende for andre og større valutapar som typisk har vært inkludert i tidligere empirisk forskning. Ytterligere prestasjonsforbedringer kan også potensielt oppnås ved andre opsjonsstrategier enn de som er analysert i dette studiet, hvor eksempelvis barriere-opsjoner inkludert i noen av strategiene potensielt vil kunne oppnå høyere hedgingeffektivitet. Eksempelvis kan det tenkes at en knock-in put inkludert i strangle vil gjøre strategien mer egnet til hedging mot ugunstige kursbevegelser, som følge av lavere netto premie.

Referanseliste

- Ahmadi, H. Z., Sharp, P. A., & Walther, C. H. (1986). The effectiveness of futures and options in hedging currency risk. *Advances in Futures and Options Research*, (1), 171-191.
- Albuquerque, R. (2007). Optimal currency hedging. *Global Finance Journal*, 18(1), 16-33.
- Anthony, M. & MacDonald, R. (1998). On the mean-reverting properties of target zone exchange rates: Some evidence from the ERM. *European Economic Review*, 42(8), 1493-1523.
- Biger, N. & Hull, J. (1983). The valuation of currency options. *Financial Management*, 12(1), 24-28.
- Bilson, J. F. O. (1981). The speculative efficiency hypothesis. *The Journal of Business*, 54, 435-451.
- Black, F. & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637.
- Brooks, C. (2014). *Introductory econometrics for finance*. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 180-200.
- Carr, P., & Wu, L. (2007). Stochastic skew in currency options. *Journal of Financial Economics*, 86(1), 213-247.
- Castagna, A. & Mercurio, F. (2007). Option pricing: The vanna-volga method for implied volatilities. *Risk*, 20(1), 106.
- Chang, J. S. K. & Shanker, L. (1986). Hedging effectiveness of currency options and currency futures. *Journal of Futures Markets*, 6(2), 289-305.
- Chen, L. He, S. & Zhang, S. (2011). When all risk-adjusted performance measures are the same: In praise of the Sharpe ratio. *Quantitative Finance*, 11(10), 1439-1447.
- Chiang, R. & Okunev, J. (1993). An alternative formulation on the pricing of foreign currency options. *The Journal of Futures Markets (1986-1998)*, 13(8), 903.
- Chinn, M. D., & Meredith, G. (2004). Monetary policy and long-horizon uncovered interest parity. *IMF staff papers*, 409-430.
- Derman, E. (1999). Regimes of volatility. *Risk*, 4, 55-59.
- DeMaskey, A. L. (1995). A comparison of the effectiveness of currency futures and currency options in the context of foreign exchange risk management. *Managerial Finance*, 21(4), 40-51.
- DeRosa, David F. (2011). *Options on foreign exchange*. 3rd ed. Wiley Finance Series. John Wiley & Sons.
- Ekvall, N., Peter Jennergren, 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*, 100(1), 41-59.

-
- Eun, C. S. & Resnick, B. G. (1997). International equity investment with selective hedging strategies. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 7(1), 21-42.
- Garman, M. B. & Kohlhagen, S. W. (1983). Foreign currency option values. *Journal of International Money and Finance*, 2(3), 231-237.
- Hagan, P. S., Kumar, D., Lesniewski, A. S., & Woodward, D. E. (2002). Managing smile risk. *The Best of Wilmott*, 249.
- Haug, E. G. (2007). *The complete guide to option pricing formulas*. 2nd ed. McGraw-Hill.
- Howard, C. T. & D'Antonio, L. J. (1984). A risk-return measure of hedging effectiveness. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19(01), 101-112.
- Hsin, C. W. Kuo, J. & Lee, C. F. (1994). A new measure to compare the hedging effectiveness of foreign currency futures versus options. *Journal of Futures Markets*, 14(6), 685-707.
- Hull, J.C (2012). *Options, futures, and other derivatives*. 8th ed. global ed. Boston, Mass: Pearson.
- Hull, J. C. & White, A. D. (1998). Value at risk when daily changes in market variables are not normally distributed. *The Journal of Derivatives*, 5(3), 9-19.
- Jackwerth, J. & Rubinstein, M. (1996). Recovering probability distributions from option prices. *Journal of Finance*, 51(5), 1611-1631.
- Jorion, P. (1988). On jump processes in the foreign exchange and stock markets. *The Review of Financial Studies*, 1(4), 427-445.
- Korsvold, P. E. (1994). *Hedging efficiency of forward and option currency contracts* (Vol. 195). University of Sydney, School of Economics.
- Korsvold, P. & Høidal, G. (2012). *Finansiell risikostyring*. Cappelen Damm Akademisk, 68-74.
- Lee, W. Y. & Rao, R. K. (1988). Mean lower partial moment valuation and lognormally distributed returns. *Management Science*, 34(4), 446-453.
- Lien, D. & Tse, Y. K. (2001). Hedging downside risk: Futures vs. options. *International Review of Economics and Finance*, 10(2), 159-169.
- Lilleby, J. (2016). *Sikrings- og valutasmell for Kjos*. E24.
- Longworth, D. (1981). Testing the efficiency of the Canadian-U.S. exchange market under the assumption of no risk premium. *Journal of Finance*, 36(1), 43-49.
- Malz, A. M. (1997). Estimating the probability distribution of the future exchange rate from option prices. *Derivatives*, 5(2), 18-36.
- Martin, R. D., Rachev, S. Z. & Siboulet, F. (2003). Phi-alpha optimal portfolios and extreme risk management. *The Best of Wilmott 1: Incorporating the Quantitative Finance Review*, 1, 223.
- Mao, J. C. (1970). Models of capital budgeting, EV vs ES. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 4(05), 657-675.
-

-
- Maurer, R. & Valiani, S. (2007). Hedging the exchange rate risk in international portfolio diversification: Currency forwards versus currency options. *Managerial Finance*, 33(9), 667-692.
- Meese, R. A., & Rogoff, K. (1983). Empirical exchange rate models of the seventies. *Journal of International Economics*, 14, 3-24.
- Neely, C. J. & Sarno, L. (2003). How well do monetary fundamentals forecast exchange rates? Interuniversity Consortium for Political and Social Research.
- Papaioannou, M. G. (2006). Exchange rate risk measurement and management: Issues and approaches for firms. IMF Working Paper 06/255.
- Rockafellar, R. T. & Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of Risk*, 2, 21-42.
- Rogoff, K. (1996). The purchasing power parity puzzle. *Journal of Economic Literature*, 34(2), 647-668.
- Rubinstein, M. (1994). Implied binomial trees. *Journal of Finance*, 49(3), 771-818.
- Sortino, F. A. & Van Der Meer, R. (1991). Downside risk. *The Journal of Portfolio Management*, 17(4), 27-31.
- Topaloglou, N. Vladimirov, H. & Zenios, S. A. (2008). Controlling currency risk with options or forwards. In *Handbook of Financial Engineering*, 245-278.
- Lipton, A. & McGhee, W. (2002) Universal barriers. *Risk* May, 81–85.
- Wystup, U. (2003). The market price of one-touch options in foreign exchange markets. *Derivatives week*, 12(13), 8-9.

Appendiks A – Supplerende teori

A.1 Paritetsrelasjoner

I forbindelse med finansiell risikostyring av valutaeksponering er det sentralt å kjenne teoriene som omfatter valutakursutvikling. Terminkurser er også et resultat av paritetsrelasjoner, kjent som dekket renteparitet. Utredelsen er basert på Korsvold og Høidal (2012, s. 68-74).

Dekket renteparitet

Teorien om dekket renteparitet (DRP) baserer seg på arbitrasjefri prising, som tilsier at prisen på valuta i fremtiden er gitt ved dagens renteforskjeller mellom valutapar over en bestemt periode. DRP forklarer altså fluktuasjoner i valutakurser kun med endringer i renteforskjeller mellom de aktuelle valuta. Dette tilsier igjen at en plassering i hjemlig valuta til rente r_H , vil gi den samme avkastningen som å veksle om til utenlandsk valuta ved spotkurs S_0 , for så å plassere til utenlandsk rente r_U . Dermed er også den teoretiske terminkursen $F_{0,T}$ med tid til forfall (T) gitt ved denne sammenhengen:

$$F_{0,T} = S_0 \frac{(1 + r_H)^T}{(1 + r_U)^T} \quad (49)$$

Dersom denne arbitrasjefrie prisingen ikke holder i praksis, vil investorer kunne oppnå risikofri avkastning ved konsekvent å arbitrere mellom feilprisede terminkurser og spotkurs. I effisiente markeder vil slike arbitrasjemuligheter bli eliminert i det øyeblikket de oppstår, slik at dekket renteparitet vil holde kontinuerlig.

Hvorvidt terminkursen vil ligge over (under) dagens spotkurs vil avhenge av om den hjemlige renten er høyere (lavere) enn utenlandsk rente i tidspunktet terminkontrakten prises i markedet. Termintillegget sies å være en *premie* om terminkursen er høyere enn dagens spotkurs, og *discount* om det motsatte er tilfellet.

Fra et teoretisk ståsted kan dermed termintillegget uttrykkes ved følgende forhold:

$$F_{0,T} - S_0 = S_0 \frac{(1 + r_H)^T}{(1 + r_U)^T} - S_0 \quad (50)$$

Den teoretiske tilnærmingen tar derimot ikke hensyn til forskjell i transaksjonskostnader, som bankenes margin uttrykt gjennom kjøp-salg spread, som vil forårsake noe avvik fra den teoretiske modellen.

Udekket renteparitet

Tilsvarende som for DRP tilsier udekket renteparitet (URP) at endring i renter mellom to land vil gjenspeiles i tilsvarende endring i valutakurs. Forskjellen hviler til motsetning på at renteforskjeller uttrykker forventet fremtidig spotkurs.

Dersom URP holder vil forventet avkastning fra en investors ståsted være den samme uansett hvilken valuta det investeres i. Bakgrunnen for denne antakelsen er at om et beløp veksles om for å investere i en annen valuta med høyere rente, vil det kunne forventes en depresiering av denne valutaen tilsvarende renteforskjellen til valutaen med lavere rente. Med det resultat at den genererte meravkastning vil utlignes når det investerte beløpet skal veksles tilbake til den opprinnelige hjemlige valuta.

URP uttrykkes ved følgende forhold, der terminprisen på et gitt tidspunkt fra DRP er byttet ut med forventet spotkurs ($E(S_{t+1})$):

$$E(S_{t+1}) = S_t \frac{(1 + r_H)^T}{(1 + r_U)^T} \quad (51)$$

Forventet avkastning ($E(r)$) for investor som investerer i utenlandsk rente vil dermed være:

$$E(r) = \left[\left(\frac{1}{S_t} \right) (1 + r_U) (E(S_{t+1}) - 1) \right] \quad (52)$$

Ved at URP holder, vil formel (52) tilsi at $\left(\frac{1}{S_t} \right) (E(S_{t+1}) - 1) = \frac{(1+r_H)}{(1+r_U)}$,

slik at $E(r) = r_H$.

I motsetning til DRP er URP ingen arbitrasjebetingelse, som innebærer at den forventede avkastningen ikke er uten risiko. Det vil si at forventet spotkurs på et gitt tidspunkt, ikke nødvendigvis er helt sammenfallende med terminkursen for

samme periode. Noe som igjen tilsier at URP holder dårlig i praksis. Dersom URP skulle holdt ville terminkurs i dag alltid gitt en perfekt prognose på fremtidig spotkurs.

Paritetenes prediksjonsevne

Tidligere empirisk forskning ved blant annet Bilson (1981) og Longworth (1981) viser begge til at udekket renteparitet ikke fremgår som noen god prognose på fremtidig spotkurser, spesielt på kortere tidshorisonter. Chinn og Meredith (2004) tar tidligere empiri videre og undersøker hvorvidt URP som prognose gjelder bedre på lengre tidshorisonter. Forskingen viser at URP som prognose overgår de mer naive alternativer som random walk hypoteser. Likevel fastslår forskingen at URP kun forklarer en relativt liten del av de faktiske observerte endringene i valutakurser. De viser også til likhet med den tidligere forskningen at URP ikke fungerer som god prediksjon på kortsiktige valutakursbevegelser. Meese og Rogoff (1983) tester i sin studie mer komplekse valutakursmodellers prediksjonsevne og kommer fram til at random walk-modeller presterer minst like bra som modeller som tidligere har vært oppfattet som gode estimatorer. Neely og Sarno (2003) tar for seg store deler av tidligere utgivelser om valutakursmodeller, og konkluderer med at modellenes forklaringsgrad av framtidige variasjoner i spotkurser i best fall er svært liten.

Den tidligere empirien viser til problemene tilknyttet til predikasjon av fremtidig spotkurs samt retning i kursutvikling, spesielt på kortere tidshorisonter. På basis av tidligere forskning, kan det tyde på at en hedger med kontinuerlig valutaeksponering ikke vil kunne benytte seg av paritetsmodeller for valg av sikringsstrategi.

A.2 Geometrisk Brownsk bevegelse

For å simulere prosessen i (7) fra delkapittel 3.3 for gitte tidsperioder må prosessen omgjøres til diskret form, hvor drifraten og variansraten er funksjoner av underliggende variabel og tid, definert som en Itô prosess. Utredelsen er basert på Hull (2012, s. 280-298):

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dz \quad (53)$$

hvor dz er en Wienerprosess og a og b er funksjoner av både variablene x og tiden t . Drifraten er gitt ved a og variansraten er lik b^2 . Itô's Lemma viser at en funksjon G av x og t følger prosessen:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz \quad (54)$$

hvor dz er samme Wienerprosess som i formel (53) over. Men G følger også en Itô prosess med drifrate lik:

$$\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \quad (55)$$

og en variansrate lik:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial x} \right)^2 b^2 \quad (56)$$

Fra Garman-Kohlhagen (7) har vi bevegelsen i valutakursen:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (7)$$

hvor μ og σ begge er konstanter.

Fra Itô's lemma blir prosessen en funksjon G av S og t :

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial S} \mu S + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial S} \sigma S dz \quad (57)$$

Valutakurser antas å være log-normale og vi kan benytte Itô's Lemma for å definere prosessen til $\ln S$ hvor:

$$G = \ln S \quad (58)$$

Da vi har:

$$\frac{\partial G}{\partial S} = \frac{1}{S}, \quad \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}, \quad \frac{\partial G}{\partial t} = 0 \quad (59)$$

får vi fra (57) at prosessen fulgt av G blir:

$$dG = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz \quad (60)$$

Ved å omgjøre dette til diskret form hvor $dG = \Delta G$ og $dt = \Delta t$, hvor $G_{t+1} - G_t = \Delta G_t$ får vi:

$$G_{t+1} = G_t + \Delta G_t \quad (61)$$

Fra $G = \ln S$:

$$\ln S_{t+1} = G_t + \Delta G_t \quad (62)$$

$$S_{t+1} = e^{G_t + \Delta G_t} \quad (63)$$

$$S_{t+1} = S_t e^{\Delta G_t} \quad (64)$$

som gir:

$$S_{t+1} = S_t e^{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \epsilon_{t+1} \sqrt{\Delta t}} \quad (65)$$

hvor $\epsilon \sim N(0,1)$.

Grunnlaget for simulert valutakurs for tidspunkt $t+1$ gitt ved diskrete tidsperioder Δt blir uttrykt i (65).

Appendiks B – Empiriske resultater for 1M, 2M og 6M

B.1 Empiriske resultater – Hele perioden

Tabell 12: Empiriske resultater fra hele perioden for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for hele perioden. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. * representerer signifikante verdier på 10% signifikansnivå. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

USDNOK Periode: februar 1999 - desember 2015									
USDNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet		Premie	σ_{Premie}
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio		
1M Strategier									
Termin	-0,54%	0,57	14,82%	7,92%	-5,91%	2,51	1,87	0,01	0,01
Call ATM	-6,22%	1,00	7,47%	5,07%	-2,69%	2,78	1,47	0,12	0,04
Call 40D	0,63%	0,35	7,61%	2,53%	-1,30%	5,84	3,01	0,06	0,02
Call 25D	0,23%	0,43	5,07%	1,66%	-0,84%	6,04	3,06	0,03	0,01
Call 60D	0,54%	0,40	10,72%	4,00%	-2,24%	4,79	2,68	0,10	0,03
Part. Termin	-0,14%	0,52	11,78%	5,34%	-3,67%	3,21	2,21	0,05	0,02
Collar 40D	-0,84%	0,63	10,56%	6,60%	-5,19%	2,03	1,60	0,01	0,00
Collar 25D	-1,61%	0,80	5,94%	4,81%	-4,01%	1,48	1,24	0,01	0,01
Seagull	0,42%	0,41	8,34%	3,08%	-1,81%	4,61	2,71	0,04	0,01
Strangle 40D	1,79%	0,16	10,59%	3,88%	-2,34%	4,53	2,73	0,12	0,04
Strangle 25D	1,54%	0,16	8,37%	2,68%	-1,51%	5,56	3,12	0,06	0,02
Straddle	2,02%	0,14	10,9%	4,10%	-2,64%	4,15	2,67	0,16	0,05
2M Strategier									
Termin	-0,67%	0,54	21,68 %	11,20%	-7,88%	2,75	1,94	0,01	0,22
Call ATM	1,38%	0,36	13,68%	4,83%	-2,67%	5,12	2,83	0,12	0,04
Call 40D	1,20%	0,36	10,85%	3,57%	-1,93%	5,63	3,03	0,08	0,03
Call 25D	0,40%	0,44	7,39%	2,37%	-1,17%	6,31	3,12	0,05	0,02
Call 60D	1,67%	0,34	15,51%	5,62%	-3,23%	4,79	2,76	0,15	0,05
Part. Termin	0,01%	0,50	17,13 %	7,6%	-4,99%	3,43	2,24	0,07	0,02
Collar 40D	-1,76%	0,64	15,22%	9,32%	-6,85%	2,22	1,63	0,01	0,01
Collar 25D	-2,42%	0,74	8,59%	6,73%	-5,31%	1,62	1,28	0,01	0,01
Seagull	0,13%	0,49	11,80%	4,61%	-2,65%	4,45	2,56	0,06	0,02
Strangle 40D	4,32%*	0,09	15,40%	5,00%	-3,24%	4,75	3,08	0,16	0,05
Strangle 25D	2,84%	0,17	12,05%	3,61%	-2,02%	5,98	3,34	0,09	0,03
Straddle	4,25%*	0,10	15,77%	5,38%	-3,64%	4,34	2,93	0,23	0,07
6M Strategier									
Termin	-2,84%	0,57	40,05%	20,80%	-14,32%	2,80	1,93	0,03	0,05
Call ATM	4,18%	0,35	27,31%	9,04%	-5,07%	5,39	3,02	0,21	0,06
Call 40D	4,70%	0,31	22,1%	6,29%	-3,31%	6,69	3,52	0,14	0,04
Call 25D	4,02%	0,31	16,54%	4,18%	-2,03%	8,14	3,95	0,08	0,02
Call 60D	4,68%	0,34	29,94%	10,14%	-5,87%	5,10	2,95	0,25	0,07
Part. Termin	-0,09%	0,50	32,83%	14,53%	-9,51%	3,45	2,26	0,13	0,05
Collar 40D	-4,01%	0,61	34,48%	18,54%	-12,80%	2,69	1,86	0,01	0,01
Collar 25D	-3,01%	0,60	30,73%	16,05%	-11,33%	2,71	1,92	0,02	0,01
Seagull	2,67%	0,40	24,03%	8,42%	-5,04%	4,77	2,85	0,10	0,03
Strangle 40D	14,75%*	0,07	32,96%	8,11%	-4,85%	6,80	4,06	0,28	0,08
Strangle 25D	11,43%*	0,09	25,82%	5,80%	-3,14%	8,22	4,45	0,16	0,04
Straddle	13,68%*	0,08	32,76%	8,84%	-5,50%	5,96	3,71	0,39	0,11

Tabell 13: Empiriske resultater fra hele perioden for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for hele perioden. Premie for termin viser gjennomsnittlig termin tillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

EURNOK Periode: februar 1999 - desember 2015									
EURNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio	Premie	σ_{Premie}
1M Strategier									
Termin	-0,71%	0,67	8,45%	4,74%	-3,20%	2,64	1,78	0,01	0,00
Call ATM	-0,48%	0,66	5,51%	2,24%	-1,22%	4,51	2,46	0,08	0,03
Call 40D	-0,16%	0,56	4,46%	1,63%	-0,86%	5,19	2,73	0,04	0,02
Call 25D	-0,13%	0,57	3,06%	1,05%	-0,49%	6,18	2,92	0,03	0,01
Call 60D	-0,52%	0,66	6,13%	2,59%	-1,47%	4,18	2,37	0,08	0,03
Part.Termin	-0,66%	0,69	6,73%	3,28%	-2,07%	3,25	2,05	0,04	0,01
Collar 40D	-0,52%	0,66	6,01%	3,75%	-2,62%	2,29	1,60	0,01	0,00
Collar 25D	-0,37%	0,66	3,55%	2,51%	-1,86%	1,91	1,41	0,01	0,00
Seagull	-0,53%	0,69	4,83%	2,03%	-1,17%	4,15	2,38	0,03	0,01
Strangle 40D	-0,17%	0,56	5,54%	2,39%	-1,40%	3,95	2,32	0,09	0,03
Strangle 25D	-0,29%	0,62	4,25%	1,68%	-0,88%	4,85	2,53	0,05	0,02
Straddle	1,25%	0,15	6,45%	2,32%	-1,42%	4,54	2,77	0,12	0,05
2M Strategier									
Termin	-1,02%	0,63	12,03%	6,18%	-4,27%	2,81	1,95	0,01	0,01
Call ATM	-0,54%	0,60	8,26%	3,27%	-1,74%	4,74	2,53	0,08	0,02
Call 40D	0,17%	0,47	6,75%	2,34%	-1,23%	5,51	2,89	0,06	0,02
Call 25D	0,34%	0,41	4,83%	1,49%	-0,71%	6,78	3,24	0,04	0,01
Call 60D	-0,80%	0,64	8,99%	3,74%	-2,07%	4,35	2,40	0,11	0,04
Part.Termin	-0,94%	0,65	9,81%	4,47%	-2,78%	3,52	2,19	0,06	0,02
Collar 40D	-0,43%	0,57	8,80%	4,81%	-3,50%	2,51	1,83	0,01	0,00
Collar 25D	0,10%	0,48	5,51%	3,04%	-2,38%	2,31	1,81	0,01	0,01
Seagull	-0,78%	0,65	7,23%	2,95%	-1,59%	4,54	2,45	0,05	0,02
Strangle 40D	0,57%	0,38	8,10%	3,27%	-2,03%	3,99	2,48	0,12	0,04
Strangle 25D	0,07%	0,48	6,11%	2,31%	-1,23%	4,96	2,65	0,07	0,02
Straddle	0,15%	0,47	8,29%	3,67%	-2,36%	3,51	2,26	0,17	0,06
6M Strategier									
Termin	-2,21%	0,61	19,90%	9,89%	-6,60%	3,01	2,01	0,04	0,03
Call ATM	-1,64%	0,62	14,51%	5,89%	-3,00%	4,83	2,46	0,11	0,03
Call 40D	0,00%	0,50	11,42%	3,97%	-1,99%	5,75	2,88	0,07	0,02
Call 25D	0,50%	0,44	8,16%	2,55%	-1,18%	6,93	3,20	0,06	0,02
Call 60D	-2,42%	0,66	15,07%	6,50%	-3,50%	4,30	2,32	0,13	0,04
Part.Termin	3,22%	0,31	18,63%	6,41%	-4,00%	4,65	2,91	0,07	0,02
Collar 40D	-0,91%	0,56	14,86%	7,68%	-5,54%	2,68	1,93	0,07	0,02
Collar 25D	1,03%	0,40	9,44%	4,59%	-3,71%	2,54	2,06	0,02	0,01
Seagull	-2,11%	0,67	12,37%	5,37%	-2,96%	4,19	2,31	0,06	0,02
Strangle 40D	0,76%	0,42	12,94%	5,19%	-3,09%	4,20	2,49	0,20	0,06
Strangle 25D	-0,81%	0,60	9,71%	3,93%	-2,06%	4,71	2,47	0,11	0,03
Straddle	-0,74%	0,57	13,50%	6,07%	-3,75%	3,61	2,23	0,20	0,07

B.2 Empiriske resultater – Delperiode 1

Tabell 14: Empiriske resultater fra delperiode 1 for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for delperiode 1. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

USDNOK Delperiode 1: februar 1999 – august 2007									
USDNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		Premie	σ_{Premie}	
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio			
1M Strategier									
Termin	-4,44%	0,91	10,76%	7,66%	-5,72%	1,88	1,40	0,01	0,01
Call ATM	-7,82%	1,00	4,59%	4,38%	-1,99%	2,30	1,05	0,12	0,03
Call 40D	-1,66%	0,90	4,73%	2,21%	-0,99%	4,80	2,14	0,06	0,01
Call 25D	-1,70%	0,97	2,67%	1,43%	-0,58%	4,57	1,87	0,03	0,01
Call 60D	-1,94%	0,86	7,28%	3,46%	-1,66%	4,40	2,10	0,10	0,03
Part.Termin	-3,40%	0,93	8,15%	5,05%	-3,44%	2,37	1,61	0,05	0,01
Collar 40D	-4,55%	0,95	7,22%	6,55%	-5,16%	1,40	1,10	0,00	0,00
Collar 25D	-4,47%	0,99	3,43%	4,94%	-4,18%	0,82	0,69	0,01	0,00
Seagull	-2,10%	0,92	5,34%	2,79%	-1,47%	3,62	1,92	0,04	0,01
Strangle 40D	0,98%	0,31	8,68%	3,29%	-1,87%	4,65	2,64	0,11	0,03
Strangle 25D	0,70%	0,33	6,74%	2,25%	-1,09%	6,18	3,00	0,06	0,02
Straddle	0,96%	0,30	8,84%	3,51%	-2,21%	4,00	2,52	0,16	0,04
2M Strategier									
Termin	-8,54%	0,91	15,27%	11,93%	-8,51%	1,79	1,28	0,03	0,21
Call ATM	-3,04%	0,86	7,83%	4,11%	-1,95%	4,02	1,91	0,12	0,03
Call 40D	-3,05%	0,93	5,49%	3,01%	-1,36%	4,05	1,83	0,08	0,02
Call 25D	-3,66%	1,00	2,69%	2,05%	-0,81%	3,31	1,31	0,05	0,01
Call 60D	-2,72%	0,80	9,72%	4,84%	-2,40%	4,04	2,01	0,15	0,03
Part.Termin	-6,19%	0,92	11,12%	7,77%	-5,16%	2,16	1,43	0,07	0,02
Collar 40D	-9,53%	0,97	9,55%	10,38%	-7,71%	1,24	0,92	0,01	0,01
Collar 25D	-9,58%	0,91	3,70%	8,04%	-6,37%	0,58	0,46	0,01	0,01
Seagull	-4,31%	0,96	6,41%	4,13%	-2,20%	2,92	1,55	0,06	0,02
Strangle 40D	3,73%	0,16	13,33%	4,06%	-2,32%	5,74	3,28	0,16	0,04
Strangle 25D	2,10%	0,26	10,20%	3,05%	-1,41%	7,24	3,34	0,09	0,02
Straddle	3,44%	0,17	13,21%	4,29%	-2,64%	5,00	3,08	0,22	0,05
6M Strategier									
Termin	-24,86%	0,95	20,77 %	21,62%	-15,39%	1,35	0,96	0,03	0,06
Call ATM	-13,15%	0,97	10,02 %	8,33%	-3,77%	2,66	1,20	0,21	0,06
Call 40D	-10,02%	0,97	7,02 %	5,69%	-2,26%	3,11	1,24	0,14	0,03
Call 25D	-8,62%	1,00	3,58 %	3,80%	-1,39%	2,58	0,94	0,09	0,02
Call 60D	-11,93%	0,94	12,89 %	9,13%	-4,00%	3,22	1,41	0,25	0,05
Part.Termin	-19,77%	0,97	14,66 %	14,59%	-9,66%	1,52	1,00	0,13	0,06
Collar 40D	-26,22%	0,97	16,01 %	20,05%	-14,33%	1,12	0,80	0,01	0,01
Collar 25D	-24,11%	0,98	13,99 %	17,91%	-13,17%	1,06	0,78	0,02	0,01
Seagull	-12,44%	0,98	8,40 %	7,57%	-3,61%	2,33	1,11	0,10	0,02
Strangle 40D	5,92%	0,23	24,18 %	7,68%	-4,16%	5,81	3,15	0,28	0,06
Strangle 25D	4,08%	0,27	18,22 %	5,38%	-2,44%	7,48	3,39	0,16	0,03
Straddle	1,51%	0,35	21,60 %	8,64%	-4,99%	4,33	2,50	0,39	0,08

Tabell 15: Empiriske resultater fra delperiode 1 for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for delperiode 1. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

EURNOK Delperiode 1: februar 1999 – august 2007									
EURNOK	Kostnadsbesparelse			Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		Premie	σ_{Premie}
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR-ratio	UP-ratio		
1M Strategier									
Termin	-2,32%	0,88	6,11%	3,91%	-2,58%	2,37	1,56	0,01	0,01
Call ATM	-1,51%	0,84	4,11%	1,94%	-0,89%	4,63	2,12	0,06	0,01
Call 40D	-0,85%	0,75	3,48%	1,41%	-0,61%	5,71	2,47	0,04	0,01
Call 25D	-0,31%	0,62	2,57%	0,91%	-0,37%	6,99	2,83	0,02	0,00
Call 60D	-1,64%	0,85	4,52%	2,20%	-1,08%	4,19	2,06	0,07	0,01
Part.Termin	-2,12%	0,90	4,92%	2,81%	-1,65%	2,97	1,75	0,03	0,01
Collar 40D	-1,91%	0,89	4,43%	3,18%	-2,22%	2,00	1,39	0,01	0,00
Collar 25D	-0,93%	0,79	2,90%	2,10%	-1,59%	1,83	1,38	0,01	0,00
Seagull	-1,54%	0,88	3,69%	1,83%	-0,95%	3,90	2,02	0,03	0,00
Strangle 40D	-0,34%	0,55	4,94%	2,10%	-1,07%	4,61	2,35	0,07	0,01
Strangle 25D	-0,17%	0,53	3,76%	1,45%	-0,69%	5,42	2,60	0,04	0,01
Straddle	-0,26%	0,53	5,13%	2,20%	-1,22%	4,19	2,33	0,10	0,02
2M Strategier									
Termin	-3,95%	0,86	9,37%	5,85%	-3,80%	2,47	1,60	0,02	0,01
Call ATM	-1,54%	0,73	6,49%	2,82%	-1,27%	5,12	2,30	0,06	0,01
Call 40D	-0,49%	0,59	5,31%	1,94%	-0,83%	6,41	2,73	0,05	0,01
Call 25D	-0,17%	0,53	3,75%	1,26%	-0,51%	7,42	2,98	0,03	0,00
Call 60D	-1,88%	0,76	7,06%	3,20%	-1,48%	4,76	2,21	0,09	0,01
Part.Termin	-3,06%	0,85	7,71%	4,22%	-2,46%	3,14	1,83	0,05	0,01
Collar 40D	-3,14%	0,85	6,89%	4,80%	-3,34%	2,06	1,43	0,01	0,00
Collar 25D	-1,60%	0,77	4,29%	3,22%	-2,46%	1,74	1,33	0,01	0,00
Seagull	-2,05%	0,81	5,66%	2,71%	-1,30%	4,35	2,09	0,04	0,01
Strangle 40D	1,73%	0,18	7,38%	2,48%	-1,43%	5,17	2,97	0,10	0,02
Strangle 25D	0,69%	0,32	5,46%	1,82%	-0,88%	6,19	3,00	0,06	0,01
Straddle	1,03%	0,30	7,29%	2,81%	-1,71%	4,27	2,60	0,14	0,02
6M Strategier									
Termin	-9,34%	0,87	13,58%	9,91%	-6,47%	2,10	1,37	0,04	0,04
Call ATM	-5,60%	0,85	9,33%	5,16%	-2,25%	4,15	1,81	0,10	0,01
Call 40D	-3,47%	0,80	6,88%	3,39%	-1,33%	5,18	2,03	0,06	0,01
Call 25D	-2,65%	0,82	4,46%	2,23%	-0,83%	5,39	1,99	0,06	0,01
Call 60D	-5,97%	0,95	9,75%	5,47%	-2,35%	4,15	1,78	0,11	0,02
Part.Termin	-2,72%	0,68	12,67%	6,17%	-3,73%	3,40	2,05	0,06	0,01
Collar 40D	-8,21%	0,89	9,50%	8,19%	-5,72%	1,66	1,16	0,06	0,01
Collar 25D	-5,10%	0,88	5,32%	5,42%	-4,26%	1,25	0,98	0,02	0,00
Seagull	-6,16%	0,90	7,60%	4,78%	-2,20%	3,46	1,59	0,05	0,01
Strangle 40D	0,71%	0,41	10,87%	4,32%	-2,38%	4,56	2,52	0,17	0,02
Strangle 25D	-1,10%	0,58	7,63%	3,22%	-1,44%	5,29	2,37	0,10	0,01
Straddle	-1,57%	0,60	10,27%	4,98%	-2,85%	3,60	2,06	0,17	0,02

B.3 Empiriske resultater – Delperiode 2

Tabell 16: Empiriske resultater fra delperiode 2 for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for delperiode 2. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. * representerer signifikante verdier på 10% signifikansnivå. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

USDNOK Delperiode 2: september 2007 - desember 2015									
USDNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP -ratio	Premie	σ_{Premie}
1M Strategier									
Termin	3,45%	0,32	18,96%	8,17%	-6,09%	3,11	2,32	0,01	0,00
Call ATM	-4,59%	0,91	10,39%	5,70%	-3,07%	3,39	1,83	0,13	0,05
Call 40D	2,98%	0,19	10,55%	2,82%	-1,48%	7,14	3,74	0,06	0,02
Call 25D	2,20%	0,18	7,52%	1,86%	-0,94%	7,96	4,03	0,04	0,01
Call 60D	3,07%	0,26	14,23%	4,49%	-2,54%	5,61	3,17	0,11	0,04
Part.Termin	3,18%	0,28	15,49%	5,62%	-3,89%	3,98	2,75	0,05	0,02
Collar 40D	2,94%	0,29	13,97%	6,64%	-5,23%	2,67	2,10	0,01	0,00
Collar 25D	1,31%	0,35	8,51%	4,66%	-3,84%	2,22	1,83	0,01	0,01
Seagull	2,99%	0,22	11,40%	3,35%	-2,03%	5,61	3,40	0,04	0,02
Strangle 40D	2,62%	0,17	12,54%	4,41%	-2,61%	4,80	2,85	0,12	0,05
Strangle 25D	2,41%	0,15	10,03%	3,06%	-1,80%	5,58	3,28	0,07	0,03
Straddle	3,11%	0,15	13,08%	4,62%	-2,94%	4,45	2,83	0,16	0,06
2M Strategier									
Termin	7,28%	0,27	28,14%	10,41%	-7,25%	3,88	2,70	-0,02	0,23
Call ATM	5,85%	0,23	19,58%	5,46%	-2,99%	6,56	3,59	0,12	0,04
Call 40D	5,48%	0,20	16,26%	4,07%	-2,17%	7,51	4,00	0,08	0,03
Call 25D	4,50%	0,21	12,14%	2,65%	-1,30%	9,35	4,58	0,05	0,02
Call 60D	6,10%	0,24	21,35%	6,31%	-3,64%	5,86	3,38	0,15	0,05
Part.Termin	6,27%	0,26	23,19%	7,54%	-4,82%	4,81	3,08	0,07	0,02
Collar 40D	6,09%	0,26	20,95%	8,12%	-5,97%	3,51	2,58	0,01	0,01
Collar 25D	4,80%	0,24	13,52%	5,08%	-4,01%	3,37	2,66	0,01	0,01
Seagull	4,61%	0,27	17,24%	5,05%	-2,89%	5,97	3,41	0,06	0,02
Strangle 40D	4,91%	0,17	17,50%	5,80%	-3,77%	4,64	3,02	0,17	0,06
Strangle 25D	3,59%	0,23	13,93%	4,09%	-2,34%	5,97	3,41	0,09	0,03
Straddle	5,07%	0,17	18,35%	6,30%	-4,21%	4,36	2,91	0,23	0,09
6M Strategier									
Termin	18,51%	0,20	58,76%	19,98%	-13,35%	4,40	2,94	0,04	0,02
Call ATM	20,98%	0,13	44,09%	9,68%	-5,59%	7,89	4,55	0,21	0,07
Call 40D	18,98%	0,13	36,77%	6,82%	-3,65%	10,08	5,39	0,14	0,04
Call 25D	16,28%	0,13	29,10%	4,52%	-2,20%	13,24	6,43	0,08	0,03
Call 60D	20,79%	0,14	46,48%	11,03%	-6,55%	7,10	4,21	0,24	0,08
Part.Termin	18,99%	0,18	50,46%	14,47%	-9,35%	5,40	3,49	0,13	0,04
Collar 40D	17,53%	0,19	52,40%	16,95%	-11,34%	4,62	3,09	0,01	0,01
Collar 25D	17,45%	0,15	46,97%	14,00%	-9,42%	4,99	3,35	0,02	0,01
Seagull	17,34%	0,17	39,19%	9,17%	-5,68%	6,90	4,27	0,10	0,03
Strangle 40D	23,30%*	0,08	41,48%	8,51%	-5,26%	7,88	4,88	0,28	0,09
Strangle 25D	18,56%	0,11	33,20%	6,19%	-3,51%	9,45	5,37	0,15	0,05
Straddle	25,48%*	0,08	43,59%	9,02%	-5,94%	7,33	4,83	0,38	0,13

Tabell 17: Empiriske resultater fra delperiode 2 for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for delperiode 2. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

EURNOK Delperiode 2: september 2007 – desember 2015									
EURNOK	Kostnadsbesparelse			Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio	Premie	σ_{Premie}
1M Strategier									
Termin	0,94%	0,45	10,85%	5,46%	-3,75%	2,89	1,99	0,01	0,00
Call ATM	1,48%	0,48	7,78%	2,49%	-1,42%	5,49	3,12	0,09	0,03
Call 40D	1,06%	0,47	5,93%	1,83%	-1,02%	5,83	3,25	0,05	0,02
Call 25D	0,36%	0,58	3,83%	1,16%	-0,57%	6,68	3,29	0,03	0,01
Call 60D	1,55%	0,48	8,64%	2,92%	-1,73%	4,99	2,96	0,09	0,04
Part.Termin	1,29%	0,45	8,97%	3,69%	-2,39%	3,75	2,43	0,04	0,01
Collar 40D	0,96%	0,43	7,62%	4,24%	-3,02%	2,52	1,80	0,01	0,00
Collar 25D	0,30%	0,44	4,27%	2,85%	-2,11%	2,02	1,50	0,01	0,00
Seagull	0,90%	0,48	6,34%	2,20%	-1,34%	4,73	2,89	0,04	0,01
Strangle 40D	1,03%	0,57	7,12%	2,64%	-1,63%	4,37	2,70	0,10	0,04
Strangle 25D	0,17%	0,64	5,29%	1,88%	-0,98%	5,42	2,82	0,06	0,02
Straddle	4,19%	0,11	9,13%	2,43%	-1,62%	5,64	3,76	0,14	0,06
2M Strategier									
Termin	1,93%	0,14	14,71%	6,50%	-4,58%	3,21	2,26	0,01	0,00
Call ATM	1,37%	0,49	10,85%	3,64%	-2,03%	5,34	2,98	0,09	0,03
Call 40D	1,55%	0,42	8,85%	2,66%	-1,44%	6,14	3,33	0,07	0,03
Call 25D	1,28%	0,38	6,29%	1,68%	-0,82%	7,64	3,74	0,04	0,01
Call 60D	1,59%	0,52	12,13%	4,19%	-2,42%	5,02	2,89	0,13	0,05
Part.Termin	1,85%	0,43	12,47%	4,69%	-3,02%	4,13	2,66	0,06	0,02
Collar 40D	2,37%	0,31	10,71%	4,79%	-3,62%	2,96	2,23	0,01	0,00
Collar 25D	1,94%	0,27	6,82%	2,83%	-2,28%	2,99	2,41	0,01	0,01
Seagull	1,05%	0,47	9,29%	3,16%	-1,82%	5,11	2,94	0,06	0,02
Strangle 40D	0,83%	0,58	10,17%	3,89%	-2,42%	4,20	2,61	0,14	0,05
Strangle 25D	0,26%	0,57	7,51%	2,70%	-1,43%	5,24	2,78	0,08	0,03
Straddle	1,25%	0,60	11,20%	4,35%	-2,85%	3,93	2,57	0,19	0,07
6M Strategier									
Termin	4,71%	0,31	26,03%	9,87%	-6,71%	3,88	2,64	0,04	0,01
Call ATM	4,12%	0,39	21,28%	6,49%	-3,35%	6,35	3,28	0,13	0,04
Call 40D	4,55%	0,31	16,88%	4,44%	-2,24%	7,52	3,80	0,08	0,03
Call 25D	4,26%	0,26	12,39%	2,81%	-1,30%	9,56	4,42	0,07	0,02
Call 60D	3,19%	0,44	22,22%	7,33%	-3,93%	5,65	3,03	0,15	0,05
Part.Termin	9,71%	0,17	25,00%	6,61%	-4,25%	5,88	3,78	0,08	0,02
Collar 40D	6,25%	0,22	20,01%	7,11%	-5,28%	3,79	2,81	0,08	0,03
Collar 25D	7,16%	0,11	13,56%	3,57%	-2,87%	4,72	3,80	0,02	0,01
Seagull	2,73%	0,40	17,76%	5,85%	-3,25%	5,47	3,04	0,06	0,02
Strangle 40D	1,98%	0,49	15,99%	5,88%	-3,47%	4,61	2,72	0,23	0,07
Strangle 25D	0,06%	0,57	12,07%	4,50%	-2,29%	5,27	2,69	0,13	0,04
Straddle	3,43%	0,53	19,83%	6,93%	-4,22%	4,70	2,86	0,23	0,08

B.4 Empiriske resultater – Ned- og oppgangsmarkeder

Tabell 18: Empiriske resultater fra nedgangsperioden for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for nedgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termin tillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

USDNOK Nedgangsperiode: mai 2014 – desember 2015							
USDNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		
	r_{STRAT}	UPM^1	LPM^2	$CVaR_{90\%}$	$CVaR - ratio$	$UP -ratio$	Premie
1M Strategier							
Termin	-27,46%	2,95%	11,97%	-6,46%	0,46	0,25	0,02
Call ATM	-16,19%	0,31%	5,15%	-1,95%	0,16	0,06	0,13
Call 40D	-6,66%	0,35%	2,17%	-0,82%	0,43	0,16	0,06
Call 25D	-4,98%	0,00%	1,46%	-0,53%	0,00	0,00	0,04
Call 60D	-9,96%	1,48%	3,67%	-1,48%	1,00	0,40	0,11
Part. Termin	-18,54%	1,97%	7,39%	-3,79%	0,52	0,27	0,05
Collar 40D	-24,31%	1,43%	10,76%	-5,94%	0,24	0,13	0,01
Collar 25D	-19,86%	0,00%	8,99%	-5,11%	0,00	0,00	0,01
Seagull	-8,69%	0,52%	3,00%	-1,29%	0,40	0,17	0,04
Strangle 40D	11,69%	17,42%	2,62%	-1,61%	10,80	6,64	0,12
Strangle 25D	10,12%	15,68%	2,13%	-1,11%	14,14	7,35	0,07
Straddle	9,73%	16,13%	2,90%	-1,92%	8,39	5,56	0,16
2M Strategier							
Termin	-54,23%	1,55%	20,59%	-12,08%	0,13	0,08	0,20
Call ATM	-17,74%	0,47%	5,49%	-1,90%	0,25	0,09	0,12
Call 40D	-11,38%	0,00%	3,36%	-1,24%	0,00	0,00	0,08
Call 25D	-7,45%	0,00%	2,16%	-0,75%	0,00	0,00	0,05
Call 60D	-18,29%	0,61%	5,72%	-2,05%	0,30	0,11	0,15
Part. Termin	-36,40%	0,97%	12,74%	-6,98%	0,14	0,08	0,07
Collar 40D	-47,68%	0,55%	18,75%	-11,40%	0,05	0,03	0,01
Collar 25D	-37,67%	0,00%	15,96%	-10,27%	0,00	0,00	0,01
Seagull	-16,53%	0,00%	5,01%	-1,84%	0,00	0,00	0,06
Strangle 40D	27,75%	34,72%	3,41%	-2,46%	14,12	10,19	0,17
Strangle 25D	24,76%	30,48%	2,62%	-1,38%	22,08	11,62	0,09
Straddle	21,70%	30,08%	4,18%	-2,94%	10,25	7,20	0,23
6M Strategier							
Termin	-133,90%	0,00%	44,98%	-19,32%	0,00	0,00	0,14
Call ATM	-42,12%	0,00%	12,23%	-3,97%	0,00	0,00	0,28
Call 40D	-23,34%	0,00%	6,77%	-2,26%	0,00	0,00	0,15
Call 25D	-14,62%	0,00%	4,24%	-1,40%	0,00	0,00	0,10
Call 60D	-40,20%	0,00%	11,70%	-4,00%	0,00	0,00	0,27
Part. Termin	-89,61%	0,00%	28,57%	-11,92%	0,00	0,00	0,21
Collar 40D	-123,10%	0,00%	41,83%	-18,42%	0,00	0,00	0,01
Collar 25D	-107,65%	2,01%	37,31%	-16,8%	0,12	0,05	0,03
Seagull	-32,91%	0,00%	9,89%	-3,69%	0,00	0,00	0,11
Strangle 40D	86,08%	96,44%	6,24%	-3,99%	24,16	15,46	0,28
Strangle 25D	78,32%	84,21%	3,55%	-2,29%	36,80	23,75	0,15
Straddle	63,17%	77,06%	8,33%	-5,45%	14,13	9,26	0,43

Tabell 19: Empiriske resultater fra nedgangsperioden for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for nedgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termin tillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

EURNOK Nedgangsperiode: desember 2008 - april 2010							
EURNOK	<i>Kostnadsbesparelse</i>		<i>Nedsiderisiko</i>		<i>Hedgingeffektivitet</i>		
	r_{STRAT}	UPM^1	LPM^2	$CVaR_{99\%}$	$CVaR - ratio$	$UP -ratio$	<i>Premie</i>
1M Strategier							
Termin	-10,32%	9,86%	9,71%	-9,36%	1,05	1,02	0,01
Call ATM	-4,27%	6,08%	3,61%	-2,14%	2,84	1,69	0,11
Call 40D	-2,73%	5,13%	2,62%	-1,48%	3,46	1,96	0,07
Call 25D	-0,89%	3,70%	1,48%	-0,80%	4,64	2,49	0,04
Call 60D	-4,92%	6,85%	4,22%	-2,76%	2,48	1,62	0,13
Part.Termin	-7,16%	7,61%	6,37%	-5,78%	1,32	1,19	0,06
Collar 40D	-7,87%	6,93%	7,99%	-8,09%	0,86	0,87	0,00
Collar 25D	-4,33%	4,37%	5,56%	-6,06%	0,72	0,79	0,01
Seagull	-3,78%	5,51%	3,38%	-2,30%	2,39	1,63	0,05
Strangle 40D	3,18%	10,47%	3,40%	-2,42%	4,32	3,08	0,14
Strangle 25D	2,41%	8,31%	2,28%	-1,29%	6,42	3,65	0,08
Straddle	4,75%	12,30%	3,66%	-2,76%	4,46	3,36	0,20
2M Strategier							
Termin	-15,60%	12,21%	10,93%	-8,64%	1,41	1,12	0,01
Call ATM	-8,30%	8,74%	5,53%	-2,87%	3,04	1,58	0,11
Call 40D	-4,70%	7,57%	3,94%	-1,95%	3,88	1,92	0,10
Call 25D	-1,20%	5,59%	2,18%	-1,06%	5,27	2,57	0,06
Call 60D	-10,06%	9,33%	6,42%	-3,61%	2,59	1,45	0,19
Part.Termin	-11,77%	9,95%	7,82%	-5,77%	1,73	1,27	0,09
Collar 40D	-10,02%	9,41%	8,28%	-6,99%	1,34	1,14	0,01
Collar 25D	-2,55%	6,52%	4,63%	-4,30%	1,52	1,41	0,01
Seagull	-7,34%	8,13%	5,10%	-3,06%	2,66	1,59	0,08
Strangle 40D	1,37%	12,01%	5,07%	-3,20%	3,75	2,37	0,21
Strangle 25D	0,49%	8,27%	3,29%	-1,71%	4,83	2,51	0,11
Straddle	-0,41%	11,93%	5,99%	-3,84%	3,11	1,99	0,29
6M Strategier							
Termin	-11,75%	32,94%	16,80%	-8,45%	3,90	1,96	0,04
Call ATM	1,33%	29,35%	9,43%	-4,28%	6,86	3,11	0,18
Call 40D	7,91%	26,82%	6,35%	-2,89%	9,27	4,22	0,12
Call 25D	13,23%	23,71%	3,53%	-1,60%	14,82	6,71	0,09
Call 60D	-2,30%	29,57%	10,89%	-5,31%	5,56	2,72	0,22
Part.Termin	1,16%	32,12%	11,13%	-5,29%	6,07	2,89	0,11
Collar 40D	-1,85%	29,68%	12,71%	-7,06%	4,20	2,34	0,11
Collar 25D	11,30%	25,23%	6,55%	-4,51%	5,59	3,85	0,01
Seagull	2,07%	27,77%	8,86%	-4,60%	6,04	3,13	0,09
Strangle 40D	18,35%	32,65%	7,36%	-5,11%	6,39	4,44	0,32
Strangle 25D	15,29%	27,51%	5,22%	-2,73%	10,07	5,27	0,17
Straddle	15,39%	33,04%	8,88%	-6,21%	5,32	3,72	0,34

Tabell 20: Empiriske resultater fra oppgangsperioden for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for oppgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

USDNOK Oppgangsperiode: mai. 14 - des. 15							
USDNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko		Hedgingeffektivitet		
	r_{STRAT}	UPM^1	LPM^2	$CVaR_{90\%}$	$CVaR$ - ratio	UP -ratio	Premie
1M Strategier							
Termin	23,18%	28,79%	5,42%	-4,11%	7,01	5,31	0,01
Call ATM	8,97%	15,06%	3,24%	-2,29%	6,58	4,64	0,13
Call 40D	11,67%	15,33%	1,86%	-1,14%	13,48	8,25	0,06
Call 25D	6,64%	9,87%	1,33%	-0,72%	13,79	7,42	0,04
Call 60D	17,53%	21,29%	2,45%	-1,95%	10,93	8,70	0,11
Part. Termin	18,86%	23,12%	3,50%	-2,62%	8,81	6,61	0,05
Collar 40D	16,25%	20,71%	4,59%	-3,40%	6,09	4,52	0,01
Collar 25D	7,88%	11,47%	3,42%	-2,35%	4,87	3,36	0,01
Seagull	13,13%	16,69%	1,89%	-1,27%	13,12	8,82	0,05
Strangle 40D	6,32%	12,56%	3,22%	-2,07%	6,07	3,91	0,12
Strangle 25D	4,60%	10,23%	2,32%	-1,16%	8,80	4,41	0,07
Straddle	7,77%	13,62%	3,22%	-2,26%	6,03	4,23	0,17
2M Strategier							
Termin	44,75%	48,36%	3,26%	-2,84%	17,01	14,82	-0,13
Call ATM	30,24%	33,38%	2,39%	-1,97%	16,94	13,96	0,12
Call 40D	23,97%	27,14%	1,81%	-1,39%	19,53	15,02	0,08
Call 25D	14,87%	19,10%	1,79%	-0,98%	19,55	10,67	0,05
Call 60D	33,53%	37,14%	2,83%	-2,43%	15,30	13,14	0,15
Part. Termin	36,94%	40,17%	2,68%	-2,30%	17,50	14,99	0,07
Collar 40D	33,99%	35,95%	2,00%	-1,59%	22,67	17,99	0,01
Collar 25D	19,93%	21,45%	0,77%	-0,50%	42,64	27,75	0,02
Seagull	25,61%	28,76%	2,30%	-1,96%	14,66	12,51	0,07
Strangle 40D	13,01%	19,71%	3,15%	-1,95%	10,08	6,25	0,17
Strangle 25D	8,55%	16,58%	3,22%	-1,65%	10,02	5,14	0,09
Straddle	15,98%	21,73%	2,95%	-1,97%	11,04	7,35	0,23
6M Strategier							
Termin	116,31%	118,39%	2,34%	-1,73%	68,27	50,62	0,03
Call ATM	90,68%	95,00%	3,27%	-2,71%	35,12	29,03	0,19
Call 40D	78,47%	82,00%	2,42%	-1,79%	45,92	33,87	0,13
Call 25D	61,73%	66,92%	2,56%	-1,48%	45,32	26,10	0,08
Call 60D	95,99%	100,03%	3,17%	-2,70%	36,99	31,52	0,22
Part. Termin	102,44%	105,55%	2,59%	-2,23%	47,24	40,79	0,12
Collar 40D	105,84%	106,80%	1,24%	-0,27%	398,02	86,16	0,01
Collar 25D	88,40%	90,01%	1,62%	-1,34%	67,12	55,67	0,03
Seagull	83,18%	86,34%	2,49%	-1,97%	43,74	34,64	0,09
Strangle 40D	58,77%	68,88%	5,17%	-3,56%	19,37	13,33	0,25
Strangle 25D	51,70%	60,87%	4,50%	-2,57%	23,71	13,51	0,14
Straddle	65,63%	75,01%	5,51%	-4,45%	16,87	13,60	0,35

Tabell 21: Empiriske resultater fra oppgangsperioden for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for oppgangsmarked. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

Oppgangsperiode EURNOK: aug. 14 - des. 15							
Oppgang EUR	<i>Kostnadsbesparelse</i>		<i>Nedsiderisiko</i>		<i>Hedgingeffektivitet</i>		
	r_{STRAT}	UPM^1	LPM^2	$CVaR_{90\%}$	$CVaR$ - ratio	UP -ratio	Premie
1M Strategier							
Termin	8,52%	19,14%	4,35%	-3,71%	5,16	4,40	0,01
Call ATM	7,35%	13,02%	2,04%	-1,66%	7,85	6,39	0,11
Call 40D	6,22%	10,75%	1,46%	-1,14%	9,40	7,38	0,06
Call 25D	4,01%	6,97%	0,93%	-0,64%	10,92	7,52	0,04
Call 60D	7,47%	14,43%	2,24%	-2,12%	6,82	6,44	0,12
Part. Termin	8,16%	15,69%	3,12%	-2,26%	6,95	5,02	0,05
Collar 40D	7,67%	14,29%	3,61%	-2,99%	4,77	3,96	0,01
Collar 25D	5,64%	8,37%	2,40%	-2,41%	3,48	3,49	0,01
Seagull	6,34%	11,62%	2,04%	-1,31%	8,84	5,70	0,05
Strangle 40D	4,73%	9,24%	1,94%	-2,01%	4,60	4,75	0,13
Strangle 25D	2,54%	6,73%	1,44%	-1,10%	6,11	4,68	0,07
Straddle	9,62%	11,77%	2,12%	-0,91%	12,91	5,55	0,17
2M Strategier							
Termin	13,95%	28,53%	6,42%	-5,33%	5,35	4,45	0,01
Call ATM	12,65%	21,81%	3,04%	-2,19%	9,95	7,17	0,10
Call 40D	12,17%	18,68%	2,00%	-1,49%	12,55	9,33	0,08
Call 25D	9,67%	13,71%	1,33%	-0,84%	16,32	10,31	0,05
Call 60D	12,56%	23,24%	3,27%	-2,74%	8,48	7,10	0,15
Part. Termin	13,48%	24,69%	4,69%	-3,37%	7,32	5,27	0,07
Collar 40D	13,64%	23,03%	5,30%	-3,30%	6,99	4,35	0,01
Collar 25D	10,37%	15,58%	3,47%	-2,44%	6,37	4,49	0,01
Seagull	12,54%	19,75%	3,01%	-1,79%	11,06	6,55	0,06
Strangle 40D	11,06%	17,67%	2,26%	-2,69%	6,58	7,81	0,17
Strangle 25D	8,80%	13,79%	1,76%	-1,48%	9,29	7,82	0,09
Straddle	11,65%	18,85%	2,46%	-2,84%	6,63	7,67	0,23
6M Strategier							
Termin	44,15%	52,19%	10,09%	-3,72%	14,03	5,17	0,04
Call ATM	30,38%	38,14%	6,11%	-3,12%	12,20	6,24	0,15
Call 40D	24,33%	30,13%	3,73%	-2,04%	14,74	8,07	0,10
Call 25D	15,53%	19,86%	2,44%	-1,19%	16,68	8,15	0,07
Call 60D	31,65%	40,32%	6,02%	-3,73%	10,82	6,70	0,18
Part. Termin	42,60%	48,55%	6,34%	-2,45%	19,83	7,66	0,09
Collar 40D	35,97%	39,84%	8,10%	-1,65%	24,16	4,92	0,09
Collar 25D	22,94%	24,10%	4,63%	-0,31%	77,17	5,20	0,02
Seagull	25,31%	32,49%	5,53%	-2,55%	12,73	5,87	0,07
Strangle 40D	12,55%	20,99%	4,38%	-2,92%	7,19	4,79	0,24
Strangle 25D	6,90%	15,45%	3,37%	-2,35%	6,57	4,58	0,14
Straddle	16,83%	26,12%	5,44%	-3,04%	8,60	4,80	0,27

B.5 Empiriske resultater – Monte Carlo simulering

Tabell 22: Empiriske resultater fra Monte Carlo simulering for USDNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for simulerte sluttkurser. Premie for termin viser gjennomsnittlig termintillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. *, ** og *** representerer signifikante verdier på hhv. 10%, 5% og 1% signifikansnivå.

Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil.

Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

USDNOK Monte Carlo simulering									
USDNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet		Premie	σ_{Premie}
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio		
1M Strategier									
Termin	-0,82%	0,87	15,90%	8,41%	-5,31%	3,00	1,89	0,01	0,01
Call ATM	-0,50%	0,88	9,40%	3,69%	-1,73%	5,43	2,55	0,09	0,03
Call 40D	-0,61%	0,96	7,30%	2,78%	-1,15%	6,33	2,63	0,06	0,02
Call 25D	-1,12%	1,00	4,37%	1,79%	-0,68%	6,45	2,44	0,04	0,01
Call 60D	-0,42%	0,80	10,94%	4,41%	-2,07%	5,28	2,48	0,11	0,04
Part.Termin	-0,69%	0,89	12,24%	5,71%	-3,73%	3,28	2,14	0,07	0,02
Collar 40D	-0,56%	0,83	11,18%	6,72%	-5,08%	2,20	1,66	0,00	0,00
Collar 25D	-1,32%	1,00	5,58%	4,66%	-3,75%	1,49	1,20	-0,01	0,00
Seagull	-0,21%	0,70	8,47%	3,32%	-1,69%	5,02	2,56	0,04	0,01
Strangle 40D	-0,33%	0,80	9,60%	4,16%	-2,19%	4,38	2,31	0,13	0,04
Strangle 25D	-0,77%	0,99	7,08%	2,90%	-1,35%	5,23	2,44	0,07	0,02
Straddle	0,29%	0,77	10,07%	4,26%	-2,55%	3,95	2,36	0,18	0,06
2M Strategier									
Termin	1,62%	0,13	26,78%	12,93%	-9,29%	2,88	2,07	0,00	0,02
Call ATM	1,42%**	0,05	15,68%	5,35%	-2,46%	6,36	2,93	0,13	0,04
Call 40D	1,20%**	0,04	12,41%	3,97%	-1,62%	7,65	3,13	0,09	0,03
Call 25D	0,13%	0,40	7,87%	2,55%	-0,96%	8,21	3,09	0,05	0,02
Call 60D	1,64%**	0,04	17,85%	6,32%	-2,92%	6,12	2,82	0,16	0,05
Part.Termin	-0,38%	0,63	19,78%	9,00%	-5,90%	3,35	2,20	0,07	0,03
Collar 40D	-1,77%	0,94	18,10%	11,07%	-8,25%	2,19	1,63	0,00	0,00
Collar 25D	-2,71%	1,00	9,71%	7,95%	-6,34%	1,53	1,22	0,01	0,00
Seagull	1,34%**	0,05	14,18%	4,94%	-2,45%	5,79	2,87	0,06	0,02
Strangle 40D	4,99%***	0,00	17,87%	5,64%	-3,04%	5,88	3,17	0,18	0,06
Strangle 25D	4,99%***	0,00	17,87%	5,64%	-3,04%	5,88	3,17	0,18	0,06
Straddle	5,77%***	0,00	18,53%	5,82%	-3,59%	5,17	3,18	0,25	0,08
6M Strategier									
Termin	4,51%	0,13	51,13%	23,52%	-16,71%	3,06	2,17	0,05	0,04
Call ATM	3,81%**	0,05	30,06%	9,91%	-4,74%	6,34	3,03	0,23	0,08
Call 40D	3,71%**	0,03	23,76%	7,06%	-2,86%	8,30	3,37	0,15	0,05
Call 25D	1,99%*	0,08	15,81%	4,55%	-1,73%	9,16	3,47	0,09	0,03
Call 60D	3,78%*	0,07	33,30%	11,38%	-5,11%	6,52	2,93	0,28	0,09
Part.Termin	-2,19%	0,76	36,75%	17,15%	-11,10%	3,31	2,14	0,14	0,07
Collar 40D	-6,41%	0,97	33,16%	21,06%	-15,38%	2,16	1,57	0,00	0,01
Collar 25D	-6,13%	1,00	18,80%	15,29%	-12,02%	1,56	1,23	0,02	0,01
Seagull	2,38%	0,14	26,75%	9,32%	-4,44%	6,02	2,87	0,10	0,03
Strangle 40D	16,70%	0,00	36,92%	9,19%	-5,00%	7,39	4,02	0,31	0,10
Strangle 25D	11,90%	0,00	28,30%	6,47%	-3,08%	9,19	4,38	0,17	0,05
Straddle	17,82%	0,00	37,64%	9,33%	-5,94%	6,33	4,03	0,44	0,14

Tabell 23: Empiriske resultater fra Monte Carlo simulering for EURNOK.

Gjennomsnittlig årlig kostnadsbesparelser, risikomål og gjennomsnittlig månedlige premier gjeldende for simulerte sluttkurs. Premie for termin viser gjennomsnittlig termin tillegg. σ_{Premie} er standardavviket til premiene. *, ** og *** representerer signifikante verdier på hhv. 10%, 5% og 1% signifikansnivå.

Teststatistikken benyttet er en enkel t-test, hvor strategienes gjennomsnittlige kostnadsbesparelse testes fra å være signifikant større enn null, gitt respektive p-verdi. P-verdiene er basert på Newey-West standardfeil. Alle avkastning- og risikomål inkluderer respektive premier. Strategier med uthevet tekst representerer høyest hedgingeffektivitet.

EURNOK Monte Carlo simulering									
EURNOK	Kostnadsbesparelse		Nedsiderisiko			Hedgingeffektivitet			
	r_{STRAT}	p-verdi	UPM ¹	LPM ²	CVaR _{90%}	CVaR - ratio	UP - ratio	Premie	σ_{Premie}
<i>1M Strategier</i>									
Termin	-0,93%	0,97	10,79%	6,17%	-4,50%	2,40	1,75	0,00	0,01
Call ATM	0,42%*	0,07	6,69%	2,35%	-1,03%	6,52	2,84	0,09	0,03
Call 40D	0,27%	0,12	5,24%	1,75%	-0,71%	7,70	2,99	0,06	0,02
Call 25D	-0,20%	0,12	3,30%	1,15%	-0,42%	7,78	2,88	0,04	0,01
Call 60D	0,48%*	0,07	7,58%	2,78%	-1,28%	5,93	2,73	0,11	0,04
Part. Termin	-0,28%	0,77	8,44%	4,00%	-2,67%	3,16	2,11	0,07	0,02
Collar 40D	-0,80%	0,97	7,66%	5,09%	-3,81%	2,01	1,51	0,00	0,00
Collar 25D	-1,58%	1,00	4,02%	3,87%	-2,98%	1,35	1,04	-0,01	0,00
Seagull	0,59%***	0,01	5,97%	2,05%	-1,01%	5,90	2,92	0,04	0,01
Strangle 40D	1,60%***	0,00	7,60%	2,57%	-1,35%	5,64	2,96	0,13	0,04
Strangle 25D	0,90%***	0,00	5,82%	1,84%	-0,84%	6,91	3,16	0,07	0,02
Straddle	2,02%***	0,00	7,91%	2,63%	-1,59%	4,96	3,00	0,18	0,06
<i>2M Strategier</i>									
Termin	-1,78%	0,96	16,66%	9,53%	-6,92%	2,41	1,75	-0,01	0,03
Call ATM	2,04%***	0,00	11,00%	3,39%	-1,51%	7,28	3,25	0,13	0,04
Call 40D	1,85%***	0,00	8,77%	2,46%	-1,01%	8,72	3,56	0,09	0,03
Call 25D	1,00%***	0,002	5,84%	1,60%	-0,60%	9,69	3,64	0,05	0,02
Call 60D	2,10%***	0,00	12,18%	3,94%	-1,81%	6,72	3,09	0,16	0,05
Part. Termin	-0,04%	0,52	13,45%	6,18%	-4,18%	3,22	2,18	0,07	0,03
Collar 40D	-1,76%	0,98	12,24%	8,06%	-6,11%	2,00	1,52	0,00	0,00
Collar 25D	-2,69%	1,00	6,92%	6,23%	-4,94%	1,40	1,11	0,01	0,00
Seagull	1,93%***	0,00	9,84%	3,03%	-1,49%	6,62	3,24	0,06	0,02
Strangle 40D	5,87%***	0,00	13,58%	3,44%	-1,87%	7,25	3,95	0,18	0,06
Strangle 25D	4,38%***	0,00	10,71%	2,47%	-1,17%	9,16	4,33	0,18	0,06
Straddle	6,47%***	0,00	14,00%	3,50%	-2,20%	6,35	4,00	0,25	0,08
<i>6M Strategier</i>									
Termin	-4,58%	0,95	30,15%	17,58%	-12,62%	2,39	1,72	-0,03	0,07
Call ATM	4,48%***	0,002	20,70%	6,21%	-2,81%	7,36	3,34	0,23	0,08
Call 40D	4,19%***	0,001	16,22%	4,30%	-1,73%	9,35	3,77	0,15	0,05
Call 25D	2,37%***	0,006	10,78%	2,82%	-1,06%	10,21	3,83	0,09	0,03
Call 60D	4,66%***	0,003	22,45%	6,96%	-3,12%	7,20	3,23	0,28	0,09
Part. Termin	-0,64%	0,62	24,82%	11,59%	-7,77%	3,19	2,14	0,14	0,07
Collar 40D	-5,08%	0,99	22,25%	15,11%	-11,31%	1,97	1,47	0,00	0,01
Collar 25D	-6,48%	1,00	12,66%	11,73%	-9,26%	1,37	1,08	0,02	0,01
Seagull	3,57%***	0,007	18,14%	5,62%	-2,68%	6,78	3,23	0,10	0,03
Strangle 40D	14,22%***	0,00	26,47%	5,67%	-3,12%	8,48	4,67	0,31	0,10
Strangle 25D	10,91%***	0,00	21,09%	4,11%	-1,98%	10,66	5,13	0,17	0,05
Straddle	-4,84%	0,99	23,65%	14,06%	-9,90%	2,39	1,68	0,44	0,14

B.6 Empiriske resultater - Appresierende spotkurser

Tabell 24: Gjennomsnittlige årlige kostnadsbesparelser gitt utelukkende appresiering i spotkurs(\bar{r}_+) for USDNOK strategier.
Beregnet og forklart i (43) fra delkapittel 5.6.

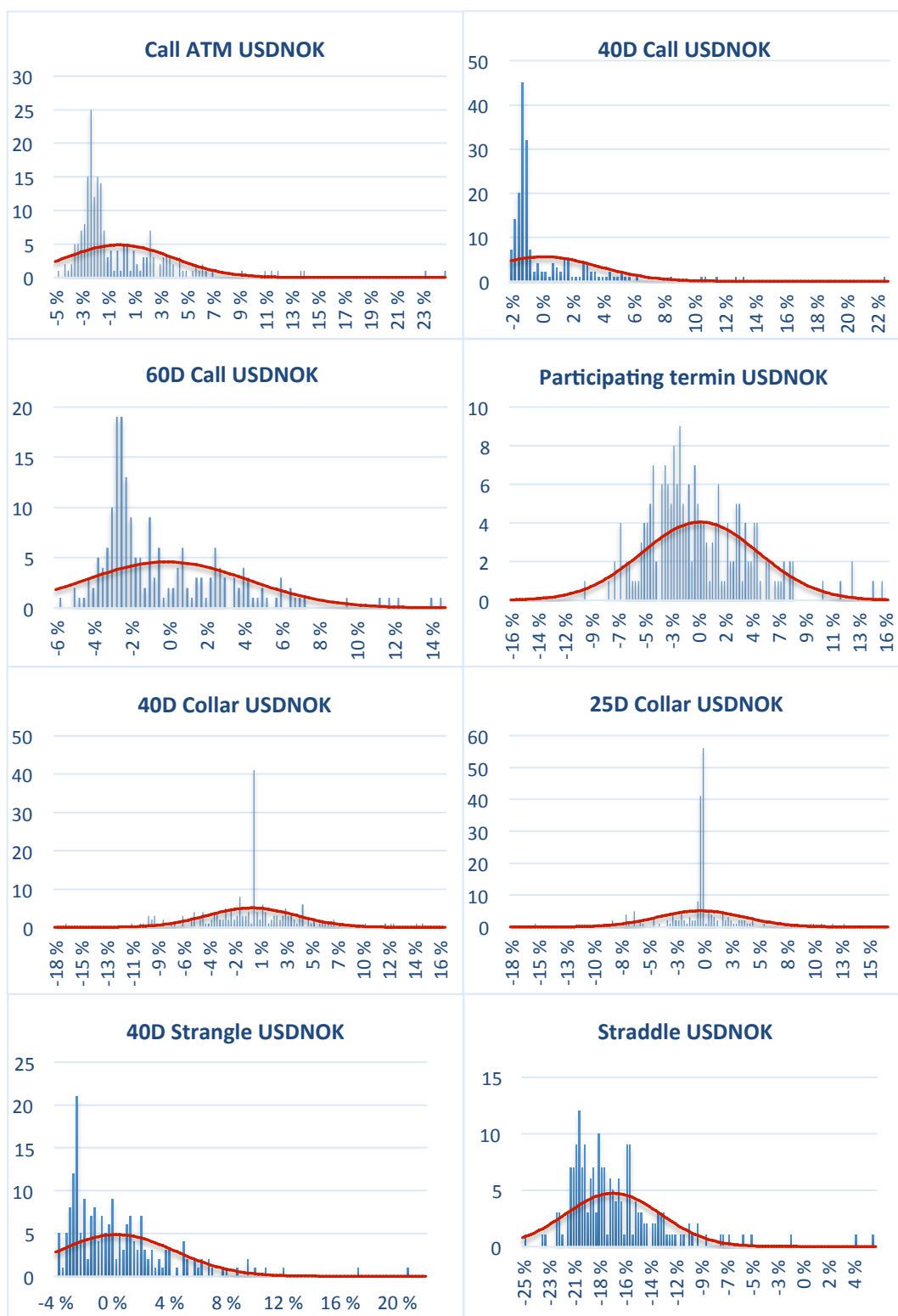
Kostnadsbesparelser gitt konsekvent stigende kurser (\bar{r}_+)				
USDNOK	<i>Hele perioden</i>	<i>Delperiode 1</i>	<i>Delperiode 2</i>	<i>Simulert</i>
1M Strategier				
Termin	14,81 %	10,81 %	18,95 %	15,9 %
Call ATM	5,41 %	2,52 %	8,49 %	8,3 %
Call 40D	6,17 %	3,36 %	9,16 %	5,6 %
Call 25D	3,55 %	1,28 %	5,93 %	2,6 %
Call 60D	10,12 %	6,68 %	13,73 %	10,3 %
Part.Termin	11,46 %	7,85 %	15,22 %	11,9 %
Collar 40D	10,46 %	7,21 %	13,84 %	11,1 %
Collar 25D	5,55 %	3,13 %	8,07 %	5,3 %
Seagull	7,38 %	4,48 %	10,44 %	7,5 %
Strangle 40D	1,55 %	-0,72 %	4,03 %	0,1 %
Strangle 25D	1,16 %	-0,85 %	3,30 %	-0,3 %
Straddle	2,30 %	-0,38 %	5,20 %	0,8 %
2M Strategier				
Termin	21,62 %	15,26 %	28,04 %	26,64 %
Call ATM	11,85 %	6,46 %	17,30 %	13,98 %
Call 40D	8,35 %	3,44 %	13,31 %	9,96 %
Call 25D	4,71 %	0,21 %	9,26 %	5,35 %
Call 60D	14,30 %	8,84 %	19,82 %	16,83 %
Part.Termin	16,43 %	10,63 %	22,29 %	19,24 %
Collar 40D	15,09 %	9,45 %	20,78 %	18,02 %
Collar 25D	7,86 %	3,07 %	12,70 %	9,33 %
Seagull	10,16 %	5,13 %	15,23 %	12,72 %
Strangle 40D	1,17 %	-2,89 %	5,26 %	2,04 %
Strangle 25D	1,04 %	-3,05 %	5,16 %	2,04 %
Straddle	2,24 %	-2,22 %	6,75 %	3,22 %
3M Strategier				
Termin	26,44 %	16,58 %	36,36 %	34,04 %
Call ATM	15,25 %	6,39 %	24,12 %	18,10 %
Call 40D	10,90 %	3,08 %	18,70 %	12,84 %
Call 25D	6,76 %	-0,20 %	13,57 %	7,05 %
Call 60D	17,91 %	9,15 %	26,69 %	21,37 %
Part.Termin	20,52 %	11,24 %	29,85 %	24,41 %
Collar 40D	18,78 %	10,03 %	27,52 %	22,67 %
Collar 25D	10,42 %	3,08 %	17,62 %	11,88 %
Seagull	13,81 %	5,62 %	21,98 %	16,23 %
Strangle 40D	2,55 %	-4,21 %	9,26 %	3,21 %
Strangle 25D	2,52 %	-3,92 %	8,80 %	2,17 %
Straddle	4,25 %	-3,62 %	12,11 %	5,23 %
6M Strategier				
Termin	39,33 %	20,20 %	58,71 %	50,55 %
Call ATM	24,49 %	6,90 %	42,31 %	27,23 %
Call 40D	17,92 %	3,00 %	33,05 %	19,58 %
Call 25D	12,07 %	-0,68 %	24,87 %	11,59 %
Call 60D	27,94 %	10,78 %	45,33 %	31,27 %
Part.Termin	31,48 %	13,24 %	49,96 %	35,58 %
Collar 40D	33,05 %	14,93 %	51,25 %	32,93 %
Collar 25D	25,86 %	9,36 %	42,19 %	18,03 %
Seagull	21,19 %	5,79 %	36,80 %	24,23 %
Strangle 40D	6,83 %	-6,26 %	20,12 %	6,55 %
Strangle 25D	6,57 %	-5,31 %	18,50 %	5,09 %
Straddle	10,00 %	-6,09 %	26,28 %	10,13 %

Tabell 25: Gjennomsnittlige årlige kostnadsbesparelser gitt utelukkende appresiering i spotkurs(\bar{r}_+) for EURNOK strategier.
Beregnet og forklart i (43) fra delkapittel 5.6.

Kostnadsbesparelser gitt konsekvent stigende kurser (\bar{r}_+)				
EURNOK	<i>Hele perioden</i>	<i>Delperiode 1</i>	<i>Delperiode 2</i>	<i>Simulert</i>
1M Strategier				
Termin	8,42 %	6,10 %	10,84 %	10,76 %
Call ATM	4,70 %	3,17 %	6,30 %	5,85 %
Call 40D	3,36 %	2,32 %	4,43 %	4,01 %
Call 25D	2,00 %	1,65 %	2,38 %	2,05 %
Call 60D	5,57 %	3,84 %	7,38 %	7,07 %
Part. Termin	6,39 %	4,49 %	8,37 %	8,15 %
Collar 40D	5,89 %	4,33 %	7,53 %	7,62 %
Collar 25D	3,21 %	2,61 %	3,84 %	3,72 %
Seagull	4,00 %	2,82 %	5,24 %	5,22 %
Strangle 40D	0,53 %	0,07 %	1,00 %	0,35 %
Strangle 25D	0,52 %	0,45 %	0,59 %	0,06 %
Straddle	1,68 %	0,44 %	2,95 %	0,97 %
2M Strategier				
Termin	11,99 %	9,30 %	14,70 %	16,58 %
Call ATM	7,29 %	5,77 %	8,84 %	9,86 %
Call 40D	5,40 %	4,30 %	6,50 %	7,12 %
Call 25D	3,54 %	2,81 %	4,27 %	4,18 %
Call 60D	8,34 %	6,53 %	10,16 %	11,41 %
Part. Termin	9,43 %	7,37 %	11,51 %	13,00 %
Collar 40D	8,65 %	6,77 %	10,56 %	12,16 %
Collar 25D	5,07 %	3,97 %	6,17 %	6,50 %
Seagull	6,19 %	4,89 %	7,49 %	8,81 %
Strangle 40D	1,78 %	1,55 %	2,02 %	2,00 %
Strangle 25D	1,64 %	1,36 %	1,93 %	1,43 %
Straddle	2,64 %	2,26 %	3,03 %	3,20 %
3M Strategier				
Termin	14,02 %	10,94 %	16,99 %	21,23 %
Call ATM	8,38 %	6,65 %	10,04 %	12,44 %
Call 40D	7,68 %	5,58 %	9,73 %	9,00 %
Call 25D	5,02 %	3,40 %	6,61 %	5,44 %
Call 60D	8,86 %	6,90 %	10,75 %	14,29 %
Part. Termin	9,34 %	7,34 %	11,27 %	16,31 %
Collar 40D	9,98 %	7,38 %	12,50 %	15,25 %
Collar 25D	6,43 %	4,61 %	8,20 %	8,29 %
Seagull	7,78 %	5,88 %	9,61 %	11,11 %
Strangle 40D	5,50 %	3,96 %	7,00 %	2,66 %
Strangle 25D	5,04 %	3,36 %	6,69 %	2,05 %
Straddle	6,63 %	4,88 %	8,33 %	4,28 %
6M Strategier				
Termin	19,11 %	13,03 %	25,77 %	-0,47 %
Call ATM	12,04 %	7,25 %	17,30 %	2,91 %
Call 40D	8,63 %	4,50 %	13,17 %	2,59 %
Call 25D	5,82 %	2,38 %	9,50 %	1,55 %
Call 60D	12,85 %	7,90 %	18,30 %	3,05 %
Part. Termin	17,70 %	12,09 %	23,84 %	0,94 %
Collar 40D	14,17 %	9,03 %	19,78 %	-0,96 %
Collar 25D	8,41 %	4,49 %	12,61 %	-1,97 %
Seagull	10,26 %	5,77 %	15,16 %	2,40 %
Strangle 40D	2,97 %	-0,29 %	6,55 %	6,50 %
Strangle 25D	2,90 %	-0,11 %	6,12 %	4,87 %
Straddle	5,02 %	1,49 %	8,93 %	-1,17 %

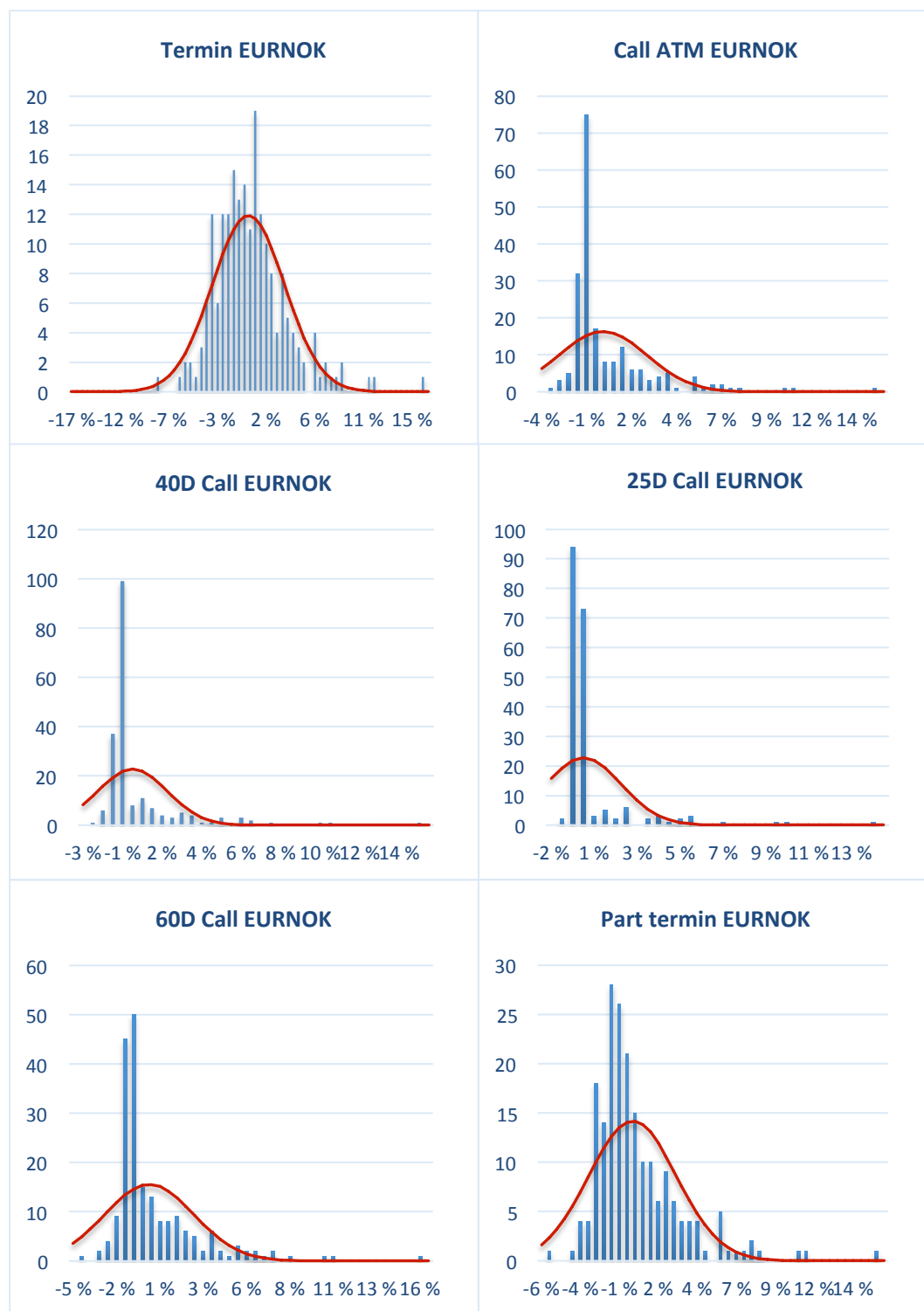
Appendiks C – Historiske fordelinger

C.1 Historiske fordelinger 3M strategier USDNOK

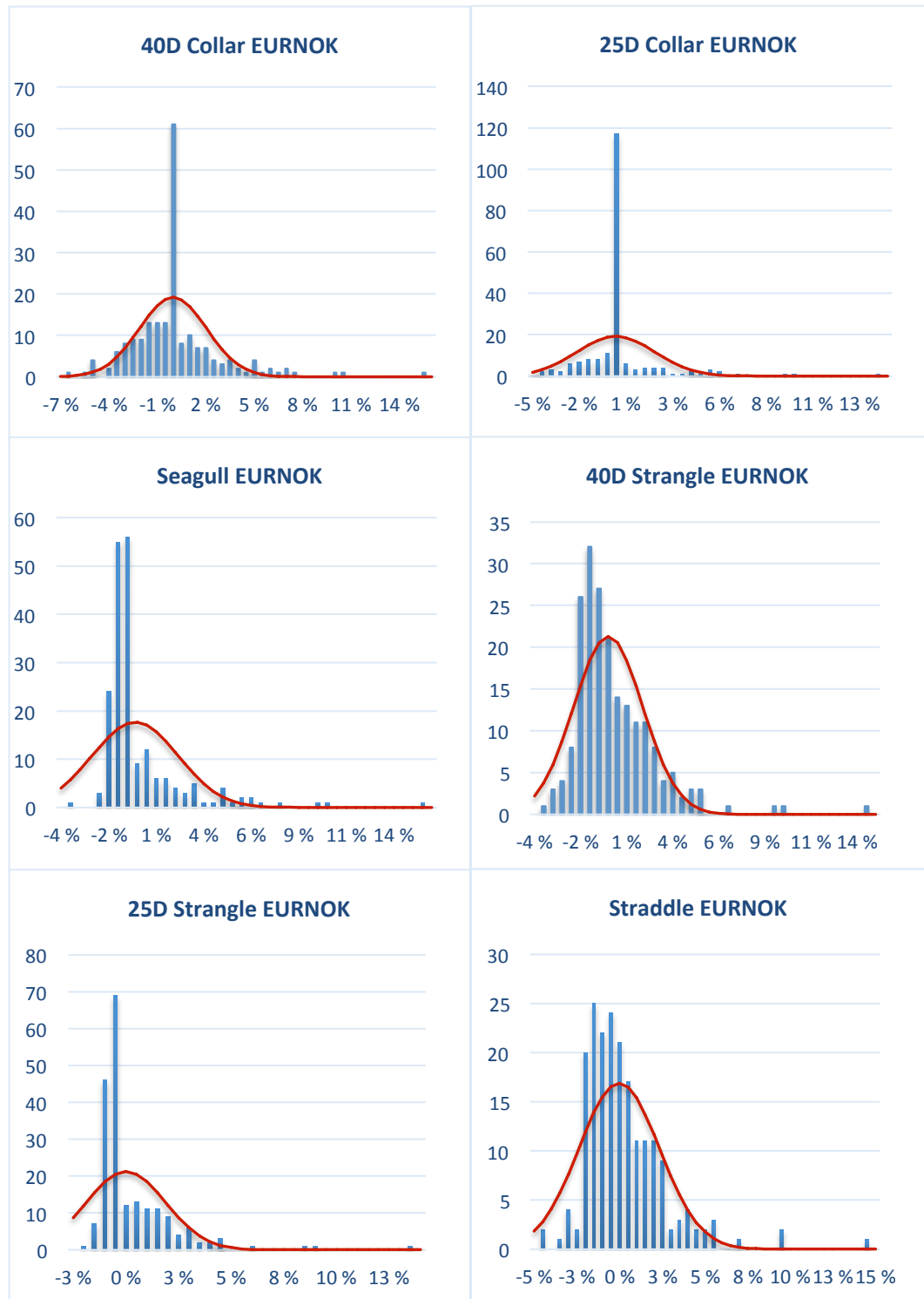


Figur 18: Historiske fordelinger for resterende USDNOK 3 måneders opsjonsstrategier. Røde linjer representerer normalfordelingen med gjennomsnitt og standardavvik lik tilhørende strategi. Illustreringen av fordelingene er begrenset til maksimale negative verdier for respektive strategier.

C.2 Historiske fordelinger 3M strategier EURNOK



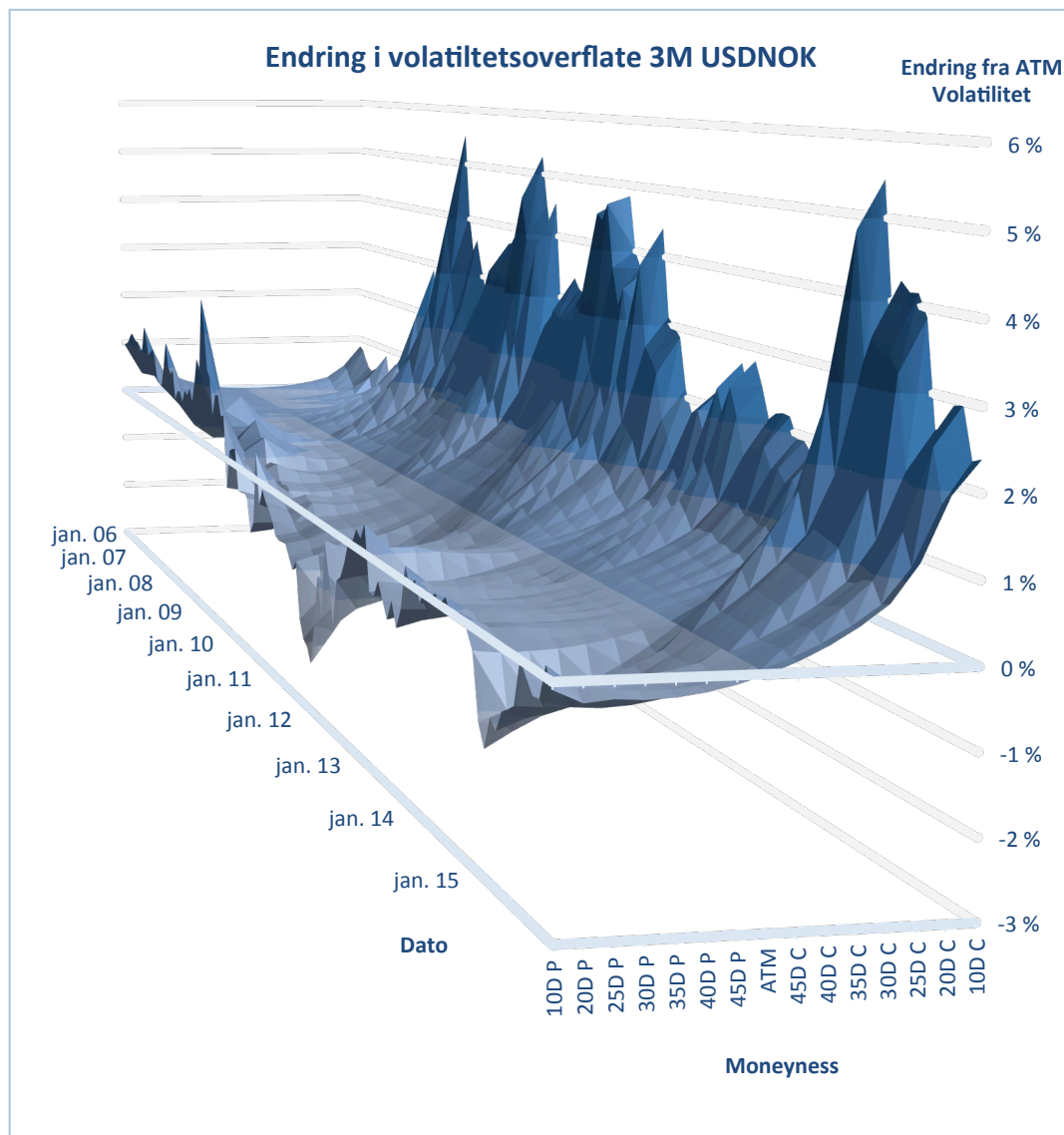
Figur 19: Historiske fordelinger for EURNOK 3 måneders termin og opsjonsstrategier. Røde linjer representerer normalfordelingen med gjennomsnitt og standardavvik lik tilhørende strategi. Illustreringen av fordelingene er begrenset til maksimale negative verdier for respektive strategier.



Figur 20: Historiske fordelinger for EURNOK 3 måneders opsjonsstrategier. Røde linjer representerer normalfordelingen med gjennomsnitt og standardavvik lik tilhørende strategi. Illustreringen av fordelingene er begrenset til maksimale negative verdier for respektive strategier.

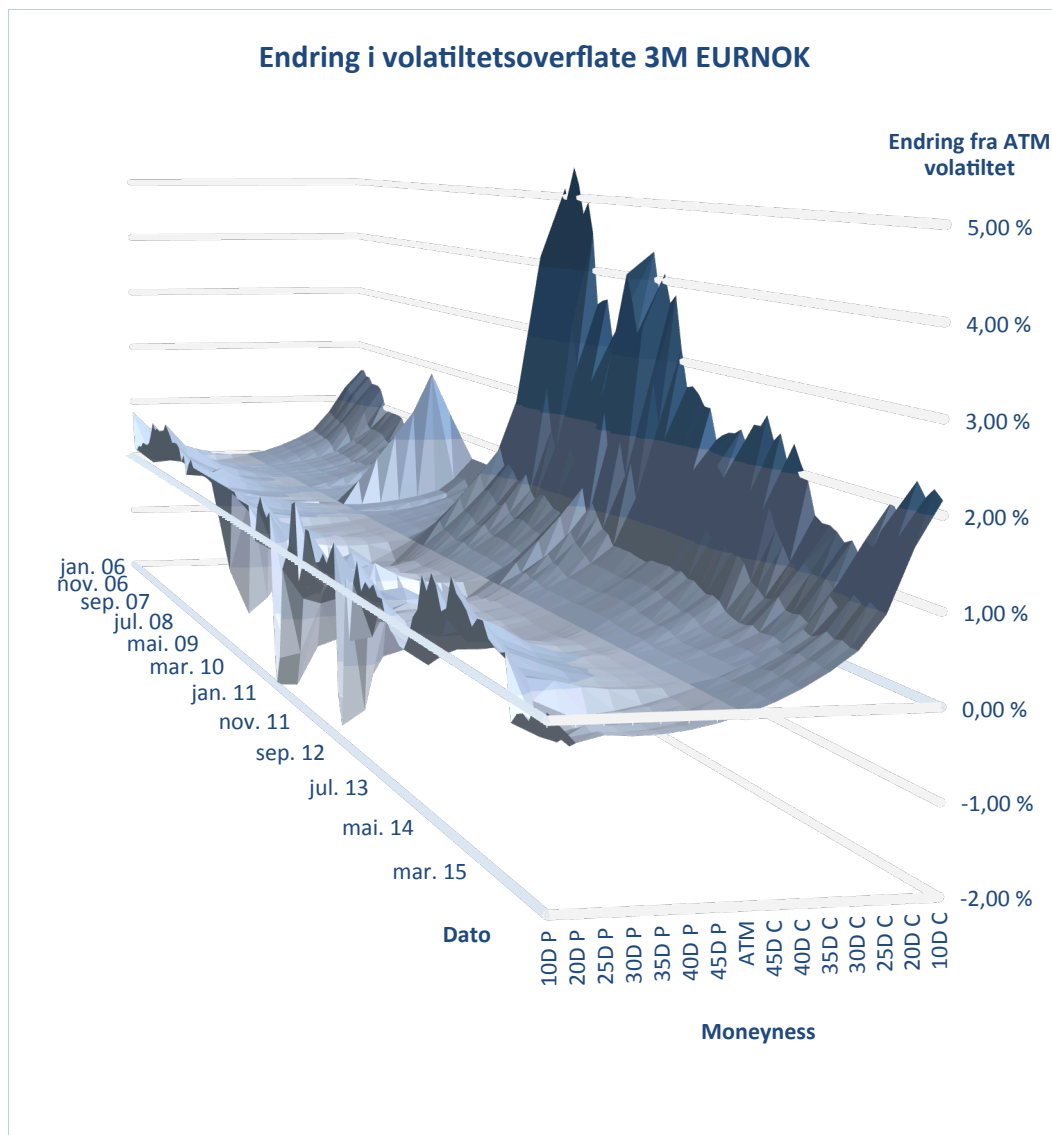
Appendiks D – Volatiltetsoverflater

D.1 Volatiltetsoverflate for USDNOK



Figur 21: Figuren viser skjevheten i salgskurs USDNOK 3M implisitt volatilitet i perioden 01.01.06 til 31.12.15 etter interpolering mellom 10-delta put og 10-delta call som beskrevet i delkapittel 5.4. ATM implisitt volatilitet er satt lik 0, fravikelsene fra ATM volatilitet illustrerer brattheten i volatilitetssmilet over tid.

D.2 Volatiltetsoverflate for EURNOK



Figur 22: Figuren viser skjevheten i salgskurs EURNOK 3M implisitt volatilitet i perioden 01.01.06 til 31.12.15 etter interpolering mellom 10-delta put og 10-delta call som beskrevet i delkapittel 5.4. ATM implisitt volatilitet er satt lik 0, fravikelsene fra ATM volatilitet illustrerer brattheten i volatilitetssmilet over tid.

Appendiks E – Tickerkoder

Spotkurs:

USDNOK Curncy – PX_BID og PX_ASK

EURNOK Curncy – PX_BID og PX_ASK

Renter:

NIBORxM Index – PX_ASK

US000xM Index – PX_ASK

EUR00xM Index – PX_ASK

ATM implisitt volatilitet:

USDNOKVxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

EURNOKVxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

Risk Reversal og Butterfly implisitt volatilitet:

USDNOK10BxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

USDNOK10RxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

USDNOK25BxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

USDNOK25RxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

EURNOK10BxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

EURNOK10RxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

EURNOK25BxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

EURNOK25RxM Curncy – PX_BID og PX_ASK

x representerer gjeldende løpetid, hvor input er 1, 2, 3 og 6 for respektive løpetider.



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway