

# Kupongsertifikat Norsk Hydro

**Et fornuftig sammensatt spareprodukt i den nye generasjonen sett fra investors  
perspektiv?**

**av**

**Elisabeth Skeie**

**Veileder**

Førsteamanuensis Valeri Zakamouline

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet innestår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2011

Fakultet for økonomi og samfunnsvitenskap

Institutt for økonomi / Handelshøgskolen Kristiansand

## Forord

Gjennom arbeidet med oppgaven har jeg lært å anvende vitenskapelige metoder på en anvendt problemstilling. Oppgaven tar utgangspunkt innenfor fordypningen finansiell økonomi som ble valgt fjerde året i studiet mitt ved Universitetet i Agder, og er relevant innenfor økonomiske og administrative fag. Det legges vekt på en eksplisitt kobling av teori og empiri, og oppgaven skal omfatte en analytisk tilnærming av aspekter ved problemstillingen.

Masteroppgaven utgjør 30 studiepoeng av graden siviløkonom og er et synlig tegn på gjennomført studium.

Arbeidet har bydd på flere utfordringer underveis og har derfor vært ekstra lærerikt. Jeg har tilegnet meg bedre forståelse for vurderingsmetoder og ikke minst verdipapirer generelt, som er det temaet jeg i løpet av mine fem år her ved universitetet i Agder har sett på som et av de mest utfordrende, og mest interessante, tema.

Jobben jeg har hatt i Sparebanken Sør har også vært med på og motivert meg til en slik oppgave da jeg har blitt mer nysgjerrig på hva slags produkter banker generelt selger.

Sammen med denne motivasjonsfaktoren, og kurs her ved UIA som porteføljeledelse og risiko og derivater, resulterte tema for masteroppgaven i en analyse av et strukturert spareprodukt.

Jeg vil i tillegg benytte denne anledning til å takke veileder Valeri Zakamouline for god tilgjengelighet, svært god hjelp og raske tilbakemeldinger når det var nødvendig.

Kristiansand, 1.juni 2011

Elisabeth Skeie

## Sammendrag

Temaet for oppgaven er en verdsettelse og analyse av det eksotiske produktet Kupongsertifikatet Norsk Hydro, et forholdsvis nytt begrep innen den nye generasjonen av sammensatte produkter. Målet er å gi småinvestorer en mer utfyllende oversikt over hvordan et slikt produkt henger sammen enn kun en salgsbrosjyre.

Oppgaven knyttes i begynnelsen opp mot nye retningslinjer gitt av Finansdepartementet for å sette seg inn i nåtidens situasjon som er et resultat av redusert tillit mellom investorer og selgere av slike sammensatte produkter.

Deretter settes det opp et teoretisk rammeverk for å enklere kunne forstå bakgrunnen for resultatene som fremkommer ved verdsettelsen og analysen ved Monte Carlo simuleringer. Metoden som er brukt her er altså Monte Carlo, og er samme metode som utsteder har brukt ved fremstilling av sannsynlighetsfordelinger og verdier i salgsbrosjyren som gjør det lettere å sammenligne resultatene.

Det som legges vekt på i analysen er verdsettelse av prisen per sertifikat, forventet årlig avkastning til produktet og sannsynlighetsfordeling av utbetalinger i løpet av produktets levetid. Disse sammenlignes hele veien med utsteder for og til slutt kunne gi et svar på delproblemstillingen min om småinvestorer har grunn til å føle seg lurt av utsteder.

Til slutt brukes sensitivitetsanalyse for å kunne gi eventuelle fremtidige investorer i slike sammensatte spareprodukter mulighet til å se hvordan estimerte verdier påvirker hverandre og henger sammen.

Oppgaven ser ut til å gi et litt mer pessimistisk bilde på produktet enn slik det ser ut i prospektet, og ved å kikke på mine resultater kan en investor føle seg litt lurt. Det er allikevel viktig å påpeke at det som klart er avgjørende for denne konklusjonen er estimerte verdier som brukes som inndata i modellen.

## Innhold

Forord .....	i
Sammendrag .....	ii
Figuroversikt .....	iv
Tabelloversikt .....	v
1 Innledning.....	1
1.1 Problemstilling.....	2
1.2 Struktur .....	2
2 Nye retningslinjer .....	4
2.1 Kort om strukturerte produkter .....	6
3 Definisjoner .....	8
3.1 Derivater .....	8
3.2 Statsobligasjoner.....	8
3.3 Obligasjoner og sertifikater .....	8
3.4 Opsjoner.....	9
3.5 Eksotiske opsjoner .....	10
3.5.1 Barriere opsjoner.....	11
3.6 Prising av opsjoner .....	12
4 Kort om Norsk Hydro .....	14
5 Teoretisk rammeverk.....	16
5.1 Volatilitet.....	16
5.2 Forventet avkastning til aksjer - Kapitalverdimodellen .....	17
5.3 Aksjekursens bevegelse og Monte Carlo simulering .....	19
5.3.1 Wiener prosessen .....	21
5.3.2 Black Scholes partiell differensiell ligning.....	23
5.3.3 Black-Scholes formelen .....	25
5.3.4 Monte Carlo simulering .....	27
6 Analyse av kupongsertifikat Norsk Hydro.....	30
6.1 Produktbeskrivelse.....	30
6.2 Estimering av nødvendige parametere .....	32
6.3 Risikonøytral verdsetting.....	40
6.4 Sannsynlighetsfordeling - forventet avkastning .....	41
7 Sensitivitetsanalyse .....	48

7.1 Endring i risikonøytral verdsetting .....	48
7.2 Endring i sannsynlighetsfordeling for avkastning .....	50
7.3 Svakheter med sensitivitetsanalyse – kartlegging av risiko .....	55
7.3.1 Hva gjør Terra for å kartlegge risiko?.....	56
8 Konklusjon og avslutning.....	57
9 Kildeangivelser.....	59
10 Vedlegg og tabeller .....	62

## **Figuroversikt**

Figur 1 Beholdning av verdipapirer registrert i VPS .....	4
Figur 2 Sammensetning kapitalsikrede obligasjoner .....	7
Figur 3 Norsk Hydros aksjekurs siste åtte år.....	16
Figur 4 Kumulative normalfordeling .....	26
Figur 5 Monte Carlo simulering av fiktive prisbaner.....	28
Figur 6 Utbetalingsstruktur Kupongsertifikat Norsk Hydro .....	30
Figur 7 Tidsfrister og observasjonsdatoer kupongsertifikat Norsk Hydro.....	31
Figur 8 Årsgjennomsnitt treårig statsobligasjonsrente.....	33
Figur 9 Historisk volatilitet Norsk Hydro .....	35
Figur 10 Historisk aksjeavkastning Norsk Hydro .....	37
Figur 11 Regresjonsanalyse Norsk Hydro .....	38
Figur 12 Sannsynlighet for avkastning kupongsertifikatet - produktet sett under ett .....	42
Figur 13 sannsynlighet for negativ avkastning .....	44
Figur 14 Sensitivitetsanalyse - volatilitet vs nåverdi .....	49
Figur 15 Sensitivitetsanalyse - dividende vs nåverdi .....	50
Figur 16 Sensitivitetsanalyse - volatilitet vs produktavkastning.....	51
Figur 17 Sensitivitetsanalyse - volatilitet vs sannsynlighetsfordeling produktavkastning.....	52
Figur 18 Sensitivitetsanalyse - dividende vs produktavkastning .....	53
Figur 19 Sensitivitetsanalyse - aksjeavkastning vs produktavkastning.....	54
Figur 20 Sensitivitetsanalyse – sans. aksjeavkastning vs produktavkastning .....	55

## **Tabelloversikt**

Tabell 1 Historisk volatilitet Norsk Hydro.....	34
Tabell 2 Historisk aksjeavkastning Norsk Hydro .....	37
Tabell 3 Oppsummering av estimater til analysen .....	40
Tabell 4 Sannsynlighetsfordeling kupongsertifikatet.....	43
Tabell 5 Sannsynlighetsfordeling kupongsertifikatet - fordelt.....	43
Tabell 6 Oppsummering verdsettelse og sannsynlighetsfordelingen .....	46
Tabell 7 Sannsynlighetsfordeling år tre.....	47

## 1 Innledning

Strukturerte produkter ble kjent i Norge i 1992 i kjølevannet av børskrakket i 1987. Bakgrunnen var å kunne tilby aksjemarkedets en avkastning med lav risiko for tap av investert beløp. Det norske markedet for strukturerte produkter har utviklet seg i et hurtig tempo de siste ti årene.

De første aksjeindekserte obligasjonene som ble utstedt i Norge, ble emittert i 1992/93 av Bankers Trust og tilrettelagt og markedsført av IBP Fondkommission AS. I tillegg var Sparebanken NOR i markedet med en global obligasjon og en oljeobligasjon. Først fra midten av 1990-årene ble produktene bredt markedsført også mot privatmarkedet (Reppen, 2006).

Etter dette ble strukturerte produkter tilbydt av de fleste store bankene samt et mindre antall verdipapirforetak. Volumene økte betraktelig og tok over hegemoniet fra aksjefond som det foretrukne sparealternativet for privatpersoner. Ifølge Nordea bank ble det i 2005 solgt strukturerte produkter (hovedsakelig kapitalsikrede plasseringer) for ca 23 milliarder kroner. Og ifølge Finanstilsynet var på det meste 154 000 nordmenn inne med til sammen 38 milliarder kroner i spareprodukter av denne typen. Salg av ordinære aksjefond på den andre siden sank dermed kraftig.

Perioden etter viste seg å ikke bli like optimistisk. Det finnes flere eksempler på dette. Finansklagenemda (tidligere bankklagenemda) fikk et enormt antall klager på den utskjelte spareformen, og mange av kundene trakk tilbyderne for retten etter store tap. I følge forbrukerportalen 09.11.10 ligger det over 1700 saker på vent i Finansklagenemda i påvente av rettskraftig dom. Folk som har tapt penger på strukturerte spareprodukter, må dermed smøre seg med tålmodighet i påvente av at rettsystemet får avklart bankenes erstatningsansvar.

Spareproduktene har altså fått mye kritikk i media. Warren Capital eksempelvis ble saksøkt for "råttent" spareprodukt for å ha opptrådt i strid med god forretningsskikk i forbindelse med salg av produktene.

En annen svært kjent konflikt er saken der småsparer Ivar Petter Røeggen med Forbrukerrådet i ryggen trakk DnB Nor for retten i 2010 etter å ha tapt 250.000 kroner. Røeggen vant en knusende seier, som DnB Nor anket saken til lagmannsretten som føres nå i 2011.

I dag har Finanstilsynet kommet med en rekke nye retningslinjer for å gjenskepe tilliten mellom utstederne av sammensatte produkter og investorene. De råder for eksempel ikke til å lånefinansiere slike produkter lenger, noe som ble sett på som den største fallgruven. Finanstilsynet konstaterer også at bankene kan gjøre mer for å selge billigere fond, og at mange sparere vil være tjent med indeks- og obligasjonsfond som en del av sin portefølje.

Noen banker har blitt skremt og kuttet ut salget av strukturerte spareprodukter, mens andre prøver å tenke innovativt. Et forholdsvis nytt begrep på markedet er *kupongsertifikat* som er et slags kupongobligasjon, hvor betalingsprofilen er avhengig av et underliggende aktivum. Jeg har i denne oppgaven valgt å analysere et slikt spareprodukt i denne nye generasjonen av sammensatte produkter.

## 1.1 Problemstilling

Denne utredningen vil omhandle disse problemstillingene:

- Er det vanskelig å estimere reelle input parametere for å kunne analysere produktet?
- Har utsteder markedsført med realistiske sannsynligheter for avkastning, eller kan investorer føle seg lurt?
- Hvordan påvirkes verdien av produktet hvis estimatene endres?

## 1.2 Struktur

Oppgaven er delt inn i 8 hovedkapitler som inneholder følgende:

Kapittel 1: Innledning og problemstilling med bakgrunn og motivasjon og for oppgaven.

Kapittel 2: Nye retningslinjer, og kort om hva strukturerte spareprodukter er, inkludert insentiver for både kjøper og selger.

Kapittel 3: Enkelte definisjoner for lettere forståelse av innholdet i oppgaven. Kapitlet starter med generell definisjon av et derivat og spisser seg inn til det mer spesifikke av opsjonsteori som produktet i oppgaven inneholder.



Kapittel 4: Om Norsk Hydro.

Kapittel 5: Teoretisk rammeverk for å verdsette og analysere produktet. Kapitlet starter med å gå inn på volatilitet som er et sentralt begrep for en slik oppgaven, og går videre inn på aksjekursens bevegelse hvor forskjellen på risikonøytral verdsetting og sannsynlighetsberegninger i den virkelige verden kommer frem.

Kapittel 6: Analysering av produktet. Kapitlet starter med produktbeskrivelse og estimering av parametre til bruk i videre analyse. Etter dette verdsettes produktet og sannsynligheter for avkastning beregnes.

Kapittel 7: Sensitivitetsanalyse hvor samtlige inndata parametre endres. Risiko kartlegges og enkelte svakhetene med sensitivitetsanalysen avdekkes.

Kapittel 8: Oppgaven avsluttes med en konklusjon av analysen hvor resultatene drøftes ut i fra problemstillingene side 2.

## 2 Nye retningslinjer

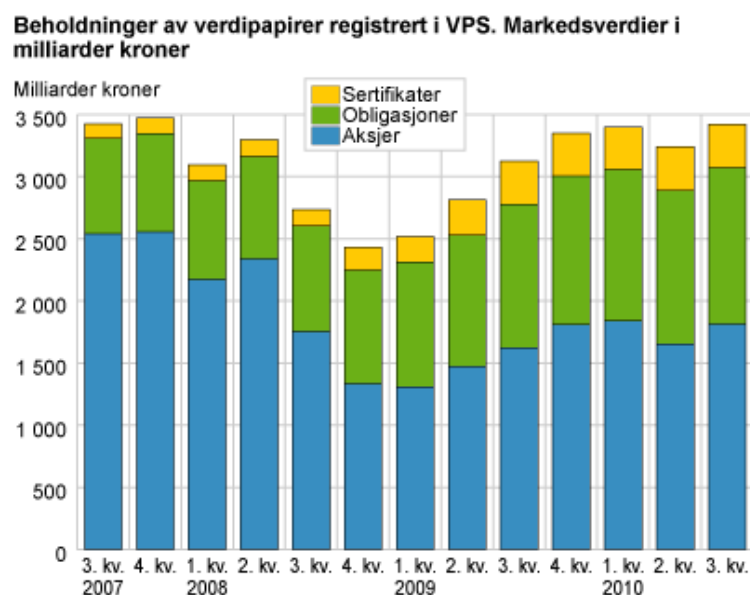
Finanstilsynet har nylig gjennomført en omfattende undersøkelse av bankers salg av finansielle instrumenter i perioden 2009 og første halvår 2010. 29 banker ble undersøkt med stedlig tilsyn av Finanstilsynet hos åtte banker.

Under det stedlige tilsynet vurderte Finanstilsynet bankenes organisasjon, kontrollfunksjoner og rådgivningsverktøy-/prosess som skal sikre at bankene opptrer i samsvar med god forretningsskikk ved rådgivning og salg.

Den konstaterte forbedringen hos bankene er i hovedsak på to punkter. Det første er at det har blitt slutt på lånefinansiering for slike komplekse spareprodukter. Noe som også antakelig har vært det største problemet. Det andre er at det generelt har minket med salg av kompliserte sammensatte spareprodukter.

I tillegg hos syv av de åtte bankene som Finanstilsynet var på stedlig tilsyn hos, var rådgivernes avlønning produktnøytral. Det vil si at hos disse syv var rådgiverens avlønning ikke avhengig av hvilke type produkter som ble solgt.

Det synes som om at bankene har tatt kritikken til seg og utviklingen går i riktig retning. At tilliten er på bedringens vei etter den tøffe perioden for slike produkter, er også noe figur 1 nedenfor viser. Opplysningene er hentet fra Statistisk Sentralbyrå og viser størrelsen på beholdninger av verdipapirer registrert i Verdipapirsentralen 3.kvartal kvartal 2010:



**Figur 1 Beholdning av verdipapirer registrert i VPS**

Et resultat som fremkommer tydelig av figuren er at sertifikater og obligasjoner blir mer og mer etterspurt i denne nye generasjonen av produkter. Investering direkte i aksjer derimot er litt mer varierende, og avhenger antagelig litt av om tilliten til strukturerte produkter kommer sterkere tilbake.

Det er ingen grunn til å være altfor raus med rosen ovenfor bransjen. Når Finanstilsynet finner at bare “noen svært få” av de undersøkte bankene kan dokumentere god kvalitet på sin rådgivning, er det klart at næringen har et relativt stort rom for forbedring. Den som får telefon fra sin «rådgiver» i banken, gjør fortsatt lurt i å huske at det rådet som gis, kommer fra en selger.

Finanstilsynet mener bankene fremdeles har noen forbedringspotensialer:

- Lite utvalg/salg av rimelige fond:  
Slik Finanstilsynet ser det, gjør ikke bankene nok for å selge fond med lave kostnader. Mange sparere vil være tjent med indeksfond og obligasjonsfond som en del av sin portefølje. Finanstilsynet erkjenner at det har vært liten etterspørsel etter dette fra kundene, men bankene bør anstrenge seg mer for å tilby slike produkter.
- Sikre dokumentasjon for utført rådgivning:  
Undersøkelsen viser at bankene fremdeles har et stykke igjen før de som bransje samlet kan sies å være i stand til å dokumentere god rådgivning. Undersøkelsen avdekket her til dels store sprik i kvalitet mellom bankene. Finanstilsynets observasjon er at noen svært få banker, gjennom ledelsesfokus og betydelig ressursbruk, har lyktes i å oppnå god kvalitet på sin rådgivningsprosess. Hovedinntrykket er imidlertid at bankene i liten grad har materiale som kan dokumentere og uttrykke hvorfor det aktuelle produkt er tilbudt den konkrete kunden. Det er altså i liten grad mulig ut i fra dokumentasjonen å forstå begrunnelsen for det investeringsråd som kunden har fått. I slutten av oppgaven vil jeg kort forklare hvordan Terra, som selger av dette produktet, prøver å forsikre seg om at kunden er godt kjent med produktet og dets risiko.
- Interessekonflikter mellom krav til god likviditetsstyring og salg av renteinstrumenter:  
Det eksisterer en interessekonflikt mellom bankenes ønske om høy innskuddsdekning for å møte krav om god likviditetsstyring og kundenes eventuelle behov for renteprodukter i sin portefølje. Finanstilsynet forutsetter at aktørene er bevisst denne interessekonflikten og håndterer denne til beste for kunden.

## 2.1 Kort om strukturerte produkter

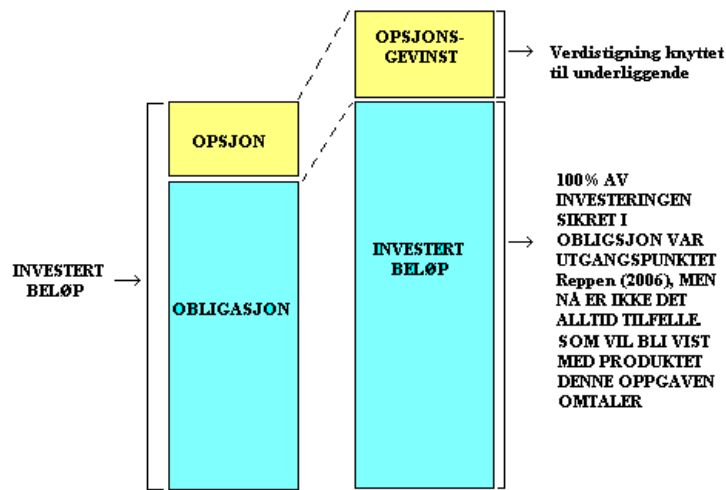
Strukturerte spareprodukter, også kalt sammensatte spareprodukt, er i hovedsak rettet mot husholdningene slik at de får muligheten til å delta i aksje- og råvaremarkedene uten å risikere store tap hvis markedene skulle falle.

Insentiver for investorer for å investere i spareprodukter er at det gir nye muligheter til å avveie avkastning mot risiko. Det kan også være et skattemessig insentiv for å investere i et produkt med obligasjoner. Siden avkastningen på obligasjoner ikke blir utbetalt før forfall, er ikke investor skattepliktig før lån forfaller. Dette kan gi en skatteutsettelse i forhold til investering i vanlige obligasjonslån, der kupongrenten blir beskattet løpende (Axelsen, K A , & Rakkestad, K,J; 2000) . Jeg går ikke nærmere inn på de skattemessige forholdene i denne oppgaven.

Insentiver for bankene er at salg av produktene gir en mulighet til å oppnå lavere finansieringskostnader. Dette gjelder både obligasjoner og sertifikater som defineres som lån tilrettelagt som omsettelige verdipapirer. Hensikten er å distribuere gjelden på flere investorer i stedet for å låne penger i banken, og dessuten for å skape et optimalt annenhåndsmarked for gjeldsbrevene. En slik løsning gjør det mulig å avhende uønskede kreditter og løpetider, og eventuelt ta ny risiko i ønskede kreditter og løpetider. De fleste obligasjoner er notert på Oslo Børs og handles gjennom bankene og private meglerforetak.

I nyere tid har den finansielle kompetanse på området vært stadig økende. Dette har bidratt til mer kreative strukturer som ikke lenger utelukkende knytter obligasjoner og sertifikater opp mot rentebevegelsene i markedet. Fokuset har derfor dreid i retning av kredittvurderinger og opsjonselementer knyttet til utsteder og verdipapirene utstedt i deres navn (DnB Nor 2010). Avkastningen på disse instrumentene har derfor vært sterkt avvikende, og til dels komplisert å identifisere for uinnvidde.

Det som bygger opp et sammensatt spareprodukt er ulike derivater og obligasjoner. Det er enklere å se dette visuelt, derfor har jeg nedenfor tatt med meg en figur fra Reppen (2006) som viser sammensetningen til de fleste kapitalsikrede obligasjoner:



**Figur 2 Sammensetning kapitalsikrede obligasjoner**

Jeg vil i min teoridel anta at en del av det grunnleggende stoffet er kjent på forhånd da det mest sentrale for oppgaven er Black-Scholes Model og Monte Carlo simulering. Til å begynne med hører noen korte definisjoner med. Kildene jeg har brukt her er Oslo Børs, men samtlige definisjoner kan også finnes i de fleste lærebøker som for eksempel (Bodie; 2009) og (Kat; 2001).

## 3 Definisjoner

### 3.1 Derivater

Derivater er finansielle instrumenter/verdipapirer hvor verdien avhenger av et underliggende aktivum (av navn: derived from). En investering i derivater gjør det mulig å tjene penger uansett om markedet faller, stiger eller står stille. Den underliggende kan være aksje, råvarer, valuta etc. Siden Kupongsertifikat Norsk Hydro, produktet oppgaven inneholder, avhenger av aksjeprisen til Norsk Hydro spesifiseres prisen på den underliggende i de fleste tilfeller videre som *aksjepris*, og følgelig den underliggende som *aksjen*.

### 3.2 Statsobligasjoner

Statobligasjoner har en fast rente (kalt kupong) som gir en rentebetaling på en bestemt dato en gang i året, i hele løpetiden på lånet, av det nominelle pålydende beløpet. Ved forfallsdato utbetaler obligasjonen i tillegg til kupongrenten også det nominelle pålydende beløp så lenge ikke sluttkursen er lavere enn barrierenivået. Er det lavere så betales det ut mindre enn det nominelle pålydende beløpet. Statsobligasjonene blir normalt omtalt med både kupongrenten og forfallsdato. Kupongrenten på obligasjonen reflekterer markedsrenten på det tidspunkt som obligasjonen første gang ble emittert til markedet. Dermed er det ulike kuponger på forskjellige obligasjoner siden markedsrentene har variert over tid.

### 3.3 Obligasjoner og sertifikater

Både obligasjoner og sertifikater defineres som nevnt av banker som lån tilrettelagt som omsettelige verdipapirer. Hensikten er å distribuere gjelden på flere investorer i stedet for å låne penger i banken, og dessuten for å skape et effesient annenhåndsmarked for gjeldsbrevene (Handelsbanken).

Om sertifikater:

- Fast rente hele løpetiden
- Løpetid opp til 12 måneder
- Avkastningen er kjent dersom man holder sertifikatet ut løpetiden
- Avkastningen kan avvike dersom de innløses/selges før forfall

Om obligasjoner:

- Fast eller regulerbar rente
- Har en typisk løpetid på 2-10 år
- Med en fast rente er avkastningen kjent dersom man sitter på obligasjonen frem til forfall.
- Avkastningen kan avvike dersom de innløses/selges før forfall.

Det finnes en sammenheng mellom løpetid og risiko. Verdien av et sertifikat og en obligasjon endrer seg under hele løpetiden. Verdien er avhengig av bevegelsen i markedsrenten og kredittverdigheten til den som utsteder papiret. Når sertifikatet og obligasjonen forfaller, utbetales beløpet. Dersom markedsrenten stiger, vil kursen på sertifikatet eller obligasjonen falle. Grunnen er at ingen vil kjøpe et papir med en rente som er lavere enn markedsrenten i øyeblikket. Tilsvarende, hvis renten faller, vil et sertifikat og en obligasjon med høyere rente enn markedsrenten, stige i kurs.

Produktet som analyseres i oppgaven er en blanding av disse og kalles et *kupongsertifikat*. Et temmelig nytt fenomen innenfor sammensatte produkter. Hvordan produktet er bygd opp vil fremkomme av kapittel 6, hvor en kan se at produktet er en blanding av kupongobligasjon og et derivat/opsjon siden det avhenger av utviklingen på Norsk Hydros aksjekurs.

### 3.4 Opsjoner

Opsjoner deles hovedsakelig i to typer: kjøpsopsjon (call) og salgsoptionsjon (put). Disse kalles standardiserte opsjoner som også ofte er omtalt som *Plain Vanilla* opsjoner.

En *kjøpsopsjon* gir eieren en rett, men ikke en plikt, til å kjøpe et underliggende aktivum til en forhåndsbestemt pris (utøvelsespris), på et spesifisert tidspunkt i fremtiden.

Verdi av en kjøpsopsjon ved forfallstidspunkt er gitt ved:

$$C = \max(S_T - K, 0)$$

hvor  $C$  er prisen på en kjøpsopsjon,  $S_T$  er prisen på den underliggende ved forfallstiden  $T$  og  $K$  er utøvelsesprisen (ofte kalt exercise price eller strike price).

Den som holder opsjonen vil innløse hvis aksjen viser seg på et tidspunkt å være verdt mer

enn det en må betale for den i markedet. Da velger den som holder opsjonen å bruke den og da oppnå og kunne kjøpe aksjen billigere.

En *salgsopsjon* er motsatt. Den gir rett, men ikke en plikt, til å selge et underliggende aktivum til en forhåndsbestemt pris, på et spesifisert tidspunkt i fremtiden.

Verdien på en salgsopsjon ved forfallstidspunkt er gitt ved:

$$P = \text{maks}(K - S_T, 0)$$

hvor  $P$  er prisen på en salgsopsjon,  $S_T$  er prisen på den underliggende ved forfallstiden  $T$  og  $K$  er utøvelsesprisen.

Disse to hovedtypene deles igjen inn i to kategorier som sier noe om når en opsjon kan forfalle. En *amerikansk* opsjon er en opsjon som gir mulighet for forfall på ethvert tidspunkt, både før og på forfallsdatoen. En *europaisk* opsjon gir muligheten til forfall kun på forfallsdatoen. Betegnelsen har ingenting med geografi å gjøre, begge typer selges i begge markeder.

Siden det finnes både kjøps- og salgsopsjoner, og markedet består av både utsteder og kjøper, er det fire ulike posisjoner man kan sitte i en opsjonskontrakt:

- En lang posisjon i en kjøpsopsjon. Dette er kjøper/innehaver av en kjøpsopsjon
- En lang posisjon i en salgsopsjon. Dette er kjøper av en salgsopsjon
- En kort posisjon i en kjøpsopsjon. Dette er utsteder av en kjøpsopsjon
- En kort posisjon i en salgsopsjon. Dette er utsteder av en salgsopsjon

For kjøper av kjøps- og salgsopsjoner er det et maksimalt tap som begrenser seg til prisen på opsjonen, mens utsteder kan tape ubegrenset.

### **3.5 Eksotiske opsjoner**

Handel med standardiserte norske aksjeopsjoner startet i 1986, da et privat foretak fikk midlertidig tillatelse av Finansdepartementet til å omsette et begrenset antall slike aksjeopsjoner i Norge. En endring i verdipapirhandelloven i 1989 åpnet for en regulert



omsetning av derivater (Finansdepartementet; 1995). Oslo Børs startet dermed omsetningen med standardiserte aksjeopsjoner i mai 1990 hvor Norsk Hydro var en av de fem som var med i begynnelsen som underliggende.

Standardisering betyr at det er standard vilkår som gjelder for kontraktene. Dette gjør instrumentene lettere å omsette over børs. Alternativet er skreddersydde instrumenter (Over The Counter – OTC) hvor kjøper og selger blir enig om vilkårene seg imellom. Slike opsjoner er oftest ikke notert på børser, og de såkalte *eksotiske* opsjonene er av denne typen. Produktet i oppgaven er ikke børsnotert og har element av eksotisk opsjon i seg.

Det finnes flere ulike eksotiske opsjoner, men siden barriereopsjoner er det sentrale her velger jeg kun å ta for meg denne typen.

### 3.5.1 Barriere opsjoner

Barriere opsjoner er som standardopsjoner med unntak av at de har å gjøre med en eller to barrierer. Med barriere menes det at opsjonen blir iverksatt eller avsluttet hvis den underliggende treffer et visst nivå, kalt barrieren. Barriere opsjoner er billigere enn standard opsjoner grunnet dens muligheten for at opsjonen forsvinner eller aldri blir iverksatt. *Knock-in* (opsjonen iverksettes) og *knock-out* (opsjonen avsluttes) er begreper man ofte hører når det er snakk om barriere opsjoner, og det er slike som ofte brukes i sammensatte produkter.

Det finnes fire hovedtyper med en barriere innen knock-in og knock-out opsjoner:

- Opp-og-ut: hvis aksjekursen øker og når barrierenivået avsluttes opsjonen
- Ned-og-ut: hvis aksjekursen reduseres og når barrierenivået avsluttes opsjonen
- Opp-og-inn: hvis aksjekursen øker og når barrierenivået iverksettes opsjonen
- Ned-og-inn: hvis aksjekursen reduseres og når barrierenivået iverksettes opsjonen

En viktig sammenheng mellom barriereopsjoner og vanlige opsjoner er følgende paritet:

<b>Knock-in opsjon + knock-out opsjon = vanlig opsjon</b>
---

Altså, hvis aksjeprisen krysser barrieren så vil knock-in opsjonen gi avkastning, krysses den ikke vil knock-out opsjonen gi avkastning. Denne sammenhengen forutsetter at alt annet bak opsjonene er likt. Pariteten konstaterer at barriereopsjonene må være billigere å kjøpe enn standardopsjoner, siden opsjonsgebyrer ikke vil kunne være negativt.

I tillegg til knock-in og knock-out opsjoner har man de såkalte *rebate opsjoner*. Denne typen opsjoner har en fast utbetaling om prisen på den underliggende når barrieren. Denne utbetalingen skjer enten når barrieren blir nådd, eller når opsjonen utløper. Også her er det to typer avhengig av om barrieren ligger over eller under prisen i dag. Kupongsertifikat Norsk Hydro har slike barrierer inkludert. Dette kommer tydelig frem i kapittel 6.

### **3.6 Prising av opsjoner**

Verdsettelse av barriereopsjoner kan være mer krevende enn standardiserte opsjoner, fordi de ulikt fra de andre er stivhengig. Det betyr at verdien av opsjonen på ethvert tidspunkt avhenger ikke bare av prisen til den underliggende, men også veien den har tatt for å komme dit. Den enkleste måten å verdsette barriere opsjoner er å bruke en statisk replikerende portefølje som kan bli verdsatt med Black-Scholes modellen, men når det er vanskelig å skaffe formler brukes Monte Carlo simuleringer. Mer om dette senere.

Prisen på en opsjon vil typisk være avhengig av fem faktorer, som nevnes nedenfor. Jeg vil se på hva som skjer med prisen når disse forandres ved bruk av *Ceteris Paribus* prinsippet. *Ceteris Paribus* betyr kort og godt “alt annet like” og brukes som et hjelpemiddel til å forenkle virkeligheten slik at man kan konsentrere seg om sammenhengene man er interessert i. Det å holde resten av parameterne konstant enn den vi analyserer er også en forutsetning for å gjennomføre sensitivitetsanalysen senere.

#### **Prisen på den underliggende**

Prisen på den underliggende er i dette tilfellet aksjeprisen. Holdes alt annet likt vil en økning i aksjeprisen gjøre en kjøpsopsjon dyrere, altså mer verdt. For en salgsopsjon vil en økning i aksjeprisen gjøre opsjonen billigere og mindre verdt.

#### **Utøvelsesprisen**

En økning i utøvelsesprisen vil føre til at en kjøpsopsjon blir billigere, da man vil redusere den potensielle gevinsten man kan få fra differansen mellom prisen på aksjen og utøvelsesprisen.

#### **Tid til forfall**

Opsjoner blir dyrere jo lengre løpetiden er. Det er større usikkerhet knyttet til det å ha lengre

kontrakter, og sannsynligheten for at den underliggende stiger mer enn forutsatt øker, dermed stiger opsjonsprisen.

Utbytte spiller derimot også inn her. Er det forventet en utbetaling av utbytte innen kort tid så vil dette føre til at aksjeprisen faller, og en kjøpsopsjon med kortere tid til forfall vil kunne være mer verdt enn den med lang tid til forfall.

### **Volatilitet**

Økt volatilitet på den underliggende vil gjøre både kjøps- og salgsoptionspriser dyrere i pris. Dette kommer naturlig nok av den begrensede nedsiden som opsjoner tilbyr. Økt volatilitet øker mulighetene for både ekstreme positive verdier og ekstreme negative verdier, og ved opsjoner gir altså dette en mulighet for større gevinst.

### **Utbytte**

En aksje gir avkastning i form av henholdsvis verdistigning og utbytte/dividende. Det vil si at når man refererer til aksjemarkedets verdistigning skal det egentlig være inkludert både prisstigning og dividende. Derivater som gir rett til avkastning inkludert utbytte vil derfor være tilsvarende dyrere. Man får ikke utbyttene direkte, men i form av en høyere kupong på produktet enn det ellers ville vært.

Den aktuelle indeksen eller prisutviklingen som produktet knyttes til er ofte en ren prisindeks uten utbyttejustering. Dermed blir avkastningen lavere enn om man hadde eid en del av de underliggende aksjene, og prisindeksen vokser typisk langsommere enn en utbyttejustert indeks. Hvis utbyttene er høye, kan forskjellen være relativt stor.

Utbytter senker prisen på aksjen den dagen den er notert ex-dividende. Verdien av en kjøpsopsjon er derfor negativt korrelert med størrelsen på en forventet dividendeutbetaling, og verdien på en salgsoptionspriser er positivt korrelert med størrelsen på en forventet dividendeutbetaling.

Er produktet satt opp slik at den underliggende ses på som en prisindeks må driftraten reduseres med utbytteraten. Dividenden er differansen mellom avkastning ved direkte investering i en aksjeportefølje og investering i en prisindeks.

## **4 Kort om Norsk Hydro**

### **Norsk Hydro under finanskrisen**

Handelsbanken mener Norsk Hydro er et godt eksempel på at finansuroen har smittet over på realøkonomien. Den internasjonale finanskrisen rammet Norsk Hydro hardere enn ventet og framtidsutsiktene i 2008 var ikke lyse, ifølge daværende konsernsjef Eivind Reiten (Dagsavisen, 2008).

Hydros aksjekurs sank som en stein på Oslo Børs, noe som tydelig kan ses i utviklingen de siste åtte årene (figur 3 i kapittel 7.1), etter offentliggjøringen av kvartalsresultatet i tredje kvartal 2008. Ved børs slutt var aksjekursen ned drøyt 12 prosent.

I tillegg til den globale finanskrisen, de globale råvaremarkedene og usikkerheten i sterkt svekket etterspørsel, bidrog også høye energipriser, samt lavere råvarepriser til å svekke aluminiumsgiganten. En noe styrket dollarkurs og billigere fraktkostnader utjevnet midlertidig noe av den negative tendensen.

Optimismen forsvant derimot ikke. Selskapets solide økonomiske posisjon og gode driftsresultater ble sett på som enda mer verdifulle under de vanskelige omstendigheter, og Reiten påsto det gjorde det mulig for Norsk Hydro å kunne utnytte vekstmuligheter som måtte oppstå. Dette klarte de og som grafen viser er Norsk Hydro på god vei oppover igjen.

### **Norsk Hydros posisjon i dag**

Hydros historie er en reise i utvikling – en reise gjennom mer enn et århundre, gjennom flere typer industri og flere kontinenter. Industrigiganten Hydro ble grunnlagt 2. desember 1905 (Bryhn, 2009), og etter turbulente krigsår gjennom tidene gikk Hydro i gang med et offensivt gjenoppbyggingsprogram. Gradvis utviklet selskapet seg til et moderne industrielt konglomerat, med virksomheter innenfor plast, olje og gass og lettmetaller. På 1970-tallet begynte Hydro også å ekspandere internasjonalt og på 1980-tallet ble selskapets aluminiumvirksomhet og aktiviteter innenfor olje- og gassutvinning ytterligere utvidet.

Flere krevende forandringer skulle oppstå. I 2004 ble gjødsel- og industrigassvirksomheten skilt ut som et eget selskap og børsnotert under navnet Yara International ASA. Sirkelen ble sluttet i 2007, da Hydro tok et av de modigste grepene i sin restrukturering; innfusjonering av

olje- og gassvirksomheten i Statoil som i den forbindelse skiftet navn til StatoilHydro 1. oktober 2007. Noen år senere ble omfattende aktiviteter overtatt i Brasil innenfor bauxittutvinning og aluminaraffinering. Ringen var sluttet, Hydro var sterkt til stede gjennom hele verdikjeden for aluminium.

Tilbake står det nye Norsk Hydro ASA: et globalt, integrert aluminiumselskap. Gjennom det hele har tre kjennetegn forblitt uforandret: entreprenørskap, innovasjon og en bevisst forvaltning av bærende verdier. Disse trekkene ligger til grunn for dagens Hydro som nå er det fjerde største aluminiumselskapet i verden.

Om lag to tredeler av eierinteressene i Norsk Hydro er på norske hender. Den norske stats eierandel utgjør 43,8 prosent. Hovedkontoret ligger på Vækerø i Oslo, med Svein Richard Brandtzæg som konsernsjef. Selskapet har 23 000 medarbeidere i mer enn 40 land, og driver virksomhet på alle kontinenter.

Norsk Hydro inngikk i april 2010 en intensjonsavtale om å overta Vales aluminiumvirksomhet for 30 milliarder kroner. Transaksjonen vil gi Hydro full kontroll over og eierskap til Paragominas, 91 prosent i verdens største aluminaraffineri Alunorte, 51 prosent i aluminiumverket Albras og 81 prosent i aluminaraffineriprojektet CAP.

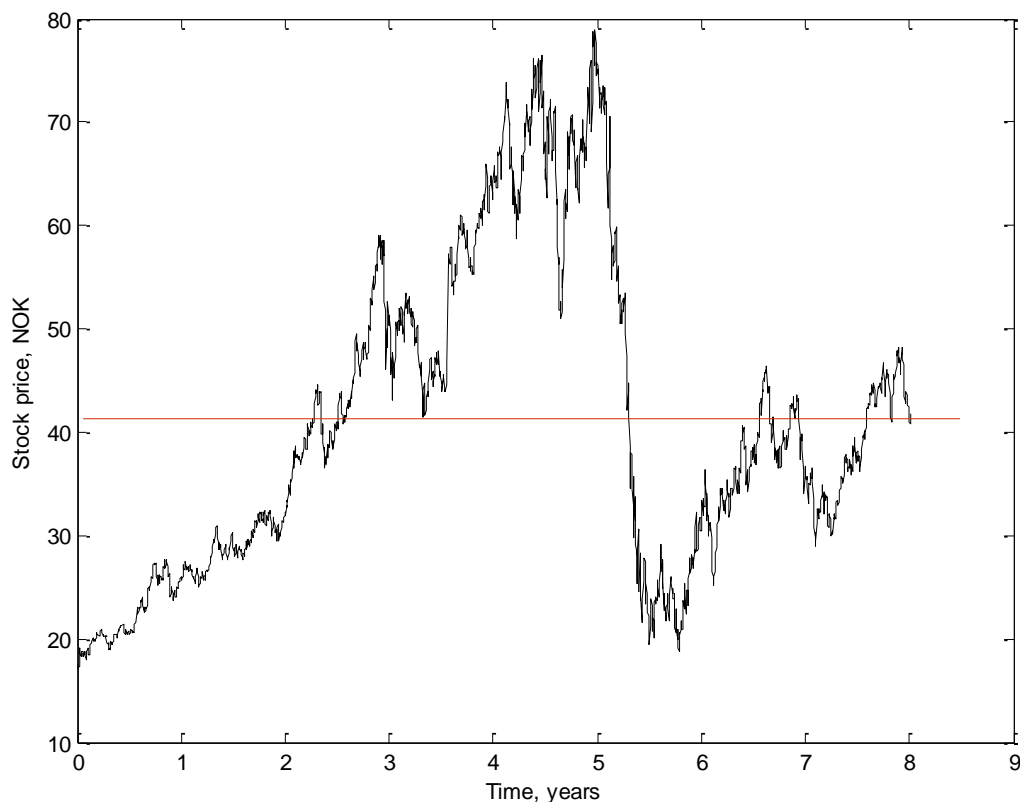
## 5 Teoretisk rammeverk

For å kunne verdsette og analysere produktet trengs det et teoretisk rammeverk med den nødvendige teoridelen for å forstå bakgrunnen og se sammenhenger. Rammeverket er delt inn i to deler:

Først vil jeg komme nærmere inn på volatilitet og forventet avkastning til aksjen (driften). Deretter ta for meg aksjekursen bevegelse og metoder for verdsettelse.

### 5.1 Volatilitet

Volatilitet refererer til kurssvingningene i markedene. En aksje kan for eksempel stige 5 % en uke for deretter å falle tilsvarende neste uke. Hvor mye aksjen svinger i kurs, uttrykkes i volatilitet. Grafen konstruert i matlab (vedlegg 1) viser hvordan kurssvingningene har vært de åtte siste årene for Norsk Hydro med forutsetning av at aksjekursen følger en log normal prosess:



**Figur 3 Norsk Hydros aksjekurs siste åtte år**

Grafen viser store svingninger. Spesielt er nedgangen for tre år siden under finanskrisen.

Det finnes i hovedsak to typer volatilitet: historisk og implisitt.

*Implisitt* volatilitet reflekterer forventede svingninger i de markedene det investeres i. Dette estimatet kan for eksempel beregnes ut fra noterte opsjoner.

*Historisk* volatilitet måler svingningene som har vært, og ut i fra dette beregnes det et estimat som kan brukes for fremtiden. Som investor kan det være interessant å vite hvilke markeder som typisk svinger mer enn andre. Ved å investere i markeder med høy volatilitet tar investoren større risiko og bør derfor i utgangspunktet ha et lengre investeringsperspektiv.

Volatilitet ses på standardavvik og estimeres fra historiske data til aksjen tilsvarende løpetiden til produktet som er tre år. Aksjeprisen gjøres om til daglig logaritmisk avkastning for å kunne beregne volatiliteten.

En av forutsetningene (en begrensning) til Black-Scholes opsjonsprisindemodell er at den forutsetter at volatiliteten holder seg konstant over perioden opsjonen eksisterer. Det vil derfor være mulig å estimere variansen ut i fra tidligere avkastningstall ved hjelp av denne formelen:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})^2$$

hvor  $r$  er avkastningen den aktuelle dagen, og  $\bar{r}$  er gjennomsnittsavkastningen.

Når  $T$  er tilstrekkelig stor, for eksempel åtte år med daglig avkastninger, vil dette estimatet tilsvare den absolutte volatiliteten ut i fra avkastningen, som igjen kan bli sett på som et mål for den langsiktige variansen.

Dette er metoden som vil bli brukt senere i oppgaven. Hvorvidt det er den beste metoden er vanskelig å si siden den varierer over tid. I gjennomsnitt vil den tidsvarierende variansen være lik den langsiktige, men estimatet på en spesiell dag vil enten være for høyt eller for lavt. Dette får størst påvirkning når det estimeres opsjoner med svært kort levetid etter observasjonene. Opsjoner med lengre levetid vil ha en volatilitet som konvergerer mot den langsiktige.

## 5.2 Forventet avkastning til aksjer - Kapitalverdimodellen

Forventet avkastningsfordeling til produktet vil være avhengig av hvilken forventet

avkastning som knytter seg til den underliggende aksjen. Driftsledet i aksjeprisprosessen blir nå  $(r + \lambda - \delta)$ , hvor  $\lambda$  er definert som den historiske risikopremien og  $\delta$  er dividenderaten.

Kapitalverdimodellen (CAPM) forteller at forventet avkastning til en aksje  $E(R_j)$  består av *risikofri rente*  $r_f$  pluss en risikopremie. *Risikopremien* består av markedets meravkastning, og for en bestemt aksje kan den uttrykkes som markedets avkastning  $E(R_M)$  fratrukket risikofri rente, og deretter multiplisert med en selskapsspesifikk risikofaktor som vanligvis kalles aksjens *betaverdi*  $\beta$ . Formelen for kapitalverdimodellen er:

$$E(R_j) = r_f + \beta [E(R_M) - r_f]$$

Betaverdien er definert som:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(R_j, R_M)}{\text{Var}(R_M)}$$

Betaverdien bestemmes av variansen (risikoen) til markedsavkastningen og kovariansen (samvariasjonen) mellom aksjens avkastning og markedets avkastning. Hvis for eksempel avkastningen til en aksje har null samvariasjon med markedsavkastningen, vil dette gi en betaverdi lik null. Forventet avkastning vil da være lik risikofri rente. Men det betyr ikke at en aksje med betaverdi null har null risiko, slik tilfellet er for en risikofri plassering. Det betyr bare at aksjens risiko utelukkende består av usystematisk risiko.

Den usystematiske risikoen, som er diversifiserbar kalles også bedriftsspesifikk risiko. Den gir ingen betaling i form av høyere forventet avkastning. Etter kapitalverdimodellen er satt opp på regresjonsform så kommer en nærmere forklaring på forskjell mellom systematisk og usystematisk risiko for enkeltaksjer.

Anta at man observerer avkastningen på en aksje og avkastningen på totalmarkedet i  $n$  perioder. Da har man kapitalverdimodellen på regresjonsform som:

$$R_{jt} - r_{ft} = \alpha_j + \beta_j (R_{Mt} - r_{ft}) + \varepsilon_{jt}$$

hvor  $R_{jt}$  og  $R_{Mt}$  er avkastningen for henholdsvis enkeltaksjen og markedet i perioden  $t$ . Avkastningen på en risikofri plassering i samme periode er  $r_{ft}$ , mens  $\varepsilon_{jt}$  er regresjonens



feilledd. Man antar vanligvis at feilleddet er uavhengig og identisk fordelt over tid med forventning null. Gitt disse antakelsene som Boye og Koekebakker (2006) kan vi estimere  $\alpha_j$  og  $\beta_j$  ved vanlig lineær regresjon (OLS).

Ifølge kapitalverdimodellen skal vi ha  $\alpha = 0$ . Dersom  $\alpha > 0$ , betyr dette at aksjen gir systematisk høyere avkastning enn det kapitalverdimodellen predikerer. Aksjen er underpriset. Motsatt hvis  $\alpha < 0$ .

Totalvariansen til aksjens (mer-) avkastning kan deles i systematisk eller usystematisk risiko. Den usystematiske risikoen fanges opp i feilleddet til regresjonen. Den systematiske risikoen skyldes variasjoner i avkastningen til markedet. Dekomponeringen i systematisk og usystematisk varians kan vi gjøre ved å regne ut variansen på begge sider av regresjonsligningen:

Andel systematisk risiko (markedsrisiko):	$\beta_j^2 \text{Var}(R_{Mt} - r_{ft})$
+Andel usystematisk risiko (forretningsrisiko):	$\text{Var}(\epsilon_{jt})$
=Total varians til aksjens (mer-) avkastning:	$\text{Var}(R_{jt} - r_{ft})$

For utfyllende utledninger se Boye og Koekebakker (2006).

Når man kjører regresjoner, er man vanligvis interessert i hvor mye forklaringsvariablene er i stand til å forklare av variasjonen i den eksogene variabelen. *Forklaringsgraden* kalles ofte  $R^2$  og oppgis som en prosentstast. I regresjoner av typen som er beskrevet i ligning her, tilsvarer  $R^2$  altså den bedriftsrelaterte risikoen til aksjen.

### 5.3 Aksjekursens bevegelse og Monte Carlo simulering

Forståelse for aksjekursens bevegelse er grunnleggende for å prise en opsjon. Som forklart tidligere beveger aksjekursene seg opp og ned på en tilfeldig og usystematisk måte. En variabel som forandrer seg tilfeldig og på en usystematisk måte gjør at vi modellerer kursen som en *stokastisk prosess*. En Markov prosess er en spesiell type stokastiske prosess der kun dagens verdi på variabelen har betydning for den fremtidige verdien. Hvis aksjepriser kan modelleres som Markov prosesser, har den historiske prisutviklingen ingen betydning for hvordan den fremtidige prisen vil utvikle seg. Markov egenskapen er konsistent med en svak

form for markedseffisiens. Dette betyr at all offentlig tilgjengelig informasjon er tatt hensyn til i dagens aksjepris. En del empiriske studier blant annet Fama (1965) tyder på at velutviklede finansmarkeder i utgangspunktet har en svak form for effesiens. Dette er en vanlig forutsetning for å estimere verdier til aksjeprisen. Mange lærebøker inneholder teori angående prising av opsjon, jeg velger og baserer oppgaven på den oversiktlige fremstillingen til Clewlow (1998).

Økonomer søkte lenge etter en enklere og mer praktisk modell for det finansielle markedet som kunne prise opsjoner før Black og Scholes og Merton utledet formelen for verdien av en kjøpsopsjon som ble lansert i 1973 (Reppen; 2006). I 1997 fikk de gjenlevende Scholes og Merton i tillegg Nobelprisen for denne (Bodie; 2009).

Dette ble en banebrytende formel for opsjonsprising som fortsatt brukes i dag. Modellen priser en vanlig europeisk kjøpsopsjon som bruker aksjepris, innløsningspris, risikofri rente, tid til forfall og standardavvik av aksjeavkastningen.

Black-Scholes gjennombruddet består i at tiden deles opp i en rekke, korte underperioder, og aksjekursene kan dermed endres kontinuerlig.

Forutsetninger for Black-Scholes (BS) er viktige for opsjonsprising:

- Kontinuerlig handel, aksjekurser endres kontinuerlig – det er ingen “sprang”
- Volatiliteten  $\sigma$  til aksjeprisen er konstant i opsjonens løpetid
- Den risikofrie renten  $r$  er konstant og investorer kan låne eller plassere til risikofri rente
- Aksjekurser følger en log normal prosess hvor driften  $\mu$  er konstant
- Det er ingen transaksjonskostnader eller skatter
- Opsjonen kan bare utøves på forfallstidspunktet (europeisk)
- Aksjen utbetaler ikke dividende
- Der er ingen arbitrasjemuligheter
- Aksjeprisen følger den geometriske Brownian bevegelse

Disse forutsetningene er grunnlag for utledning av hvordan produktet i oppgaven skal prises og nedenfor forklares enkelte forutsetninger.

### 5.3.1 Wiener prosessen

En Wiener prosess er en spesiell type Markov prosess. Kun dagens verdi har betydning, og siden historiske verdier ikke er av betydning har den en forventet endring på null og standardavvik på en. En variabel  $z$  følger en Wienerprosess dersom den har disse egenskaper:

- $\Delta z = \varepsilon\sqrt{\Delta t}$  – hvor  $\varepsilon$  er normalfordelt med drift null og varians.
- Verdier av  $\Delta z$  for to ulike tidsintervall, som ikke overlapper hverandre, er uavhengige.

$\Delta z$  viser endringen i  $z$  over endringen i tiden  $t$ .

Endring fra 0 til  $T$  vil være gitt ved summen av endringene fra hvert tidsintervall  $\Delta t$ .

$$Z(T) - Z(0) = \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \sqrt{\Delta t}$$

hvor  $N$  er antall tidsintervaller med lengde  $\Delta t$  og  $\varepsilon_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ). representerer en standard normalfordeling.

Problemet med en standard Wienerprosess er at den har en forventet trend på null. Dersom alle aksjer hadde en forventet avkastning på null, er det ingen grunn til å kjøpe aksjer.

*Geometrisk Brownsk bevegelse* som beskriver støyleddet i en stokastisk prosess for en aksje har følgende stokastisk differensial ligning for prosessen i kontinuerlig tid:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \tag{1}$$

hvor driften  $\mu$  og volatiliteten  $\sigma$  til aksjen  $S$  er kjente konstanter,  $dS$  representerer forandringen i aksjeprisen over et lite tidsintervall  $dt$ , og  $dz$  er forandringen i støyleddet –  $z$  er en tilfeldig variabel som er denne såkalte Wienerprosessen. Variablene er forventet å svinge rundt driften, og det vil være større svingninger jo høyere støyleddet, som er det siste leddet, er. Det utgjør altså en viss verdi som påvirker utfallet av hva fremtidig aksjepris blir.

Dividerer med  $S$  får man den prosentvise avkastningen i perioden  $dt$ :

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz \tag{2}$$

Kvaliteten på simuleringene vil øke ved å øke antall observasjoner. En økning i antall observasjoner kan tolkes som at endringene i underliggende bevegelse skjer oftere. Man får ulike bevegelser ved å gjøre simuleringen flere ganger.

En wienerprosess trenger ikke å ha forventning lik null. Ved å ta hensyn til en positiv forventet drift rate kan vi lage en modell som stemmer bedre med aksjekursens utvikling.

Den generaliserte Wienerprosessen forventes å svinge rundt driftsleddet, mens en standard Wienerprosess forventes å svinge rundt startverdien til prosessen. Den har likevel en betydelig mangel. Aksjekursene kan bli negative, og dette er i strid med at aksjonærer har begrensede forpliktelser. En aksje kan ikke bli mindre verdt enn null. Løsningen er da å benytte en prisprosess der driften og volatilitet er proporsjonal med aksjekursen som vist i (1).

Ligning (1) og (2) er eksempel på en Itô prosess som er en form for den generaliserte Wienerprosessen. Generelt kan den stokastiske differensielle ligning som avhenger av aksjeprisen  $S$  og tiden  $t$  skrives som:

$$dS = \mu(S, t)dt + \sigma(S, t)dz \quad (3)$$

En stokastisk prosess som har disse egenskapene finner man ofte i ulike lærebøker omtalt som en Markov prosess. Mange modeller for oppførselen til aksjepriser antar at fremtidige aksjepriser avhenger kun av nåverdien og ikke stien for å komme dit. Denne antakelsen ses på som svak form for marked effisiens (Hull, 2006).

Fra denne forutsetningen om hvordan aksjepriser beveger seg kan man utlede den stokastiske prosessen i kombinasjon med derivater som har aksjen som underliggende.

Et verdipapir med verdi  $C$  ( $C$  var litt dårlig valg av bokstav da det normalt sett står for call, men det er ikke tilfelle her) som  $r$  som avhenger av aksjeprisen  $S$  og tiden  $t$  skrives som en slik funksjon  $C(t, S)$ . For å kunne arbeide videre med tilfeldige variabler og funksjoner av tilfeldige variabler trenger man å bruke stokastisk kalkulasjon. Et av de viktigste resultatene ved stokastisk kalkulasjon er *Itô lemma*. *Itô lemma* redegjør for hvordan man skal prise stokastiske prosesser med stokastiske variabler:

$$dG = \left( \frac{\partial C}{\partial S} \mu + \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \sigma^2 \right) dt + \frac{\partial C}{\partial S} \sigma dz \quad (4)$$

G følger en en Wienerprosess med driftrate  $\left( \frac{\partial C}{\partial S} \mu + \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \sigma^2 \right)$  og varians  $\frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \sigma^2$ .

For eksempel hvis S følger prosessen i ligning (1) kommer C av:

$$dC = \left( \frac{\partial C}{\partial S} \mu S + \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \left( \frac{\partial C}{\partial S} \sigma S \right) dz \quad (5)$$

Ved å definere  $C = \ln S$  blir:  $\frac{\partial C}{\partial S} = \frac{1}{S}$ ,  $\frac{\partial^2 C}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}$  og  $\frac{\partial C}{\partial t} = 0$ .

$$\text{Innsetting i (5) gir } dG = d(\ln S) = \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz. \quad (6)$$

$\mu$  og  $\sigma$  er tidligere definert som konstanter og dermed følger logaritmen til aksjekursen en generalisert Wienerprosess med uttrykk for drift  $\left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right)$  og varians  $\sigma^2$ . Den logaritmiske avkastningen til aksjeprisen  $(\ln S_t)$  vil da være normalfordelt med forventning  $\ln S_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t$  og standardavvik  $\sigma \sqrt{t}$ .

Ved å løse ligning (6) for S gis:

$$S_t = S_0 e^{\left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz} \quad (7)$$

Denne kan brukes til å estimere aksjekursen ved tidspunkt t. Aksjekursen er en funksjon av dagens kurs, forventet avkastning og et tilfeldig tall fra normalfordelingen.

### 5.3.2 Black Scholes partiell differensiell ligning

På samme måte som i (1) har prosessen for C to komponenter som kan bli tolket som drift og volatilitet. Begrepet drift er deterministisk. Det viktigste poenget ut i fra ligning (5) er at kilden til tilfeldighet,  $dz$ , er akkurat den samme som den i aksjeprisprosessen. Siden både aksjen og derivatet har samme kilde av usikkerhet, så er det mulig å kombinere disse to i en portefølje på en slik måte at usikkerheten kan elimineres. Derav resultatet om risikonøytral.

For og vise dette kan man tenker seg en portefølje  $P$  som inneholder en kort (salgs) posisjon i en opsjon og en lang (kjøps) posisjon av  $\Delta$ enheter i den underliggende. Verdien av porteføljen blir dermed:

$$P = -C + \Delta S \quad (8)$$

Verdien av porteføljen forandres ettersom verdien av opsjonen og aksjeverdien endres. Forandringen i porteføljeværdien over tid  $dt$  skrives som:

$$dP = -dC + \Delta dS \quad (9)$$

Hvis man substituerer  $dC$  og  $dS$  med (1) og (5), og setter resultatet av  $\Delta = \frac{\partial C}{\partial S}$  inn, multipliserer ut parentesene får man:

$$\begin{aligned} dP &= -\left(\frac{\partial C}{\partial S}\mu S + \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}\sigma^2 S^2\right)dt - \left(\frac{\partial C}{\partial S}\sigma S\right)dz + \frac{\partial C}{\partial S}(\mu Sdt + \sigma Sdz) \\ dP &= -\frac{\partial C}{\partial S}\mu Sdt - \frac{\partial C}{\partial t}dt - \frac{1}{2}\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}\sigma^2 S^2dt + \frac{\partial C}{\partial S}\mu Sdt - \frac{\partial C}{\partial S}\sigma Sdz + \frac{\partial C}{\partial S}\sigma Sdz \\ dP &= -\left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}\right)dt \end{aligned} \quad (10)$$

Nå kan man se at forandringen av verdien i porteføljen gjennom tiden  $dt$  er uavhengig av  $dz$  som er blitt eliminert bort. Porteføljen er derfor risikofri, og i likevekt må den oppnå risikofri rente som kan vises slik:

$$\frac{dP}{P} = \frac{-\left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}\right)dt}{-C + \frac{\partial C}{\partial S}S} = rdt \quad (11)$$

Når man omrokerer får man den velkjente *Black-Scholes differensial ligningen*:

$$-\left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}\right)dt = r\left(-C + \frac{\partial C}{\partial S}S\right)dt$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + rS \frac{\partial C}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} - rC = 0 \quad (12)$$

Grunnet ingen forutsetninger holder denne formelen for derivater der avkastningen avhenger bare av  $S$  og  $t$ . Denne holder altså for standard kjøpsopsjoner, salgsopsjoner, amerikanske opsjoner og eksotiske opsjoner.

Løser man ligning (12) resulterer dette i den analytiske Black-Scholes formelen for prising av standard europeisk kjøps- og salgsopsjoner.

### 5.3.3 Black-Scholes formelen

Ut i fra forutsetningen om en risikonøytral verden er nåverdien av fremtidig utbetaling gitt ved den forventa verdien av en tilfeldig fremtidig verdi diskontert med den risikofrie renten. Dette leder til den såkalte forventningstilnærmingen for en opsjons verdi (eks kjøpsopsjon) med forutsetningen om konstant risikofri rente:

$$C = e^{-r(T-t)} E_t^* [\max(0, S_T - K)] \quad (13)$$

hvor  $E$  er forventningen ved tidspunkt  $t$ , verdsettelsestidspunktet, med forutsetning om risikonøytral sannsynligheter.

Erstatter man forventningsuttrykket med et integral rundt alle mulige aksjepriser på forfallstidspunktet får man:

$$C = e^{-r(T-t)} \int_0^\infty \max(0, S_T - K) g(S_T) dS_T \quad (14)$$

Hvor  $g(S_T)$  er sannsynlighets tetthetsfunksjon av aksjeprisen ved forfall.

Black-Scholes ligningen for en kjøpsopsjon finnes ved å løse ligning (14) :

$$c = S e^{-\delta(T-t)} N(d_1) - K e^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (15)$$

hvor

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

hvor  $\ln$  er lik den naturlige logaritmen.

Man kan se ut ifra dette at faktorene som påvirker prisen på en kjøpsopsjon er S, K, r,  $\sigma$ , og T.

Sammenhengen er slik:

Når aksjeprisen (S) øker, øker verdien på en kjøpsopsjon. Dette ser man enkelt ut fra (1).

Når innløsningsprisen (K) øker, reduseres verdien på en kjøpsopsjon.

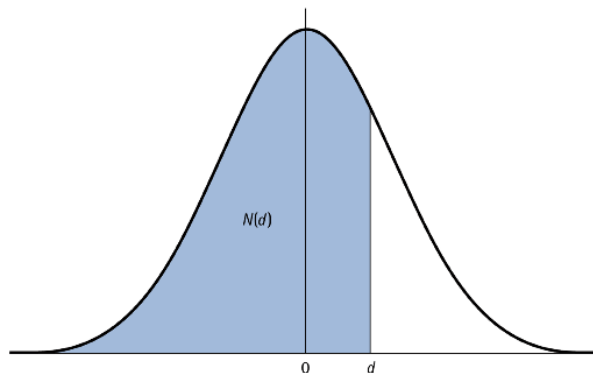
Når volatiliteten ( $\sigma$ ) øker, øker også opsjonsverdien. Grunnen er at sjansen for at aksjeprisen vil være høyere enn innløsningsprisen øker og opsjonen blir mer verdt.

Når risikofri rente (r) øker, øker opsjonsverdien. Risikofri rente har en dobbel effekt. Diskonteringselementet i (1) er med på å redusere opsjonsprisen, men samtidig øker den sannsynligheten for at aksjeprisen vil være høyere enn innløsningsprisen.

Når tiden til forfall (T) øker, øker opsjonsverdien. Grunnen er logisk – Lengre forfall jo mer sannsynligheten for at aksjeprisen er høyere enn innløsningsprisen.

For å få helheten kan man se på formelen for å konstruere den kumulative normalfordelingen:

$$N(d) = \int_{-\infty}^d \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$



**Figur 4 Kumulative normalfordeling**

En kumulativ fordeling er en beskrivelse av sannsynlighetsfordelingen til en reell stokastisk variabel.  $N(d)$  er sannsynligheten for at en standard normalfordelt variable vil være mindre



enn d.

$N(d_1)$  og  $N(d_2)$  går mot en når aksjekursen stiger. Dermed er det økende sannsynlighet for utøvelse av en kjøpsopsjon når aksjekursen stiger, noe som er naturlig.  $N(-d_1)$  og  $N(-d_2)$  går mot null når aksjekursen stiger. Dette betyr økende sannsynlighet for at en salgsopsjon ikke utøves når aksjekursen stiger, noe som også er helt naturlig. Tilsvarende gjelder også motsatt når aksjekursen synker.

Formelen utledet i dette avsnittet er som sagt en modell for å prise kjøpsopsjoner, men vil man finne prisen på en salgsopsjon kan man bruke salg-kjøp-pariteten (put-call-parity).

### Salg-kjøp-paritet

En strategi hvor porteføljen inneholder en kjøpsopsjon og obligasjon må ha samme verdi som en strategi hvor porteføljen inneholder en salgsopsjon og aksje, for å unngå arbitrasjemuligheter. Salg-kjøp-pariteten forteller hvordan denne sammenhengen er mellom en kjøps- og en salgsopsjon og kan utledes fra prisingsformelen for kjøpsopsjon ved å flytte over leddene til en side slik fra (15) får vi:

$$P = Ke^{-r(T-t)} - S + C \quad (16)$$

Setter man inn (15) i (16):  $P = Ke^{-r(T-t)} - S + Se^{-\delta(T-t)}N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$

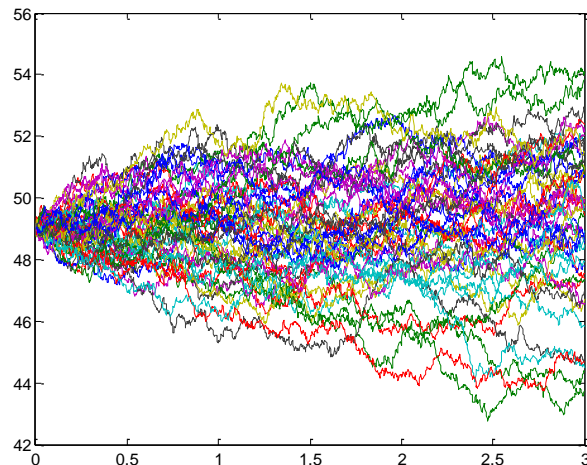
$$P = Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - Se^{-\delta(T-t)}N(-d_1) \quad (17)$$

Ligning (17) gir prisen til en kjøpsopsjon. En viktig regel å huske her er at  $1 - N(y) = N(-y)$ .

### 5.3.4 Monte Carlo simulering

For mer komplekse opsjoner hvor utbetalingen er utfallsavhengig (path dependent), brukes Monte Carlo simuleringer. Monte Carlo simulering fungerer i praksis i to steg, der det første er at en spesifiserer en stokastisk modell for finansielle variabler og prosess parametere. Det andre steget er å simulere fiktive prisbaner for alle variabler som er interessante. Fiktive

prisbaner i Matlab:



**Figur 5 Monte Carlo simulering av fiktive prisbaner**

Diagrammet viser utviklingen i den underliggende aksjen 100 ganger ( $n=100$ ).

Ved hver horisont må en finne full verdsettelse av prosjektet. Disse verdiene blir kombinert til en distribusjon av utfallene. Enklere sagt er Monte Carlo en metode for å finne gjennomsnittet av ulike sluttverdier til underliggende som vi inkorporerer i prisingsformelen.

I en risikonøytral verden er alle de som investerer risikonøytrale og en forventet avkastning på opsjonen er den risikofrie renten fratrukket den kontinuerlige dividende raten  $\delta$ . Dermed kan man bytte ut  $\mu$  i ligning (1) og får da:

$$dS = (r - \delta)Sdt + \sigma Sd\hat{z} \quad (18)$$

hvor  $d\hat{z}$  er en Wienerprosess i den risikonøytrale verden. Ved samme fremgangsmåte som tidligere får man da et uttrykk for aksjekursen helt fri for aksjens forventede avkastning:

$$S_t = S_0 e^{\left(r - \delta - \frac{\sigma^2}{2}\right)dt + \sigma \varepsilon \sqrt{t}} \quad (19)$$

hvor  $\varepsilon$  også er normalfordelt med varians lik 1 og en forventningsverdi lik null.

Med mer komplekse opsjoner, som Monte Carlo simuleringen brukes til, er opsjoner som ikke er tilknyttet eller det er vanskelig å knytte til en spesiell formel – ingen *closed form solution*. Eksotiske opsjoner er et eksempel. Ligning (21), med drift  $\mu$  istedenfor den risikofrie renten  $r$ , kan benyttes til å simulere en prisbane til underliggende over løpetiden og beregne opsjonens

avkastning. Så beregnes opsjonsverdien (21) og til slutt kan den diskonteres ved forfall tilbake til verdsettelsestidspunktet. Ved å gjenta simuleringen mange ganger for å sikre at estimatet vil konvergere mot riktig verdi, og beregne gjennomsnittet av de diskonterte utfallene finner man Monte Carlo estimatet på opsjonsprisen. Sentralgrensesetningen gir informasjon om størrelsen på feilestimatet ved et endelig antall simuleringer. Feilestimatet til Monte Carlo simuleringene er tilnærmet normalfordelt med forventning 0 og standardfeil  $\frac{\sigma_f}{\sqrt{n}}$ , der  $\sigma_f$  er standardavviket til hver enkelt simulering og  $n$  er antall simuleringer. Kvaliteten på estimatet øker derfor med flere simuleringer.

## 6 Analyse av kupongsertifikat Norsk Hydro

### 6.1 Produktbeskrivelse

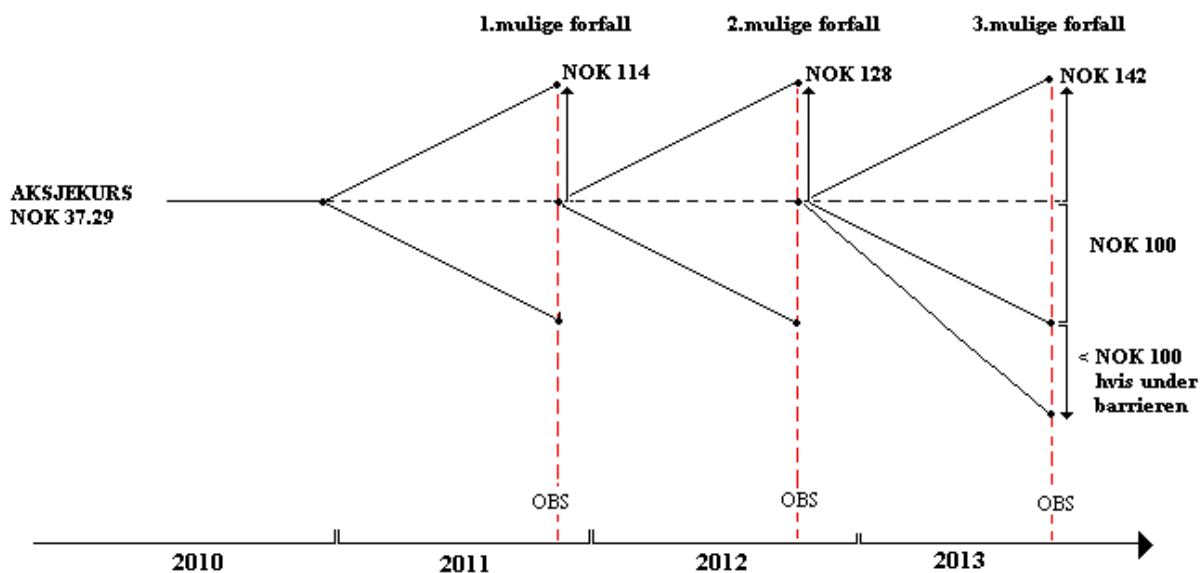
Kupongsertifikat Norsk Hydro er et sammensatt spareprodukt utstedt av den svenske handelsbanken og solgt av Terra her i Norge. Produktet har tre års løpetid, men kan forfalle etter ett og to år hvis kursen på utviklingen på Norsk Hydros aksjekurs overstiger kursen fastsatt på starttidspunktet.

Aksjekursen justeres ikke for utbytter. Forventet avkastning på underliggende aksje er derfor lavere enn om man hadde investert i aksjen direkte. På grunn av dette betraktes verdien som en prisindeks.

Verdipapiret har en kupongutbetaling på 14 %. Dette betyr 14 kr per sertifikat når prisen er 100 kr. Investorene har en minimumstegning på 50 000 kr, det vil totalt si 500 sertifikater. Produktet har også et barrierenivå, hvis kupongsertifikatet løper helt ut, på 70 % av startkurs. Det vil si at man tåler et fall på 30 % før man taper penger og får utbetalt det man investerte fratrukket tegningskostnadene.

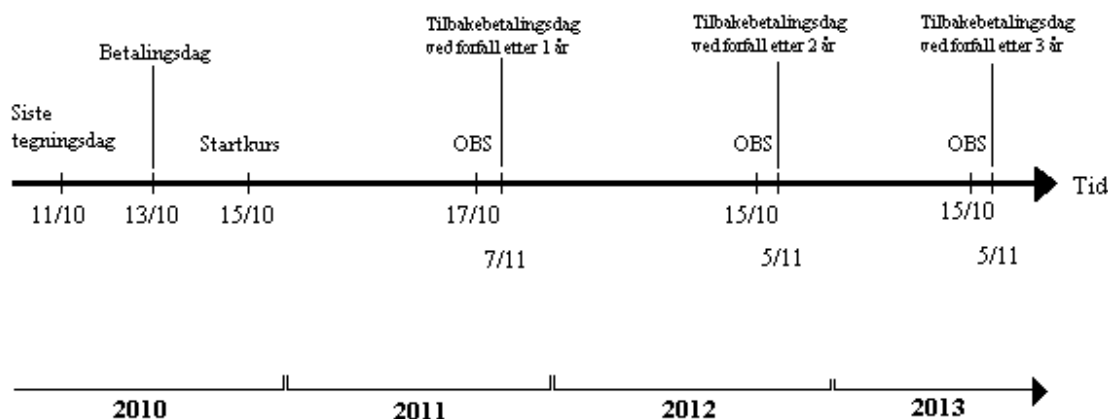
Det vil ikke tilbys lånefinansiering, noe som samsvarer med de nye kravene til Finanstilsynet. Prospektet for produktet inneholder tabeller, men ingen modell som visualiserer produktet. For enklere forståelse har jeg valgt å lage et slags binomisk tre (med tre mulige utfall til slutt). Figur 6 viser produktet i sin helhet og dets utbetalingsmuligheter.

Startkursen 15.oktober 2010 var på NOK 37.29.



Visualisering av produktet hvis man investerer i 1 000 sertifikater for totalt 100 000 kroner.  
Har ikke tatt hensyn til tegningskostnadene her.  
Produktet kan kun forfalle en gang.

Figur 6 Utbetalingsstruktur Kupongsertifikat Norsk Hydro



**Figur 7 Tidsfrister og observasjonsdatoer kupongsertifikat Norsk Hydro**

Ved første observasjonsdato:

- Dersom aksjekursen på Norsk Hydro etter ett år er uendret eller høyere enn startkursen på aksjen, forfaller produktet og NOK 114 per sertifikat utbetales.
- Dersom aksjekursen er lavere enn startkursen løper sertifikatet videre i ytterligere ett år.

Ved andre observasjonsdato:

- Dersom aksjekursen på Norsk Hydro etter to år er uendret eller høyere enn startkursen på aksjen, forfaller produktet og NOK 128 per sertifikat utbetales.
- Dersom aksjekursen er lavere enn startkursen løper sertifikatet videre i ytterligere ett år.

Ved tredje og siste observasjonsdato:

- Dersom aksjekursen på Norsk Hydro etter tre år er uendret eller høyere enn startkursen på aksjen, forfaller produktet og NOK 142 per sertifikat utbetales.
- Dersom aksjekursen er lavere enn startkursen, men høyere enn barrierenivået utbetales 100 kroner per sertifikat.

- Dersom aksjekursen er lik eller lavere enn barrierenivået reduseres det utbetalte beløpet med den faktiske kursnedgangen på Norsk Hydro, målt i prosent.

### **Kostnader**

Tegningsomkostningene er 2 % av investert beløp. Det vil si minstekostnad med tegning blir NOK 51 000. Øvrige kostnader vil tilsvare produktmargin som er inkludert i produktets vilkår. Størrelsen på denne kan variere med forandringer i markedsforutsetningene men estimeres til maksimalt 3 %. Dette tilsvarer 0,98 % årlig på produktets løpetid. Denne marginen vil deles mellom utsteder Handelsbanken og Terra med henholdsvis 15 % og 85 %. Øvrige kostnader skal dekke tilretteleggingen og distribusjonen av produktet samt dekke kostnader for administrasjon, dokumentasjon, lisenser, markedsføring, VPS og omkostninger i forbindelse med sikring av risiko.

### **Break-even nivå**

Dersom aksjekursen på Norsk Hydro på minst en av observasjonsdagene i treårsperioden er høyere eller lik kursen på startdagen vil kupongen på 14 %, 28 %, 42 % utbetales. For at investor skal få tilbake innbetalt beløp må plasseringen oppnå en avkastning lik tegningsprovisjonen på 2 %, det vil si cirka 0,65 % årlig ved tre års løpetid.

## **6.2 Estimering av nødvendige parametere**

Variabler som må estimeres for å kunne verdsette kupongsertifikatet i en risikofri verden i oppgaven er risikofri rente, dividende og volatilitet. Risikofri rente er relativt grei å observere i markedet, så det er ikke så mye teori rundt dette. Volatiliteten derimot er vanskeligere å få fatt på og trenger litt teori og antakelser før man kommer frem til et brukbart estimat. For å kunne finne de ulike sannsynlighetene for avkastning i den virkelige verden på produktet må i tillegg også forventet avkastning på den underliggende estimeres. Først må antall handelsdager i året avklares.

### **Dager og helligdager**

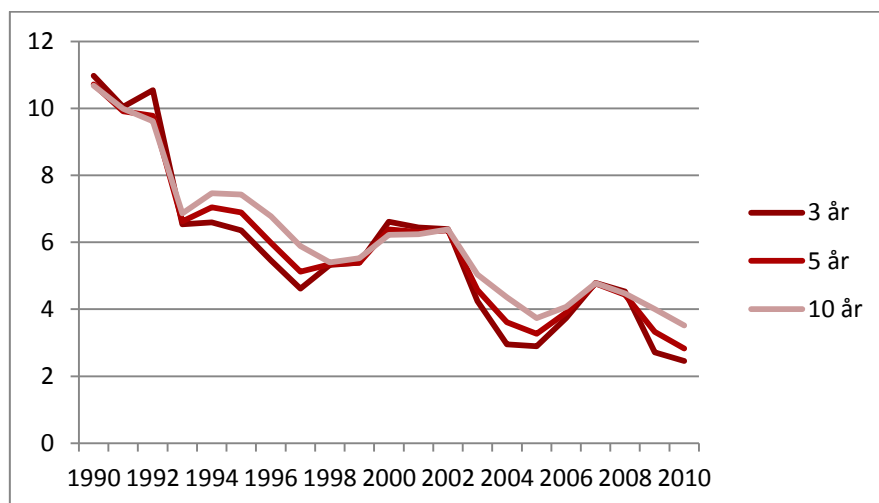
Når man laster ned Norsk Hydros aksjekursen daglig fra Oslo Børs viser Excel at det er 1825 dager i perioden på fem år tilbake i tid. Børsen holder kun åpent 1254 dager i året, og dermed

er de resterende 571 dagene helger og helligdager. Dette gir 150,8 handledager i snitt hvert år, men i mange markeder er det vanlig å regne med 252 handledager per år. Norge har litt flere helligdager enn de fleste andre land og jeg bruker dermed 250 handledager per år som anbefalt i Clewlow & Strickland (2000), i hovedoppgaven til Dobbe & Sismo. (2002).

## Risikofri rente

Siden alle beregninger og betalinger skjer i norske kroner kan den risikofrie renten hentes fra Norges Bank sin hjemmeside under treårig statsobligasjonsrente. Produktet har en maksimal levetid på tre år, men forventet levetid er nødvendigvis ikke det samme. Jeg tror en rente plukket ut på produktets startdato er det nærmeste man kommer den sikre renten. Renten 15. oktober 2010 er fastsatt til 2.29 %.

Når det er sagt så er den effektive renten på statsobligasjoner unormal lav sett i forhold til tidligere år. Figur 8 nedenfor viser hvordan årsgjennomsnittet av daglige noteringer har utviklet seg de siste tyve årene:



**Figur 8** Årsgjennomsnitt treårig statsobligasjonsrente

Renten kan ikke synke så mye mer nå, derfor er det mer naturlig å anta den vil stige, men hvor mye den rekker å stige på en, to eller tre år er usikkert. Renten på 2.29 % videre i analysen.

## Volatilitet

For å måle volatilitet med historiske aksjepriser slik som Handelsbanken har gjort, velger jeg å se på daglige observasjoner for de logaritmiske historiske avkastningene av Norsk Hydro.

Dette gjøres ved å laste ned historiske aksjepriser på Oslo Børs som brukes i Matlab for beregninger (Vedlegg 2). Siden dette er den mest usikre variabelen når man skal analysere produktet har jeg for å få mest mulig korrekt estimat på volatiliteten valgt å sammenligne noen resultater fra de siste fem årene. Ut ifra de tilgjengelige data for Norsk Hydros aksjepriser velger jeg å ta med de siste åtte årene som er data som er tilgjengelig. Innenfor disse vil jeg se på åtte år-, fem år-, tre år-, to år- og ett år tilbake i tid. I tillegg vil jeg se hva volatiliteten var for to år (juni 2006 til juni 2008) før aksjeprisen hadde en drastisk nedgang under finanskrisen. Resultat av estimeringen ble som vist i tabell 1 og figur 9:

**Tabell 1 Historisk volatilitet Norsk Hydro**

Antall år tilbake i tid	Historisk volatilitet
1 år tilbake	31,83 %
2 år tilbake	37,19 %
3 år tilbake	54,67 %
5 år tilbake	49,21 %
8 år tilbake	41,72 %
juni 2006 - juni 2008	38,28 %





**Figur 9 Historisk volatilitet Norsk Hydro**

Ut ifra resultatene kan man se at volatiliteten strekker seg over et intervall fra min 31,83 % til maks 54,67 %. Det er hele 22,84 % i forskjell. Volatiliteten til Norsk Hydro er høy og varierende, noe som også figur 3 i kapittel 5.1 viser tydelig. Foreløpig konklusjon på estimatet er at volatiliteten overstiger 30 %, dette ses ut fra figur 9.

Tre og fem år tilbake inkluderer nedgangen under finanskrisen og det kan dermed stilles spørsmål om disse gir realistiske estimater. Verdiene er svært høye da begge ligger rundt 50 %. Åtte år tilbake inneholder også denne nedgangen, men jevnes ut siden antall år som blir hensyntatt er flere. Kupongsertifikatet Norsk Hydro forfaller om tre år, hvis ikke før, og jeg velger dermed å ta som en forutsetning at det ikke kommer til å skje et slikt fall som startet i siste kvartal i 2008. Man kan selvfølgelig ikke forutse fremtiden, men det er mer realistisk at noe som etterspørsel, en type krise eller pris på råvarer kan påvirke prisen drastisk i det lange løp, ikke på maks tre år.

Det er også mulig å sammenligne hva andre har fått som estimat på Norsk Hydros volatilitet. Ved for eksempel prising av NHY450 (en warrant) ble den implisitte volatiliteten beregnet til 21,22 %, noe som de påsto var alt for lavt. Ved å se på historiske tall fikk de volatilitet på 30 %, noe som nærmer seg mer de estimerte verdiene her.

Som nevnt i teoridelen vil antakeligvis en volatilitet som tar hensyn til like mange år tilbake i tid som levetiden på produktet være et realistisk mål. Forventet levetid er kortere enn maksimalt tre år, som forklares senere, og derfor settes estimatet til 37,19 % som historisk volatilitet tatt i betraktning de to siste årene.

## **Dividende**

Hydros utbyttepolitikk er å opprettholde et gjennomsnittlig utdelingsforhold på 30 prosent av netto inntjening. Tilbakekjøp av aksjer eller ekstraordinære utbytteutbetalinger vil komme i tillegg til ordinært utbytte i perioder med gode resultater, forutsatt at konjunktorene på råvaremarkedet og eventuelle kapitalbehov for framtidig vekst tillater det. Utbetalingen skal reflektere Hydros mål om å gi sine aksjonærer en konkurransedyktig avkastning i forhold til alternative investeringer i sammenliknbare selskaper.

Hydro betaler utbytte i slutten av mai måned, altså en gang i året. For å estimere den konstante utbytteraten tar jeg for meg utbytteutbetaling på deres hjemmeside fra 1994 til 2010 (Se vedlegg 5). Resultat per aksje og utbytte per aksje har blitt omarbeidet for å reflektere aksjesplitten hvor Hydro-aksjen ble delt i fem med effektiv dato 10. mai 2006 for ordinære aksjer.

Regner man gjennomsnittet av utbytteutbetalingene blir dividende raten på 2,11 %. Dette estimatet trengs for å redusere risikofri rente i risikonøytral verdsettelse, og for å redusere forventet avkastning til aksjen i beregninger av sannsynlighetene. Da får man det som kalles *driften*.

## **Forventet avkastning for aksjen**

Forventet avkastning vil jeg i første omgang også se på fra et historisk daglig perspektiv som ved volatiliteten (Se matlabscrip vedlegg 2), deretter bruke andre benchmark.

**Tabell 2 Historisk aksjeavkastning Norsk Hydro**

Antall år tilbake	Historisk avkastning
1 år tilbake	16,35 %
2 år tilbake	37,76 %
3 år tilbake	4,62 %
5 år tilbake	9,15 %
8 år tilbake	21,03 %



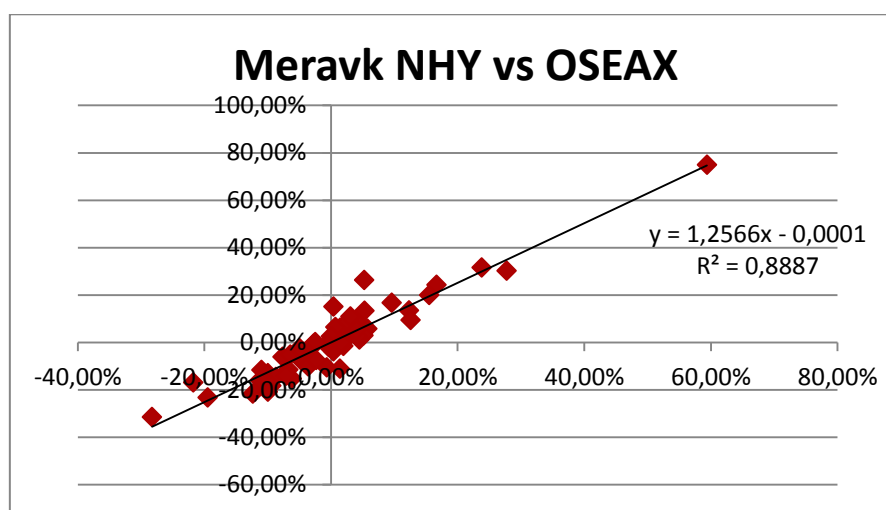
**Figur 10 Historisk aksjeavkastning Norsk Hydro**

Ut ifra resultatene kan en se at avkastningen strekker seg over et intervall fra min 4,62 % til maks 37,76 %. Det er hele 33,14 % forskjell. Det resulterte i høyest avkastning ved å gå to år tilbake. Dette har nok sammenheng med at i dette tidsintervallet fikk med seg den store oppgangen etter finanskrisen med. Her er det ikke lett å trekke noe foreløpig konklusjon på estimatet av forventet avkastningen siden variasjonen i resultatene er såpass store og fremtiden aldri er lik. Foreløpig blir det nesten tilfeldig hva man velger som avkastning for aksjen.

Er forventet avkastning umulig å forutse? Forventet avkastning kan settes teoretisk, empirisk, eller en mellomting av disse. Det kreves enorm lang tid for å få estimert en realistisk forventet avkastning, men for Norsk Hydro fins det kun data fra åtte år tilbake i tid tilgjengelig. Jeg prøver derfor å bruke de *månedlige* observasjonene ved regresjon og kapitalverdimodellen (CAPM). Som nevnt i teorien går denne modellen ut på at investors forventet avkastningskrav kan deles i risikofri rente og risikopremie. I CAPM sammenhengen er det *meravkastningen til en aksje* utover en risikofri plassering som er lineær i *meravkastningen til markedet utover risikofri rente*. Jeg bruker den effektive renten i prisen på statspapirer som risikofri rente (ST1X). OSEAX (Oslo Børs All Share Index) brukes som totalindeksen. Måten å gjøre dette på er:

- 1) Laster ned 5 år med daglige historiske priser fra Oslo Børs
- 2) Plukker ut 60 månedlige observasjoner fra dagligprisene
- 3) Regner ut prosentvis avkastning fra måned til måned. Må huske å gjøre om ST1X fra årlig effektiv rente til månedlig

Resultat blir (Se vedlegg 6 for bakgrunnen for regresjonen):



**Figur 11 Regresjonsanalyse Norsk Hydro**

Figuren viser kombinasjoner av meravkastning på NHY langs y-aksen og avkastning for tilsvarende måned for OSEAX langs x-aksen. Linjen trukket gjennom kalles en regresjonslinje som viser trendlinjen.

Tolkning av resultat:

- $y$  angir månedlig avkastning på NHY,  $x$  er avkastning på totalindeksen på Oslo Børs (OSEAX).
- Stigningstallet til regresjonslinjen er 1,2566. Dette betyr at i gjennomsnitt vil en 1 % månedlig avkastning på OSEAX resultere i en 1,2566 % økning i NHY. Ved en nedgang på 1 % på OSEAX, vil dette i gjennomsnitt resultere i en avkastning på -1,2566 % for NHY. Stigningstallet angir verdien på beta.
- Skjæringspunktet er gitt ved -0,0001. Dette forteller oss at dersom OSEAX opplever en måned med 0 % avkastning vil NHY i gjennomsnitt oppleve en avkastning på -0,01 %. Skjæringspunktet er alfaverdien.
- $R^2$  forteller at 88,87 % av variasjonen i avkastningen til NHY kan forklares med variasjonen i avkastningen til OSEAX. Dette er andelen systematisk risiko.

Avkastning for Norsk Hydro aksje ved CAPM kommer an på avkastningen til markedet. Er den for eksempel på 10 % vil:

$CAPM = \mu = 2,29 \% + 1,12566 * (10 \% - 2,29 \%) = 10,99 \%$ . Mer beregninger på dette området vil jeg ikke gå nærmere inn på da jeg er fornøyd med estimatet gitt ved CAPM nedenfor sett bort fra betaverdien. En alternativ metode hadde vært og for eksempel brukt tre syn: et pessimistisk, et mellom og et optimistisk syn på markedets meravkastning for å se de ulike utfallene. Sensitivitetsanalysen i kapittel 7 ser på dette med forskjellige verdier for forventet avkastning.

Risikopremien defineres i følge Koekebakker og Zakamouline (2006) oftest som forskjellen mellom avkastning i aksjemarkedet og pengemarkedet. Risikopremien er ikke konstant, men har avtatt etter andre verdenskrig som følge av avtakende politisk risiko (fjerning av handelsbarrierer, ingen nye verdenskriger, avblåsning av den kalde krigen etc.). Jeg velger som de å bruke en fremtidig forventet risikopremie på 5.3 % som er et veid gjennomsnitt av ti vesteuropeiske land fra 1900 til 2001 og driften blir på:  $2.29 \% + 5,3 \% = \underline{7,59 \%}$ . Dette er da inkludert dividende. Trekker man fra dividenderaten blir verdien på 5.48 %. Det er dette som er driften i den virkelige verden når sannsynlighetsfordelingen beregnes.

I sensitivitetsanalysen senere vil jeg variere dette estimatet for å se på hvordan det påvirker sannsynlighetsutfallene til produktet.

## Oppsummering av estimater

Tabell 3 Oppsummering av estimater til analysen

Variabel	Estimat
Handledager	250
Til risikonøytral verdsettelse:	
Risikofri rente	2,29 %
Volatilitet	37,19 %
Dividende	2,11 %
I tillegg for å beregne sannsynlighetsfordeling:	
Forventet avkastning på aksjen	7,59 %

### 6.3 Risikonøytral verdsetting

For å verdsette kupongsertifikatet bruker jeg Monte Carlo simuleringer i matlab (vedlegg 3). Bruk av Monte Carlo er et resultat av at produktet ikke kan verdsettes med formler. Måten verdsettelsen skjer på er slik:

- Definerer parameterne
- For å finne de fiktive prisbaner til Norsk Hydro i en *risikonøytral verden* brukes:

$$S_{t+\Delta t} = S_t e^{\left((r-\delta) - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}}$$

Driftraten er nå  $(r-\delta)$ .

- Kalkulerer utbetalingen til produktet
- Finner gjennomsnittet av disse
- Diskonterer disse med risikofri rente

Siden produktet eksisterer i maksimalt tre år, og kun har Norsk Hydro som underliggende blir det gjort tre målinger per sti ( $n = 3$ ). Med 1 500 000 simuleringer finner jeg at verdien per kupongsertifikatet er på NOK 90,20. Med et så stort antall simuleringer som her, skal verdien være tilnærmet lik den reelle rettferdige verdien på produktet.

Tegningskostnadene blir ikke tatt med i denne beregningen siden det er en prosentsats som betales ved avtaleinngåelse med banken uavhengig av prisnivået. Slik jeg ser det passer det bedre å knytte disse opp mot den neddiskonterte risikonøytrale verdien av produktet til slutt.

Kostnaden som Handelsbanken kan ta for produktet blir da den risikofrie verdien inkludert tegningskostnadene:  $90,20 * 1,02 = \underline{\text{NOK } 92,00}$  som da er salgsprisen selger kan ta for produktet.

Med en nåverdi på NOK 90,20 uten hensyntatt tegningskostnader tilsier dette at investor betaler et skjult gebyr på NOK 9,80. For en kunde er det viktig å vite hva en får for det en betaler. I prospektet står det ingenting om grunnlaget for salgsprisen på NOK 100.

Sensitivitetsanalysen vil fremkomme i kapittel 7.1, hvor man varierer de mest usikre inputparametrene i denne risikonøytrale verdsettingen for å se hvordan dette påvirker prisen per kupongsertifikat.

## 6.4 Sannsynlighetsfordeling - forventet avkastning

For å beregne de ulike sannsynlighetene for avkastning brukes også her Monte Carlo simuleringer i Matlab (se vedlegg 4).

Måten verdsettelsen skjer på er slik:

- Definerer parameterne
- For å finne de fiktive prisbaner til Norsk Hydro i den *virkelige verden* må den risikofrie renta erstattes med forventet avkastning til aksjen siden avkastningen til produktet er avhengig av avkastningen knyttet til den underliggende aksje, og dermed brukes nå:

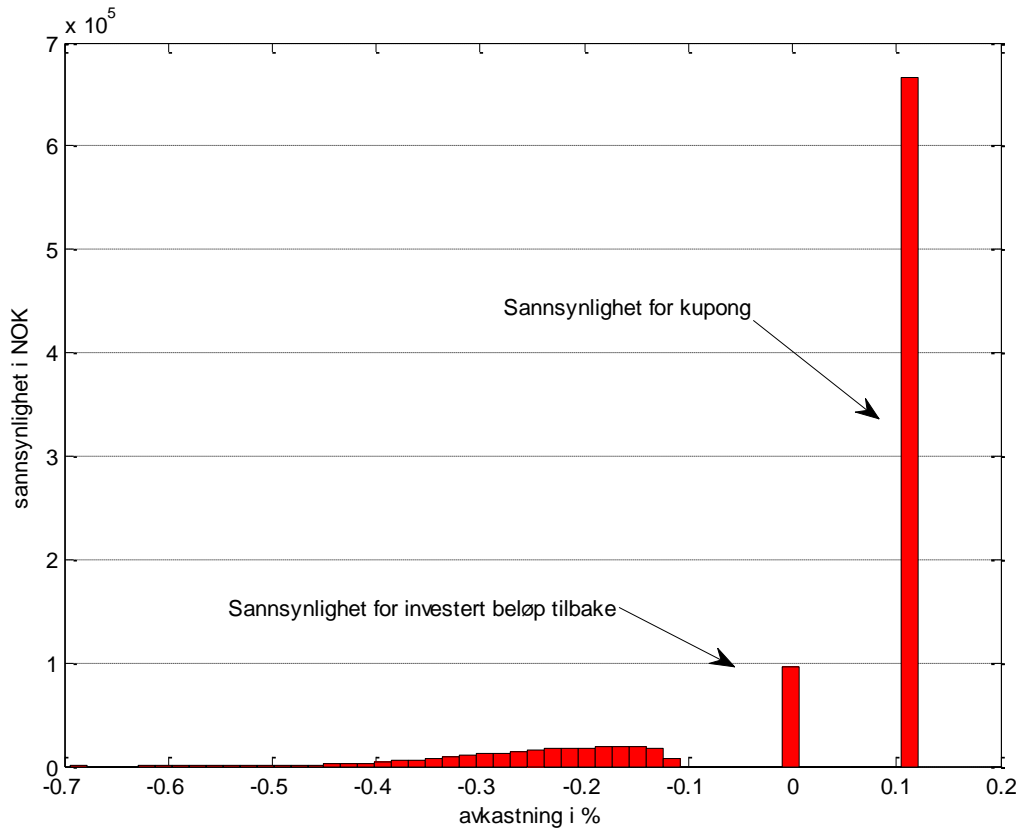
$$S_{t+\Delta t} = S_t e^{\left((\mu-\delta) - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}}$$

Driftraten er nå  $(\mu-\delta)$ .

- Kalkulerer avkastningen til produktet og gjør de om til årlige
- Finner gjennomsnittet av disse
- Beregner sannsynlighetene

## Sannsynlighetsfordeling for avkastning - produktet under ett

Ved årlig avkastning, forutsatt at estimatene på drift og volatilitet er riktige, og ved 1 000 000 simuleringer blir resultatet illustrert slik:



**Figur 12 Sannsynlighet for avkastning kuponsertifikatet - produktet sett under ett**

Diagrammet viser henholdsvis sannsynlighetsfordelingen for kupongutbetaling (søyle helt til høyre), for investert beløp tilbake minus tegningskostnadene (søyle i midten) og sannsynligheten for negativ avkastning (de resterende søylene) sett alle tre årene under ett. Merk at y-aksen kan ses på som 10 % - 80 %. Tegningskostnadene er inkludert her, det ser man for eksempel i søylen som viser sannsynlighet for å få investert beløp tilbake er rett i underkanten av null avkastningen. Grunnen til dette er at man taper tegningskostnadene og får dermed ikke tilbake all investert beløp. Sannsynlighetsfordelingen for avkastning er gitt i tabellen:

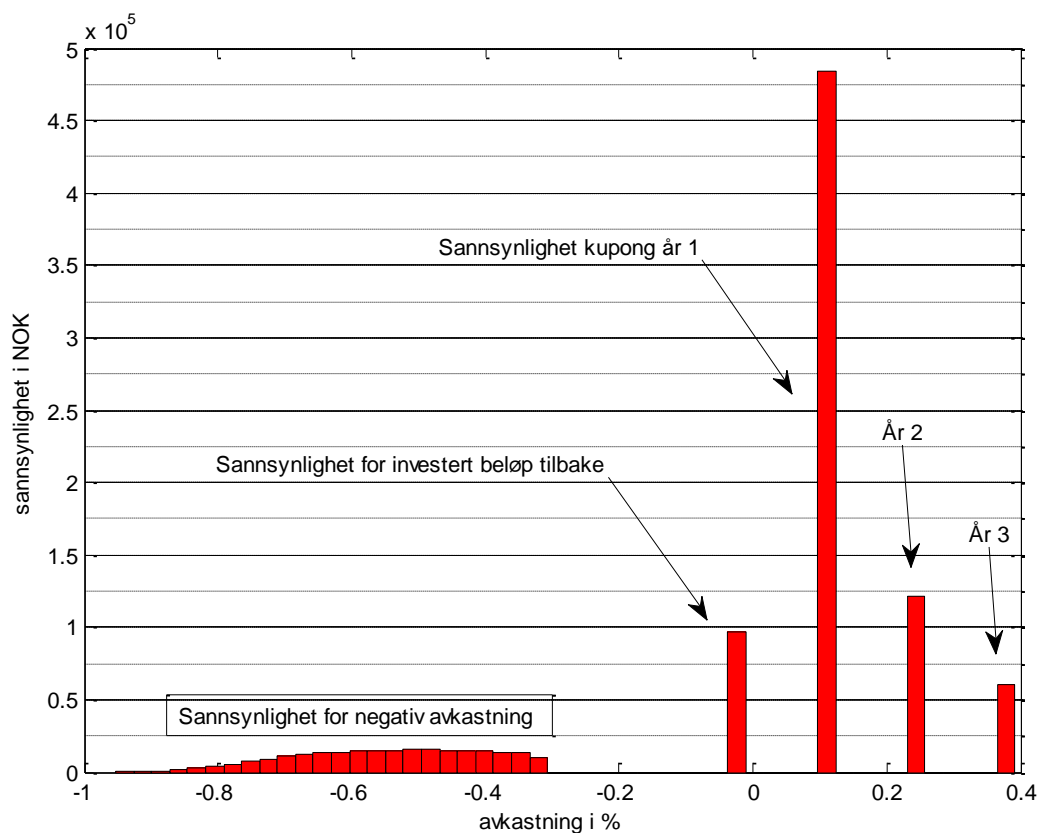


**Tabell 4 Sannsynlighetsfordeling kupongsertifikatet**

	<b>Resultat</b>
Sannsynlighet for kupong (etter ett, to og tre år)	66,61 %
Sannsynlighet for pengene tilbake om tre år	9,64 %
Sannsynlighet for negativ avkastning (-30 % eller dårligere)	23,75 %

Forventet avkastning på produktet etter tegningskostnader ble funnet på 2,19 %.

### Sannsynlighetsfordeling - fordelt

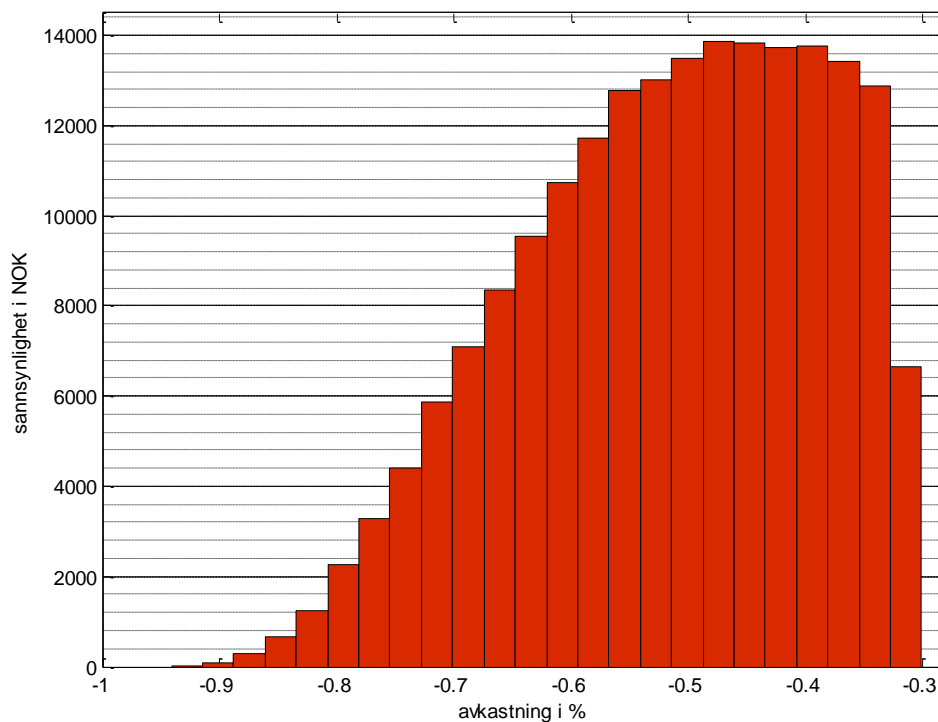


**Tabell 5 Sannsynlighetsfordeling kupongsertifikatet - fordelt**

	<b>Resultat</b>
Kupongutbetaling år 1	48,38 %
Kupongutbetaling år 2	12,12 %
Kupongutbetaling år 3	6,11 %
Ingen kupong	33,39 %

De tre søylene helt til høyre slått sammen er de samme som den ene søylen alene for kupongutbetaling i diagrammet over. Man kan også utifra disse sannsynlighetene beregne forventet løpetid på produktet, noe jeg vil ta for meg i slutten av dette delkapitlet.

Sannsynligheten for negativ avkastning er litt verre å se ut ifra diagrammet da avkastningen ikke er satt til et eksakt beløp. Utbetalingen har som sagt flere utfall grunnet at når aksjeprisen når barrierenivået utbetales det investerte beløpet minus den faktiske kursnedgangen på Norsk Hydro, målt i prosent. Diagrammet under viser et forstørret diagram av intervallet med negativ avkastning:



**Figur 13 sannsynlighet for negativ avkastning**

Eksempelvis hvis man investerer i 1 000 sertifikater for totalt NOK 100 000 og aksjekursen akkurat ligger på barrierenivået på NOK 26,10 utbetales NOK 70 000 kr. Fratrasket tegningskostnaden på NOK 2000 blir utbetalingen 68 000 kr og avkastningen på investert beløp blir da -0,31 %.

Sensitivitetsanalysen for denne analysedelen for de ulike sannsynlighetsutfallene vil fremkomme i kapittel 7.2. Jeg vil variere en og en inputparameter for å se hvordan dette påvirker forventet årlig avkastning på produktet. I tillegg vil jeg forandre estimatene mine for å se

### **Forventet løpetid**

Produktet har som sagt maksimalt tre års løpetid og med sannsynlighetsfordelingen for kupongutbetaling de ulike årene kan man finne forventet løpetid. Kupongutbetaling år 1 og 2 indikerer forfall, mens i år 3 skal produktet forfalle og avsluttes men har her tre mulige utfall.

- År 1: sannsynlighet for forfall = sannsynlighet for kupongutbetaling: 48,38 %
- År 2: sannsynlighet for forfall = sannsynlighet for kupongutbetaling: 12,12 %
- År 3: Produktet må forfalle = sannsynlighet for forfall dette året er kupongutbetalingen + sannsynlighet for pengene tilbake + sannsynlighet for negativavkastning: 39,5 %

Forventet løpetid blir 1,91 år.

$$\text{Forventet verdi} = E[R] = \sum_i p_i R_i$$

hvor  $p$  er sannsynligheten for forfall, og  $R$  er når utfallet vil skje.

### **Oppsummering av verdsettelsen sammenlignet med utsteder**

Handelsbanken som utsteder har også beregnet sannsynligheter for ulike utfall ved hjelp av Monte Carlo simuleringer. Beregningsgrunnlaget for simuleringen er basert på de seneste tilgjengelige markedsdata- og priser. Selv om de har operert med en indikativ kupong på 13 %, mens den faktiske er 14 % er ikke dette av noe særlig betydning for sannsynlighetsfordelingen. For å oppsummere sammenlignes mine resultater med utsteders i denne tabellen:

**Tabell 6 Oppsummering verdsettelse og sannsynlighetsfordelingen**

	Mine estimater	Handelsbankens estimater
Sammenligning simulering:		
Sannsynlighet for kupong (etter ett, to og tre år)	66,61 %	75,20 %
Sannsynlighet for pengene tilbake om tre år	9,64 %	12,80 %
Sannsynlighet for negativ avkastning (-30 % eller dårligere)	23,75 %	12,00 %
Sannsynlighet for kupongutbetaling:		
Kupong år 1	48,38 %	55,00 %
Kupong år 2	12,12 %	13,00 %
Kupong år 3	6,11 %	7,00 %
Ingen kupong	33,39 %	25,00 %
Sum	100,00 %	100,00 %
Forventet årlig avkastning på produktet (inkl. tegningskost.):		
	2,19 %	6,27 %
Sammenligning markedsdata- og priser:		
Risikofri rente	2,29 %	3,00 %
Risikopremie	5,30 %	5,00 %
Pris per sertifikat på produktet uten tegningskostnader		
	NOK 90,20	NOK 100
Pris per sertifikat på produktet med tegningskostnader		
	NOK 92,00	NOK 102

Med første øyekast ser man at samtlige verdier har et utfall som ikke er like optimistisk som utsteders beregninger. Sannsynlighet for kupongutbetaling er hele 8,59 % lavere, sannsynlighet for penger igjen ganske likt, og sannsynlighet for negativ avkastning skiller hele 11,75 %.

Forventet avkastning på produktet er satt til hele 6,27 % av Handelsbanken, noe som er ganske høyt. Det kan stilles spørsmål med hvorfor det avviker såpass mye. Med mine beregninger blir forventet avkastning på produktet kun på 2,19 % og dette er faktisk lavere enn risikofri rente. I sensitivitetsanalysen vil jeg se på hvordan dette avviket endres, spesielt interessant er det å se på endringer når volatiliteten endres. Volatiliteten er som vist her temmelig høy, og den mest usikre inndatavariabelen.

Helt til slutt vil jeg se litt nærmere på sannsynlighetsfordelingen for å se om det ligger noe skjult informasjon som ikke sannsynlighetsberegningene til Handelsbanken sier noe om.

## Detaljert sannsynlighetsfordelingen

Utfall år 1 og 2 er ganske grei, enten stiger kursen i forhold til startkursen, det blir kupongutbetaling og produktet forfaller, eller så lever produktet videre til neste års observasjonsdato hvor samme utfall som år 1 er mulig. Tredje året derimot er litt annerledes.

Tabell 7 Sannsynlighetsfordeling år tre

Utfall år 3	Kupongutbetaling	Penger tilbake	Negativ avkastning	Totalt
Beregnet sannsynlighet	6,11 %	9,64 %	23,75 %	= 39,5 %
Sannsynlighet hvis produktet avsluttes år 3	15,47 %	24,40 %	60,13 %	=100 %

Det er altså en sannsynlighet på 39,5 % for at en person som kjøper kupongsertifikat har dette i tre år. Dette er ikke så mye og det indikerer at forventet løpetid på produktet er som vist mindre enn tre år. Når det er sagt er det allikevel interessant å se på fordelingen av utbetalingene hvis man antar sertifikatet holdes til siste år. Da er det hele 84,53 % sannsynlighet for å få null eller negativ avkastning. Kun 15,47 % sjans for å få kupongutbetaling. Jeg vil ikke ta med dette videre inn i sensitivitetsanalysen som er neste kapittel, men disse tallene kan være interessante for en enkelt småinvestor, og kan gi et mer helhetsbilde på produktet.

## 7 Sensitivitetsanalyse

Sensitivitetsanalyse er en hva-hvis-analyse. Dette verktøyet kartlegger hva som skjer med verdien av produktet hvis noen av estimatene avviker fra de estimerte verdiene. En ulempe med denne sensitivitetsanalysen er at den foregår under Ceteris Paribus prinsippet. Det vil si at man forandrer kun en parameter om gangen mens de andre holdes konstant. I virkeligheten er sannsynligheten stor for at flere variabler avviker samtidig. Sensitivitetsanalysen vil bli gjennomført ved en million simuleringer.

Sensitivitetsanalysen deles inn i to deler. I del 1 ønsker jeg å se på hvordan verdien av produktet forandrer ved å legge vekt på endring i volatilitet og utbytteraten i den risikonøytrale verdsettingen. Del 2 tar for seg de samme variablene i tillegg til endring av avkastningen til Norsk Hydro aksjen. Alle variablene reduseres og økes for å få svar på hvor sensitivt produktet er for uforutsette endringer.

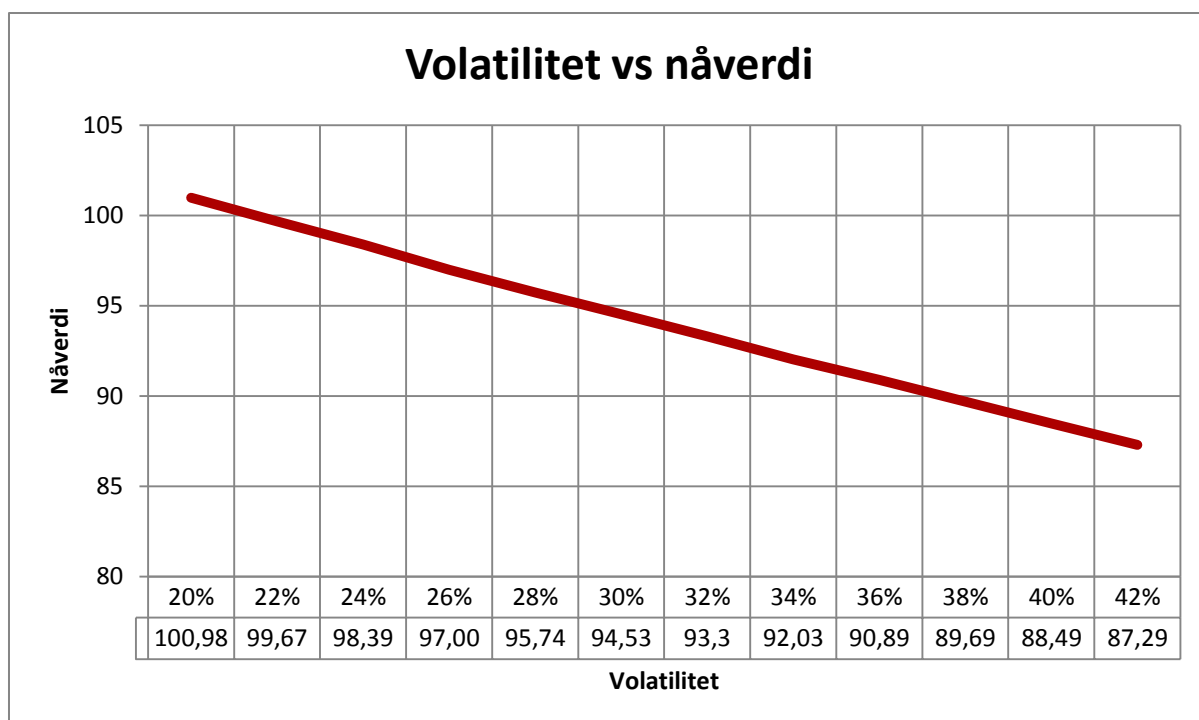
### 7.1 Endring i risikonøytral verdsetting

#### Endring i risikofri rente

Risikofri rente er nok det estimatet som er minst usikkert, derfor vil jeg ikke ta med dette i sensitivitetsanalysen. Sannsynligheten for store forskjeller i den risikofrie renten er ikke stor, endringen blir i så fall en økning, men den rekker nok på kort tid kun å endre seg marginalt på. Det kan allikevel være nyttig å ha i bakhodet at en økning i den risikofrie renten (og dermed diskonteringsrenten) gir lavere verdi på produktet. Det er dette som kalles *renterisiko* – finansielle instrumenter reduseres i verdi på grunn av endringer i markedsrenten.

#### Endring i volatilitet

Av figuren under ser man hvordan endringer i volatilitet, som er den mest usikre parameteren i den risikonøytrale verdsettelsen, endrer verdien av kupongsertifikatet. Det er tydelig at jo høyere volatilitet, jo lavere blir nåverdien på produktet:



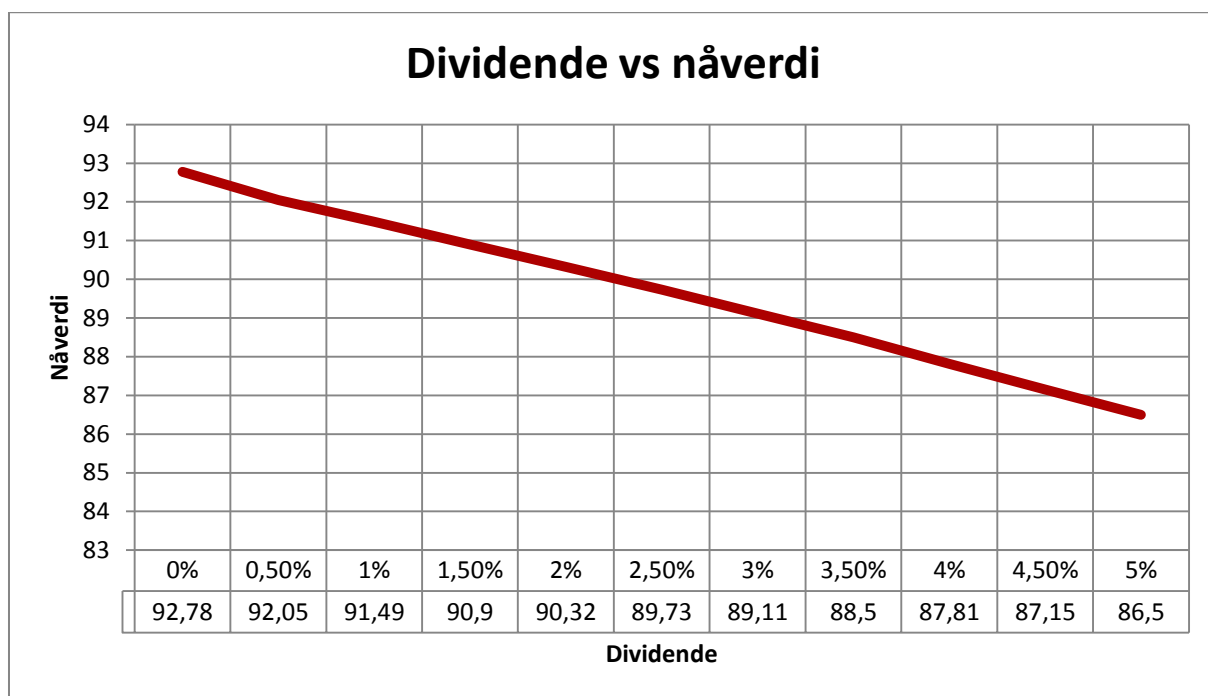
**Figur 14 Sensitivitetsanalyse - volatilitet vs nåverdi**

Nåverdien er beregnet med et volatilitetsintervall fra 20 % til 42 %, grunnet volatilitetsestimater observert i dette intervallet tilknyttet andre produkter. Prisen per sertifikat uten tegningskostnader viser seg å endre seg hele NOK 13,69 fra den ene ytterkanten til den andre.

Hvis en ikke tar hensyn til tegningskostnaden så er salgsprisen per sertifikat som i prospektet korrekt priset hvis volatiliteten er på cirka 22 %. Dette er noe jeg tror er i overkant optimistisk for Norsk Hydro aksjen, men samtidig kan min verdi på 37,19 % være noe høy. Når det er sagt, og man tenker det er vanlige husholdninger/små investorer som slike produkter er rettet mot, så er det naturlige å heller beregne for høy enn for lav volatilitet. Vanlige husholdninger er gjerne *risiko averse*, det vil si de verdsetter høyere å sikre seg mot tap enn å gamble seg til en gevinst, og da er det bedre å ha litt for høy volatilitet som en sikkerhetsmargin.

### **Endring i dividende**

Det siste jeg vil se på i den risikonøytrale verden er hvordan dividenden påvirker nåverdien per sertifikat. Dividenden får verdiene 0 % til 5 % og dette resulterer i fallende nåverdi:



**Figur 15 Sensitivitetsanalyse - dividende vs nåverdi**

Nåverdien endres fra NOK 92,78 til NOK 86,5, dermed ser man at dividende har en del og si på verdien per sertifikat. Hvis salgspriisen i prospektet på NOK 100 hadde vært korrekt priset uten skjulte gebyrer så ser man ut ifra figuren at dividenden ikke alene kan være forklaringen på hvorfor mine beregninger ikke gir samme verdi, siden den uansett ved null dividende ikke vil gi verdien prospektet tilsier.

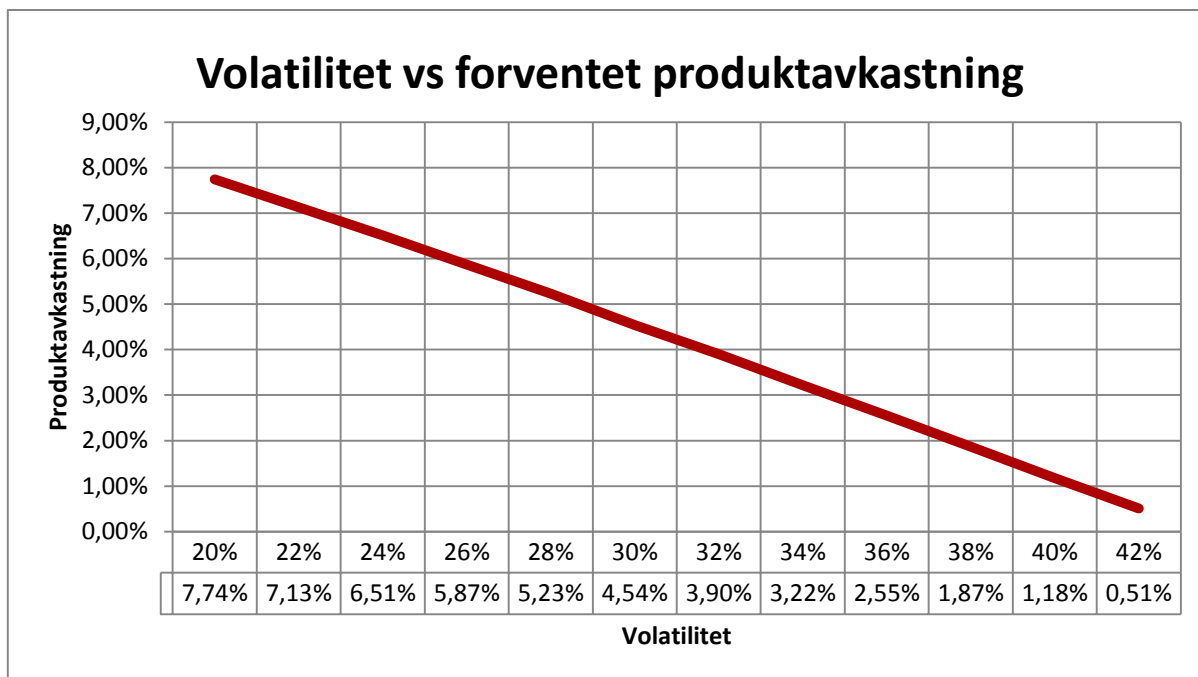
Grunnen til fallende nåverdi er at kupongsertifikatet baserer seg på en prisindeks hvor dividenden reduserer verdien. Hadde investor hatt selve aksjen i stedet for sertifikatet ville ikke en dividendeutbetaling hatt noen påvirkning på selve verdien av investeringen da investoren ville fått et kontantinnskudd på kontoen ved utbytte. Kontantinnskuddet kunne investoren investert i flere aksjer som tilsvarte verdien på dividendeutbetalingen.

## **7.2 Endring i sannsynlighetsfordeling for avkastning**

### **Endring i volatilitet**

Det er av interesse å se hvordan forventet årlig avkastning på produktet påvirkes av de ulike estimerte verdiene i kapittel 8. Aller først tar jeg for meg endring i volatilitet. Intervallet som brukes er det samme som i forrige delkapittel:

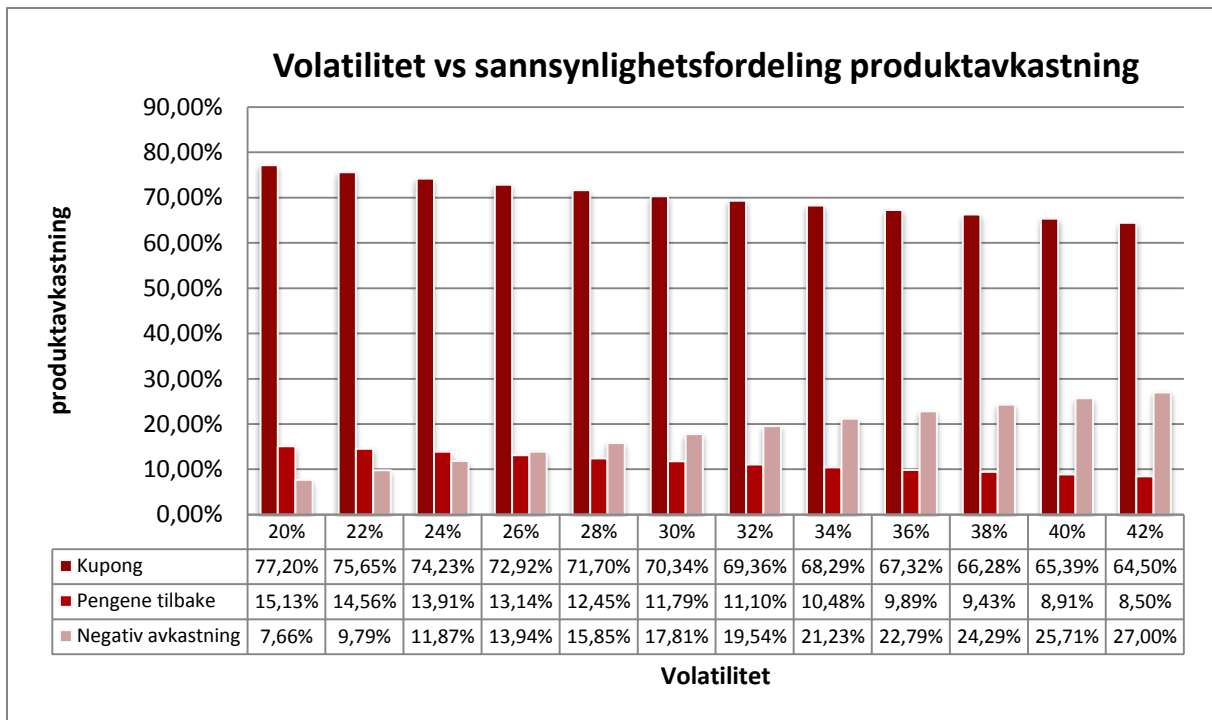




**Figur 16 Sensitivetsanalyse - volatilitet vs produktavkastning**

Resultatet er det samme: jo høyere volatilitet, jo lavere forventet avkastning på produktet. Dette sier imot teorien om opsjonsprisingen i kapittel 5 hvor økt volatilitet gir økt verdi. Grunnen til dette er at oppsiden i kupongsertifikatet er begrenset, men slik er det ikke med nedsiden. Sjansen for å komme under barrierenivået og dermed for å tape penger øker, derfor er grafen synkende.

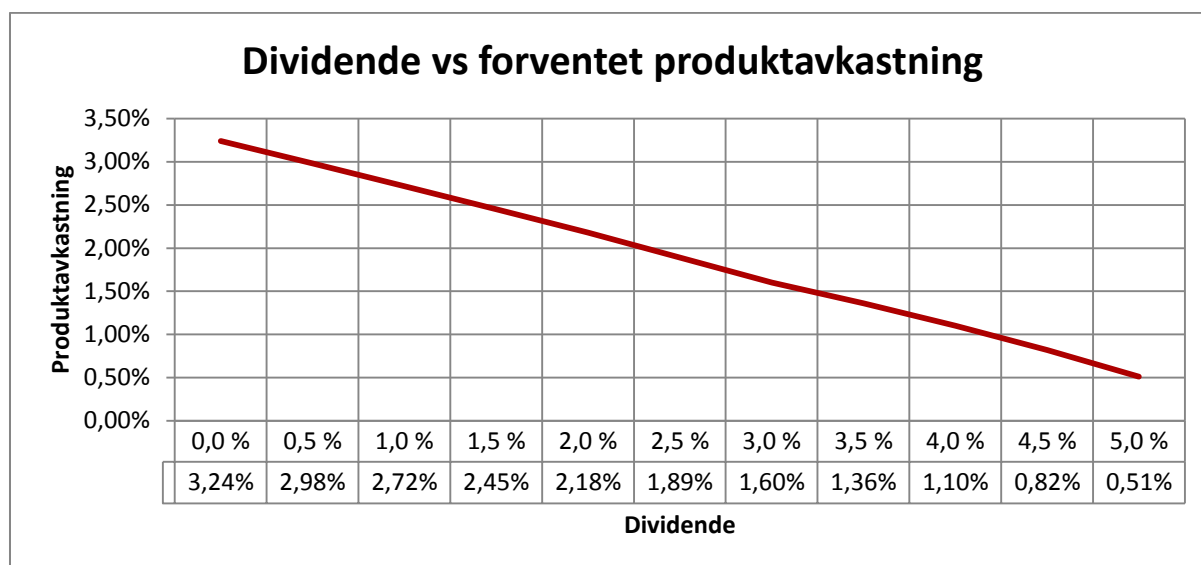
Siden det knyttes mest usikkerhet til volatiliteten er det også interessant å se på hvordan sannsynlighetsfordelingen forandrer seg for de ulike produktavkastningene. Dette er illustrert i figur 17. Her kommer samme konklusjon som fra figur 16: sannsynligheten for kupongutbetaling reduseres fra 77,20 % til 64,50 %, sannsynligheten for pengene tilbake fratrukket tegningskostnadene holdes ganske stabilt men samtidig reduseres det marginalt, og til slutt ser man at sannsynligheten for negativ avkastning øker betraktelig fra 7,66 % til hele 27,00 %. Konstatert høy volatilitet er ikke av interesse når det kommer til småinvestorer som er risiko averse. De vil gjerne bli skremt av denne negative korrelasjonen mellom volatilitet og forventet avkastning, og den negative utviklingen for avkastning på produktet. Sannsynligheten for å tape hele det investerte beløpet vil jeg påstå er 0%, men da forutsettes det at Norsk Hydro ikke går konkurs.



**Figur 17 Sensitivitetsanalyse - volatilitet vs sannsynlighetsfordeling produktavkastning**

Hvis man kan sammenligne med utsteders sannsynlighetsberegninger i tabell 6 så opererer de ut i fra figur 16 og 17 med en volatilitet mellom 20 % og 25 %. Ved dette nivået på volatilitet stemmer beregningene overens med de beregnet av utsteder i prospektet, og det kan stilles spørsmål ved om det er et volatilitetsestimert på dette nivået de har brukt. Et volatilitetsnivå på for eksempel 24 % gir en verdi per sertifikat på NOK 98,39 i figur 14, noe som også stemmer mer overens med Handelsbankens verdier. Da er det fremdeles et skjult gebyr, men det er betraktelig mindre enn det som verdsettelsesdelen resulterte i.

## Endring i dividende



Figur 18 Sensitivitetsanalyse - dividende vs produktavkastning

Økt dividenderate og forventet årlig produktavkastning er negativt korrelert. Når dividenden økes så reduseres produktavkastningen. Dette er logisk i og med driften er forventet avkastning til Norsk Hydro aksjen fratrukket dividende raten. Dette holder med teorien når det baseres på en prisindeks siden produktet ikke tar hensyn til eventuelle utbytter. Man ser her, igjen, at uansett nivå på dividende raten så resulterer ikke produktavkastningen til det som er forventet i forhold til prospektet.

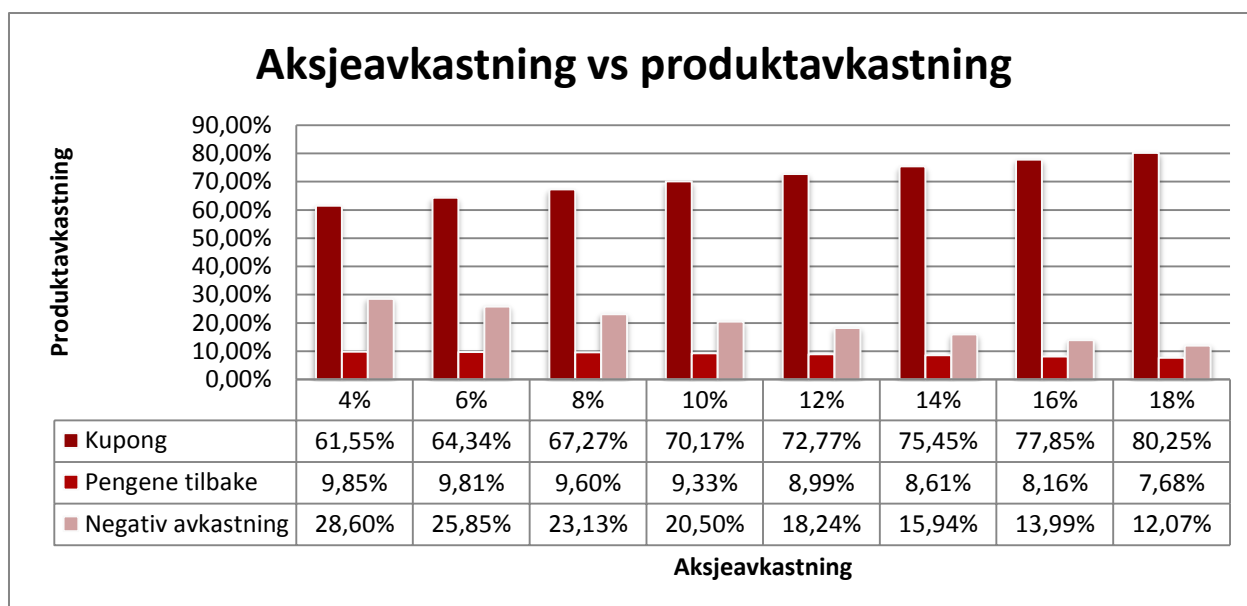
## Endring i forventet avkastning på aksjen

Den siste parameteren som skal endres er avkastningen til Norsk Hydro aksjen. Jeg vil også her se på både hvordan forventet årlig avkastning for produktet påvirkes, og hvordan sannsynlighetsfordelingen for avkastning påvirkes.



**Figur 19 Sensitivitetsanalyse - aksjeavkastning vs produktavkastning**

Aksjeavkastning og avkastning for produktet er positivt korrelert, i motsetning til volatilitet. Dette holder også med teorien siden det er naturlig når den underliggende er mer verdt, er også produktet mer verdt. Med et intervall på aksjeavkastningen fra 4 % til 18 %, øker verdien på produktet fra 1,09 % til hele 7,64 %. Dette indikerer et betraktelig høyere nivå på driftraten enn antatt, men det er ikke lett å sammenligne prospektets verdier med sannsynlighetsfordelingen for produktavkastning i figur 20. Det tyder på at det er flere enn kun en variabel, som i denne sensitivitetsanalysen, som endres samtidig. Dette er den store svakheten med en slik sensitivitetsanalyse.



**Figur 20 Sensitivitetsanalyse – sans. aksjeavkastning vs produktavkastning**

Grunnen til den reduserte verdien både ved å få pengene tilbake og negativ avkastning er økt sannsynlighet for kupongutbetaling. Denne positive korrelasjonen med aksjeavkastningen og økt sannsynlighet for kupongutbetaling indikerer tidligere forfall av produktet. Sannsynligheten for at produktet har en levetid på tre år reduseres kraftig, dermed er sjansen for null eller negativ avkastning betraktelig redusert.

### 7.3 Svakheter med sensitivitetsanalyse – kartlegging av risiko

I forbindelse med den risikovurdering som investor bør foreta seg ved investeringer og handel med finansielle instrumenter, og videre foreta seg fortløpende under hele investeringsperioden, finnes mange ulike risikotyper og andre faktorer som investorer bør være oppmerksom på. Jeg vil ta for meg et utvalg av disse som jeg mener er relevante for oppgaven.

*Prisvolatilitetsrisiko* – risikoen for at store svingninger i aksjekursen påvirker investeringen negativt er et faktum som man her får bekreftet ut av sensitivitetsanalysen. Begrensningen til Black-Scholes opsjonsprisinde modellen at den forutsetter et konstant volatilitetsnivå over hele perioden er noe jeg ser på som den største svakheten ved å verdsette et slikt produkt.

Sensitivitetsanalysen har i tillegg det problemet med at den er *partiell*. Det vil si at metoden bare tillater å endre én usikker variabel om gangen. Den tar kun for seg virkningene av et avvik fra basisforutsetningene og inkluderer derimot ikke sannsynligheten for at avviket

inntreffer. Sjansen for at et avvik oppstår, må derfor vurderes skjønnsmessig utenfor modellen. Det er heller ikke tatt hensyn til *skatterisiko* her – risikoen for at skatteregler og/eller skattesatser er uklare eller kan endres.

Kupongsertifikatet er ikke kapitalbeskyttet. At produktet ikke er kapitalbeskyttet vil si at hvis den svenske handelsbanken skulle gå konkurs, noe som er rimelig urealistisk, vil ikke produktet omfattes av Bankenes sikringsfonds innskuddsgaranti som sier at inntil 2 millioner kroner blir dekket (Norges Bank). Det er dette som omtales som *motpartrisiko*.

Sensitivitetsanalysen viser altså at underveis i løpetiden påvirkes verdien av kupongsertifikat av flere faktorer, blant annet aksjekursens utvikling, gjenstående løpetid, forventet fremtidig volatilitet, markedsrenter og aksjeutbytter. Små endringer i de underliggende faktorene kan resultere i store endringer i sertifikatets verdi. Investorer bør være klar over at et sertifikat i løpetiden handles som et selvstendig verdipapir og at verdien styres også av forholdet mellom tilbud og etterspørsel som utgjør *markedsrisiko*.

Det er mye å ta hensyn til, og så og si umulig å kartlegge og få oversikt over all risiko for en enkel investor. Det som er sikkert er at man kommer langt ved å gjøre seg kjent med ulike typer risiko for å bedre generell forståelse av markedet og dets sammenhenger.

### **7.3.1 Hva gjør Terra for å kartlegge risiko?**

Terra markets er opptatt av at investorer i Kupongsertifikat Norsk Hydro skal forstå produktet, dets risiko og egenskaper. Derfor har de egne foretningsvilkår som nevnt på hjemmesiden deres. For investorer har de også nå en egen tegningsblankett der de har forbeholdt seg retten til å avvise tegninger, eventuelt komme med mer rådgivning for å få klarhet i usikre momenter, der tegningsblanketten er feilaktig utfylt. I tegningsblanketter gjentar de den viktigste informasjonen i produktprospektet og i tillegg kommer de en test for å teste om investoren er inneforstått med ulike former for risiko.

## 8 Konklusjon og avslutning

Det er vanskelig å si noe sikkert om dette er et bra eller dårlig produkt. Alt avhenger av forutsetningene man setter. Analysen og resultatene i denne oppgaven i sin helhet gjør at resultatene, både risikonøytral verdi og sannsynlighetsberegningene, generelt ser ut til å være lavere enn fremstilt av Handelsbanken. Spørsmål som stilles nå i etterkant er: er utsteder for optimistisk eller er beregningene deres reelle?

Den rettferdige prisen på produktet viste seg å være en god del lavere enn ved deres beregninger, mens forventet årlig avkastning viste seg å være en tredjedel av deres. For og lettere kunne si noe konkret om produktet i forhold til om det er bra eller dårlig så hadde det vært optimalt å kunne sammenligne deres estimater og bakgrunnen.. Dette fremkommer ikke av prospektet.

Nedenfor vil jeg svare på problemstillingene mine innledningsvis:

- Er det vanskelig å estimere reelle input parametere for å kunne analysere produktet?

Det som viste seg å være mest ufordrende, og klart er det mest usikre elementet i analysen, var fastsettelse av volatilitetsnivået. Mitt estimat virket ganske høyt, men samtidig realistisk sett ut i fra historisk bevegelse av aksjekursen. Når det er sagt forundrer det meg ikke om Handelsbanken la et lavere estimat til grunn grunnet andre benchmark. Dette er også et hovedresultat av analysen: Jo lavere volatilitet jo mer stemmer prospektets estimater overens med det som er oppnådd i denne oppgaven. Det var i tillegg litt usikkerhet knyttet til estimering av forventet avkastning på aksjen, men med en risikofri rente og en risikopremie nesten tilsvarende Handelsbankens ble jeg til slutt fornøyd med estimatet og tror det gir et reellt bilde på virkeligheten.

- Har utsteder markedsført med realistiske sannsynligheter for avkastning, eller kan investorer føle seg lurt?

Innledningsvis fremkom det at i nyere tid har den finansielle kompetanse på dette området vært stadig økende. Dette har bidratt til mer kreative strukturer som ikke lenger utelukkende knytter obligasjoner og sertifikater opp mot rentebevegelsene i markedet. Fokuset har derfor dreid i retning av kredittvurderinger og opsjonselementer knyttet til utsteder og verdipapirene utstedt i deres navn. Viser det seg at mine estimater og inndata er korrekt beregnet kan investorer av dette produktet ha grunn til å føle seg litt lurt. Spesielt med tanke på forventet årlig avkastning som viste seg å være mindre enn risikofri rente.

- Hvordan påvirkes verdien av produktet hvis estimatene endres?

Her fikk jeg også et resultat som sier at lavere volatilitet gir høyere verdi på produktet og sannsynlighetene for utbetalinger øker. I tillegg er driften i den virkelige verden og forventet avkastning positivt korrelert.

Metoden som er brukt er lik både for utsteder og i oppgaven, dermed er konklusjonen at det er vanskelig å si noe sikkert om produktet så lenge vi ikke får vite all bakgrunn for beregningene til utsteder. Gitt at mine estimerte parametere er reelle er produktet dårligere enn fremstilt.

Prospektet er veldig oversiktlig og gir mye god og nyttig informasjon til investorer. Det at det ikke gir lån for finansiering er et stort pluss og tilliten til slike produkter er på god vei oppover igjen. Til slutt må det nevnes at konstruksjon av kupongsertifikater er ganske kompliserte og det er ikke rart investorer har problemer med å forstå de eller kan føle seg lurt i visse tilfeller.



## 9 Kildeangivelser

- Andersen, K. G., & Yttri, G. (1997). Et forsøk verdt, forskning og utvikling i Norsk Hydro gjennom 90 år: Universitetsforlaget.
- Axelsen, K. A., & Rakkestad, K. J. (2000). Garanterte investeringsprodukter. 2011(5.mars). Retrieved from [http://www.norges-bank.no/Upload/import/publikasjoner/penger\\_og\\_kreditt/2000-01/garanterte.pdf](http://www.norges-bank.no/Upload/import/publikasjoner/penger_og_kreditt/2000-01/garanterte.pdf)
- Bank, N. (2008). Regelverket om Bankens sikringsfond. Retrieved 2. februar, 2011, from <http://www.norges-bank.no/no/om/publisert/brev-og-uttalelser/2008/brev-2008-09-12/>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2009). Investments (Eight ed.). New York: McGraw Hill
- Boye, K., & Koekebakker, S. (2006). Kapitalverdimodellen - tips til praktisk implementering. Retrieved 4.april, 2011, from <http://finansielleemner.cappelendamm.no/binfil/download.php?did=17180>
- Bryhn, R. (2009). Store Norske Leksikon (Norsk Hydro ASA). Retrieved 15.april, 2011, from [http://www.snl.no/Norsk\\_Hydro\\_ASA](http://www.snl.no/Norsk_Hydro_ASA)
- Bøe, G. M. (2007). Analyse av strukturerte spareprodukt. Master Master, Norges Handelshøyskole, Bergen. Retrieved from <http://bora.nhh.no/bitstream/2330/1736/1/Boe%20Geir%202007.pdf>
- Clelland, L., & Strickland, C. (1998). Implementing Derivatives Models: John Wiley & Sons.
- Clelland, L., & Strickland, C. (2000). Energy Derivatives: Pricing and Risk management. London: Lacima Publications.
- Dagsavisen. (2008). Norsk Hydro rammet av finanskrisen. Retrieved 2. mars, 2011, from <http://www.dagsavisen.no/innenriks/article376051.ece>
- Dobbe, T., & Sigmo, S. (2002). Realopsjonsanalyse av gasskraftverk. Hovedoppgave, NTNU, Trondheim.
- Fama, E. F. (1965). The behavior of Stock-Market Prices. The journal of Business, 38, 34-105.

- Finansdepartementet. (1995). Norges offentlige utredninger. Utvikling i det norske verdipapirmarkedet. Retrieved 25. april, 2011, from <http://www.regjeringen.no/mobil/nb/dep/fin/dok/nouer/1995/nou-1995-1/4/5.html?id=335150>
- Finanstilsynet. (2011). Omfattende undersøkelse av bankenes salg av finansielle instrumenter. Retrieved mars, 2011, from [http://www.finanstilsynet.no/no/Artikkelarkiv/Pressemeldinger/2011/1\\_kvartal/Omfattende-undersokelse-av-bankenes-salg-av-finansielle-instrumenter/](http://www.finanstilsynet.no/no/Artikkelarkiv/Pressemeldinger/2011/1_kvartal/Omfattende-undersokelse-av-bankenes-salg-av-finansielle-instrumenter/)
- Hull, J. (2006). Options, Futures and Other Derivatives (6 ed.): Prentice-Hall.
- Høiby, K. E. F. (2010). Markedswarrant og kupongsertifikat. Siviløkonom Master, Norges handelshøyskole, Bergen. Retrieved from <http://bora.nhh.no/bitstream/2330/2474/1/Hoiby%202010.PDF>
- Kat, H. M. (2001). Structured equity derivatives. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Koekebakker, S., & Zakamouline, V. (2006). Forvetet avkastning på aksjeindeksobligasjoner. [Forskning ved Universitetet i Agder].
- Nor, D. (2010). Obligasjoner og sertifikater. Retrieved 1.mars, 2011, from <https://www.dnbnor.no/bedrift/obligasjoner>
- OsloBørs. (2011). Derivater. from <http://www.oslobors.no/Oslo-Boers/Produkter-og-tjenester/Publikasjoner/Derivater-opsjoner-forwards-og-futures>
- Reppen, E. (2006). Alternative investeringer (Første ed.). Bergen: Gyldendal.
- SSB. (2010). Regnskapsstatistikk for banker og andre finansforetak. Retrieved 27.02, 2011, from <http://www.ssb.no/orbofbm/arkiv/tab-093.html>
- SSB. (2010). Verdipapirer registrert i VPS. Retrieved 28.februar, 2011, from <http://www.ssb.no/vpstat/>
- Terra. (2010). Tegningsblankett - Kupongsertifikat Norsk Hydro. Retrieved 2. februar, 2011, from <http://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=tegningsblankett+terra%2Bnorsk+hydro&ie=UTF-8&oe=UTF-8>

Terra. (2010). Kupongsertifikat Norsk Hydro. from <http://www.aasen-sparebank.no/SiteCollectionDocuments/Aksjehandel/Produktark%20Kupongsertifikat%20NHY.pdf>

Terra. (2011). Løpende sertifikater. Retrieved 20.mars, 2011, from <http://www.orskogsparebank.no/sparing/aksjer/Alternativeinvesteringer/Løpende%20sertifikater/Sider/default.aspx>

## 10 Vedlegg og tabeller

### Vedlegg 1 – Matlabscript – Graf for Norsk Hydros aksjepris siste åtte år

```
clear, clc, close all
load NH8.txt % Fanger opp prisene for de siste åtte årene
S = NH8(:,2); % Bruker sluttkurs, andre kolonne
n = length(S)-1; % Finner lengden av prisvektoren minus 1
dt = 1/250; % Tidsintervall, 250 dager i året

plot((1:(n+1))*dt,S) % Viser graf, navngir aksene
legend('Norsk Hydro siste 5 årene', 1)
xlabel ('Tid,år')
ylabel ('Aksjekurs, NOK')
```

### Vedlegg 2 – Estimering av historisk avkastning og volatilitet - daglig

```
clear, clc
load NH8.txt % Fanger opp prisene for de siste åtte år,
Norsk Hydro
S = NH8(:,2); % Bruker sluttkurs, andre kolonne
n = length(S)-1; % Lengden av vektor -1
R = zeros(n,1); % Setter av plass til avkastningen
dt = 1/250; % Tidsintervall - 250 days in a year

for i=1:n
    R(i)=(S(i+1)-S(i))/S(i); % Beregner daglig avkastning
end

% Estimering, historisk avkastning og volatilitet
[amean, astd, lowbnd, upbnd] = meanstd(R, dt)
```

### Vedlegg 3 – Matlabscript risikonøytral verdsettelse

```
% Funksjon for simulering av aksjepris i en risikonøytral verden

function S = simpath(S0, r, delta, sigma, dt, n)

e = randn(1,n);           % Genererer en vektor av tilfeldige tall
S = zeros(1,n+1);        % Reserverer plass for aksjepris ved forfall

% Simulerer aksjestien
S(1)=S0;
for i=1:n
    S(i+1)=S(i)*exp(((r-delta)-0.5*sigma^2)*dt+sigma*sqrt(dt)*e(i));
end

% Monte Carlo simulering for å finne verdien på produktet

clear, clc, close all

% Definerer parameterne
S0 = 100                 % Pris per sertifikat
X = 14                   % Kupong
L = 70                   % Laveste barriere
r = 0.0229               % Risikofri rente på 3 års statsobligasjon
delta = 0.0211           % Dividende
sigma = 0.3719           % Volatilitet
n = 3                    % Antall målinger per sti
N = 1500000              % Antall simuleringer

% Forbereder simuleringen
dt = 1                   % Intervaller på et år
payoff = zeros(N,1);     % Reservere plass for payoff

% For å beregne sannsynligheter
PK1 = 0;                 % Sannsynlighet for kupong om 1 år
PK2 = 0;                 % Sannsynlighet for kupong om 2 år
PK3 = 0;                 % Sannsynlighet for kupong om 3 år
P0 = 0;                  % Sannsynlighet for pengene tilbake
PNEG = 0;                % Sannsynlighet for payoff dårligere enn -30%

% Simulering
for i=1:N
    S = simpath(S0, r, delta, sigma, dt, n);
    if S(2) >= S(1)           % Hvis større eller lik om 1 år
        T = 1;
        payoff(i) = exp(-r*T)*(S(1)+X);
        PK1 = PK1 + 1;
    else
        if S(3)>= S(1)       % Hvis større eller lik om 2 år
            T = 2;
            payoff(i) = exp(-r*T)*(S(1)+2*X);
            PK2 = PK2 + 1;
        else
            T = 3;
            if S(4) >= S(1)   % Hvis større eller lik om 3 år
                payoff(i) = exp(-r*T)*(S(1)+3*X);
                PK3 = PK3 + 1;
            end
        end
    end
end
```

```

else
    if S(4) > L
        payoff(i) = exp(-r*T)*S(1);      % pengene tilbake
        P0 = P0 + 1;
    else
        payoff(i) = exp(-r*T)*S(4);
        PNEG = PNEG + 1;
    end
end
end
end
end

end

% Beregner gjennomsnittet til utbetalingene for produktet
rettferdigVerdiPerSertifikat = mean(payoff)

% Beregning av sannsynligheter
PK1 = PK1/N*100
PK2 = PK2/N*100
PK3 = PK3/N*100
P0 = P0/N*100
PNEG = PNEG/N*100

% Sjekker summen blir 100%
SumP = PK1 + PK2 + PK3 + P0 + PNEG

```

#### Vedlegg 4 – Matlabscript sannsynlighetsfordeling forventet avkastning Kupongsertifikat NH

```

% Funksjon for simulering av aksjepris

function S = simpath(S0, mu, delta, sigma, dt, n)

e = randn(1,n);      % Genererer en vektor av tilfeldige tall
S = zeros(1,n+1);    % Reserverer plass for aksjepris ved forfall

% Simulerer aksjestien
S(1)=S0;
for i=1:n
    S(i+1)=S(i)*exp(((mu-delta)-0.5*sigma^2)*dt+sigma*sqrt(dt)*e(i));
end

% Monte Carlo simulering av forventet avkastning - produktet under ett

clear, clc, close all

% Definerer parameterne
S0 = 100      % Aksjepris
X = 14        % Kupong
L = 70        % Laveste barriere
mu = 0.0759   % Drift Norsk Hydro

```

```

delta = 0.0211           % Dividende
sigma = 0.3719          % Volatilitet
n = 3                   % Antall målinger per sti
N = 1000000            % Antall simuleringer
tegnkost = 0.02        % Tegningsomkostnader

% Forbereder simuleringen
dt = 1                  % Intervaller på et år
avk = zeros(N,1);      % Reservere plass for avkastninger

% For å beregne sannsynligheter
PK1 = 0;               % Sannsynlighet for kupong om 1 år
PK2 = 0;               % Sannsynlighet for kupong om 2 år
PK3 = 0;               % Sannsynlighet for kupong om 3 år
P0 = 0;                % Sannsynlighet for pengene tilbake minus tegnkost
PNEG = 0;              % Sannsynlighet for avkastning dårligere enn -30%

% Simulering
for i=1:N
    S = simpath(S0, mu, delta, sigma, dt, n);
    if S(2) >= S(1)      % Hvis større eller lik om 1 år
        T = 1;
        avk(i) = ((S0+X)-S0*(1+tegnkost))/(S0*(1+tegnkost));
        PK1 = PK1 + 1;
    else
        if S(3) >= S(1) % Hvis større eller lik om 2 år
            T = 2;
            avk(i) = ((S0+2*X)-S0*(1+tegnkost))/(S0*(1+tegnkost));
            PK2 = PK2 + 1;
        else
            T = 3;
            if S(4) >= S(1) % Hvis større eller lik om 3 år
                avk(i) = ((S0+3*X)-S0*(1+tegnkost))/(S0*(1+tegnkost));
                PK3 = PK3 + 1;
            else
                if S(4) > L
                    avk(i) = (S0-S0*(1+tegnkost))/(S0*(1+tegnkost));
                    P0 = P0 + 1;
                else
                    avk(i) = (S(4)-S0*(1+tegnkost))/(S0*(1+tegnkost));
                    PNEG = PNEG + 1;
                end
            end
        end
    end
end

% Omregner avkastning til årlig avkastning
avk(i) = (1 + avk(i))^(1/T) - 1;

end

% Beregner årlig avkastning for produktet
annoavk = mean(avk)

% Lager graf og navngir aksene
hist(avk,50)
xlabel('avkastning i %')
ylabel('sannsynlighet i NOK')

```

% Beregning av sannsynligheter

$$PK1 = PK1/N*100$$

$$PK2 = PK2/N*100$$

$$PK3 = PK3/N*100$$

$$P0 = P0/N*100$$

$$PNEG = PNEG/N*100$$

% Sjekker summen

$$SumP = PK1 + PK2 + PK3 + P0 + PNEG$$

## Vedlegg 5 – Utbytte Norsk Hydro

År	Resultat per aksje i kroner	Utbytte per aksje i kroner
2010	1,33	0,75
2009	0,25	0,5
2008	-3,04	-
2007	7,2	5
2006	14	5
2005	12,5	4,4
2004	9,9	4
2003	8,5	2,2
2002	6,8	2,1
2001	6,1	2
2000	10,68	1,9
1999	2,78	1,6
1998	3,28	1,5
1997	4,54	1,5
1996	5,42	1,4
1995	6,24	1,2
1994	3,58	0,85

## Vedlegg 6 – CAPM for Norsk Hydro – via regresjonskommandoer

DATO	Avk OSEAX	Avk NHY	Eff.mnd.r.ST1X	Avk eff.mnd.r.ST1X	Meravk OSEAX	Meravk NHY
01.06.06			0,25 %			
03.07.06	-0,34 %	0,59 %	0,25 %	-3,45 %	3,11 %	4,04 %
01.08.06	0,53 %	2,65 %	0,25 %	3,27 %	-2,74 %	-0,62 %
01.09.06	0,81 %	-4,02 %	0,27 %	7,56 %	-6,76 %	-11,58 %



02.10.06	-4,76 %	-13,92 %	0,28 %	1,41 %	-6,17 %	-15,33 %
01.11.06	9,41 %	6,09 %	0,29 %	4,95 %	4,46 %	1,13 %
01.12.06	1,82 %	-1,48 %	0,31 %	5,22 %	-3,40 %	-6,69 %
02.01.07	7,78 %	28,79 %	0,31 %	2,52 %	5,26 %	26,27 %
01.02.07	3,70 %	5,17 %	0,33 %	6,48 %	-2,78 %	-1,31 %
01.03.07	-6,46 %	-7,13 %	0,35 %	4,53 %	-10,99 %	-11,66 %
02.04.07	5,64 %	5,95 %	0,36 %	2,45 %	3,18 %	3,50 %
02.05.07	4,79 %	6,74 %	0,37 %	2,24 %	2,54 %	4,50 %
01.06.07	4,12 %	2,57 %	0,38 %	4,51 %	-0,39 %	-1,93 %
02.07.07	3,42 %	4,33 %	0,38 %	-0,49 %	3,91 %	4,83 %
01.08.07	-4,68 %	-3,17 %	0,39 %	3,00 %	-7,68 %	-6,17 %
03.09.07	-1,92 %	-2,71 %	0,40 %	1,81 %	-3,74 %	-4,52 %
01.10.07	4,68 %	9,43 %	0,41 %	3,25 %	1,42 %	6,18 %
01.11.07	2,16 %	0,92 %	0,42 %	2,18 %	-0,02 %	-1,26 %
03.12.07	-3,57 %	-3,37 %	0,43 %	1,19 %	-4,76 %	-4,56 %
02.01.08	0,44 %	4,02 %	0,41 %	-3,97 %	4,41 %	7,99 %
01.02.08	-17,57 %	-12,76 %	0,43 %	4,17 %	-21,74 %	-16,93 %
03.03.08	3,75 %	9,45 %	0,44 %	3,07 %	0,68 %	6,39 %
01.04.08	-0,55 %	-0,54 %	0,41 %	-6,29 %	5,73 %	5,75 %
02.05.08	13,48 %	10,04 %	0,46 %	11,55 %	1,93 %	-1,51 %
02.06.08	4,37 %	0,12 %	0,48 %	3,99 %	0,38 %	-3,86 %
01.07.08	-7,98 %	-11,08 %	0,49 %	1,99 %	-9,97 %	-13,08 %
01.08.08	-9,23 %	-15,10 %	0,48 %	-0,52 %	-8,71 %	-14,58 %
01.09.08	0,90 %	-8,97 %	0,49 %	1,56 %	-0,67 %	-10,54 %
01.10.08	-24,50 %	-33,78 %	0,43 %	-12,13 %	-12,37 %	-21,65 %
03.11.08	-16,38 %	-20,16 %	0,45 %	3,08 %	-19,46 %	-23,25 %
01.12.08	-18,94 %	-23,73 %	0,41 %	-7,68 %	-11,26 %	-16,05 %
02.01.09	15,14 %	30,67 %	0,23 %	-44,25 %	59,39 %	74,92 %
02.02.09	-7,38 %	-19,90 %	0,21 %	-8,75 %	1,38 %	-11,15 %
02.03.09	-5,66 %	-7,86 %	0,19 %	-10,77 %	5,12 %	2,92 %
01.04.09	8,75 %	16,36 %	0,17 %	-7,93 %	16,68 %	24,29 %
04.05.09	15,67 %	23,37 %	0,16 %	-8,11 %	23,78 %	31,47 %
02.06.09	13,72 %	16,21 %	0,14 %	-14,03 %	27,75 %	30,24 %
01.07.09	-5,10 %	-6,77 %	0,12 %	-9,26 %	4,16 %	2,49 %
03.08.09	5,25 %	11,29 %	0,13 %	2,58 %	2,67 %	8,71 %
01.09.09	-2,50 %	-5,72 %	0,16 %	25,77 %	-28,27 %	-31,50 %
01.10.09	5,23 %	6,38 %	0,15 %	-7,07 %	12,29 %	13,45 %

02.11.09	4,37 %	1,54 %	0,16 %	9,10 %	-4,74 %	-7,56 %
01.12.09	6,53 %	7,69 %	0,17 %	2,53 %	4,00 %	5,15 %
04.01.10	5,75 %	20,39 %	0,17 %	5,35 %	0,40 %	15,05 %
01.02.10	-4,56 %	-11,57 %	0,18 %	2,53 %	-7,09 %	-14,10 %
01.03.10	-0,83 %	-7,41 %	0,18 %	2,77 %	-3,60 %	-10,18 %
06.04.10	6,91 %	14,04 %	0,18 %	-2,66 %	9,57 %	16,70 %
03.05.10	0,33 %	1,51 %	0,19 %	6,76 %	-6,43 %	-5,25 %
01.06.10	-9,06 %	-17,96 %	0,19 %	0,37 %	-9,44 %	-18,33 %
01.07.10	-7,29 %	-18,19 %	0,20 %	2,67 %	-9,96 %	-20,86 %
02.08.10	13,21 %	17,58 %	0,19 %	-2,29 %	15,50 %	19,87 %
01.09.10	-2,09 %	-7,17 %	0,19 %	0,25 %	-2,34 %	-7,42 %
01.10.10	4,37 %	12,20 %	0,20 %	1,31 %	3,06 %	10,89 %
01.11.10	5,93 %	2,78 %	0,18 %	-6,61 %	12,55 %	9,40 %
01.12.10	-0,10 %	2,41 %	0,18 %	-0,07 %	-0,03 %	2,48 %
03.01.11	8,90 %	16,92 %	0,19 %	3,61 %	5,29 %	13,32 %
01.02.11	0,90 %	0,91 %	0,19 %	1,48 %	-0,58 %	-0,57 %
01.03.11	0,40 %	2,96 %	0,20 %	2,88 %	-2,48 %	0,08 %
01.04.11	2,29 %	0,51 %	0,20 %	0,73 %	1,57 %	-0,22 %
02.05.11	-0,82 %	1,68 %	0,21 %	4,15 %	-4,98 %	-2,47 %