

# **Verdsettelse av investeringsprosjekt i oljebransjen**

*Realopsjoner kontra tradisjonelle metoder*

**Eirik Aasen**

**Veileder: Jøril Mæland**

**Masterutredning spesialisering i Bedriftsøkonomisk analyse**

**Institutt for foretaksøkonomi**

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Denne utredningen er gjennomført som et ledd i masterstudiet i økonomisk-administrative fag ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at høyskolen inntår for de metoder som er anvendt, de resultater som er fremkommet eller de konklusjoner som er trukket i arbeidet.

---

## **SAMMENDRAG AV UTREDNINGEN**

Utredningen tar for seg fire faktorer som er viktig for verdsettelsen av prosjekt. Organisatoriske evner, strategiske evner, risiko og prosjektøkonomien. Dette blir da brukt på et prosjekt med stor grad av usikkerhet rundt noen variabler, før dette prosjektet blir verdsatt ved hjelp av noen tradisjonelle verdsettelsesmetoder og med realopsjonsteori.

Målet med dette er å se på forskjeller i verdi ved verdsettelse med de tradisjonelle metodene kontra realopsjonsteori. Denne dataen blir brukt til å se på hvilken ekstra informasjon en får av bruke realopsjonsteori i forhold til tidligere. Avslutningsvis blir anbefalingen fra denne utredningen at realopsjoner er et meget godt supplement til investeringsanalysen for å kunne definere, strukturere og forstå verdiutviklingen i prosjektet.

---

# INNHOOLD

<b>1. INNLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemformulering	3
1.3 Avgrensing	3
1.4 Oversikt over resten av utredningen	4
<b>2. DATAGRUNNLAG FOR ANALYSE</b>	<b>5</b>
2.1 Evaluering av eksisterende prosjekt	5
2.1.1 Prissikkerhet	6
2.1.2 Volumsikkerhet	8
2.2 Investeringsprosjekt	13
2.2.1 Forutsetninger ved det evaluerte prosjektet	13
2.2.2 Reserver og produksjonsvolum	14
2.2.3 Karakteristiska ved investeringsprosjektet	15
2.2.4 Petroleumsskatt	16
2.2.5 Avkastningskrav/diskonteringsfaktor	18
<b>3. BESKRIVELSE AV INVESTERINGSVALG I BRANSJEN</b>	<b>22</b>
<b>4. ORGANISATORISKE ELEMENTER</b>	<b>25</b>
4.1 Teknologiske kunnskaper	25
4.2 Organisatoriske variabler som endrer fleksibiliteten	26
<b>5. STRATEGISK EVALUERING</b>	<b>27</b>
5.1 Strategisk verdi	29
5.1.1 Selskapsnivå strategi	29
5.1.2 Operasjonell strategi	30

---

<b>5.2</b>	<b>Oppsummering strategi</b>	<b>31</b>
<b>6.</b>	<b>RISIKO EVALUERING</b>	<b>32</b>
<b>6.1</b>	<b>Prosjektekstern risiko (eksogen)</b>	<b>33</b>
6.1.1	Markedsrisiko	33
6.1.2	Kredittrisiko	34
6.1.3	Usystematisk risiko	34
<b>6.2</b>	<b>Prosjektintern risiko (endogen)</b>	<b>35</b>
6.2.1	Operasjonell risiko	35
6.2.2	Finansiell usikkerhet	35
6.2.3	Oppsummering ekstern og intern risiko	36
<b>6.3</b>	<b>Value-at-Risk (VaR)</b>	<b>37</b>
6.3.1	Delta-tilnærming (lineær modell):	37
6.3.2	Delta/gamma-tilnærming (kvadratisk modell)	38
6.3.3	Monte Carlo simulering	39
6.3.4	Historisk simuleringsmetode (Bootstrapping)	41
6.3.5	Oppsummering av VaR modeller	42
<b>6.4</b>	<b>Oppsummering risiko</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>PROSJEKTØKONOMI</b>	<b>44</b>
<b>7.1</b>	<b>Verdsettelse av eksisterende prosjekter</b>	<b>44</b>
7.1.1	Fundamental verdsettelse	44
7.1.2	Komparativ verdsettelse	45
7.1.3	Opsjonsbasert verdsettelse	47
7.1.4	Oppsummering	48
<b>7.2</b>	<b>Verdsettelse av investeringsprosjekter</b>	<b>49</b>
7.2.1	NPV	49
7.2.2	IRR	53
7.2.3	Hurdle rates	53
7.2.4	Sensitivitets analyser	54
7.2.5	Realopsjonsanalyse	57
<b>8.</b>	<b>VERDSETTELSE AV REALOPSJONER</b>	<b>61</b>

---

<b>8.1</b>	<b>Faktorer i realopsjonsanalyse</b>	<b>62</b>
8.1.1	Faktorer som påvirker opsjonsverdien	65
8.1.2	Oljepris	66
8.1.3	Reserver	67
8.1.4	Tidshorisont	67
<b>8.2</b>	<b>Oversikt over realopsjonmetoder</b>	<b>68</b>
8.2.1	Forskjeller mellom finansielle og realopsjoner	69
<b>8.3</b>	<b>Binomisk prisingsmodell</b>	<b>70</b>
8.3.1	Risikonøytral verdsettelse	70
8.3.2	Enperiodisk modell	70
8.3.3	To-periodisk modell	74
8.3.4	Generell binomisk flerperiodisk opsjonsprising	74
8.3.5	Estimering av volatilitet på opp- og nedgangsfaktorene	75
8.3.6	Binomisk modell hvis utsettelse av prosjektet	75
<b>8.4</b>	<b>Kontinuerlige modeller</b>	<b>77</b>
8.4.1	Bruk av Black-Scholes	77
8.4.2	Normalfordelte logaritmiske avkastninger	78
8.4.3	Kort oversikt over Black-Scholes	79
8.4.4	Feil og tvilsomme antagelser i B&S	80
<b>8.5</b>	<b>Verdsettelse ved Monte Carlo simulering</b>	<b>82</b>
8.5.1	Lognormal fordeling	82
8.5.2	Mean reverting prisprosess	86
8.5.3	Oppsummering Monte Carlo simulering	90
<b>8.6</b>	<b>Kvalitativ realopsjonsanalyse</b>	<b>90</b>
<b>9.</b>	<b>OPPSUMMERING</b>	<b>92</b>
<b>9.1</b>	<b>Sammenligning av estimater</b>	<b>92</b>
<b>9.2</b>	<b>Realopsjoner i praksis</b>	<b>93</b>
<b>10.</b>	<b>VEDLEGG TIL VERDSETTELSEN</b>	<b>94</b>
<b>10.1</b>	<b>Nåverdiberegning</b>	<b>94</b>
<b>10.2</b>	<b>Data fra Monte Carlo simulering</b>	<b>94</b>



---

## OVERSIKT OVER FIGURER OG TABELLER

<b>Figur 1: Mest brukt verdsettelsesteknikker blant CFO, fra Graham &amp; Harvey (2001)</b>	<b>2</b>
<b>Figur 2: Oversikt over oljeprisutvikling 1988-2005</b>	<b>6</b>
<b>Figure 3: Budsjettert utvikling av produksjon og reserver ved kjøp av felt i 2001</b>	<b>9</b>
<b>Figur 4: Reserver og produksjonsplan ved utgangen av 2004 etter utvidelse av feltet.</b>	<b>11</b>
<b>Figur 5: Oversikt over antatte reserver og budsjettert produksjonsplan for 2006 – 2011.</b>	<b>14</b>
<b>Figur 6: Beregning av skattegrunnlag i henhold til npd.no</b>	<b>17</b>
<b>Figur 7: Beregning av reell driftsskattesats, basert på Kjell Henry Knivsflå (2004)</b>	<b>17</b>
<b>Figur 8: Fire faktorer for evaluering av prosjekter og investeringsbeslutninger</b>	<b>23</b>
<b>Figur 9: Figur fra Johannes Bräutigam, Christoph Esche</b>	<b>24</b>
<b>Figur 10: Et eksempel av strategisk kart basert på Kaplan &amp; Norton (2004)</b>	<b>28</b>
<b>Figur 11: Figuren er basert på Jorion (2001) s220</b>	<b>39</b>
<i>Figur 12: Monte Carlo Simulering (Jorion 2002)</i>	<b>40</b>
<b>Figur 13: Basert på Jorion(2001) s222</b>	<b>42</b>
<b>Figur 14: Figur fra forelesningsnotater i strategisk økonomistrying, Jan Ivar Stemsrudhagen (2004)</b>	<b>54</b>
<b>Figur 15: Nåverdi ved avkastningskrav 15 %</b>	<b>55</b>
<b>Figur 16: Nåverdi ved avkastningskrav 10 %</b>	<b>56</b>
<b>Figur 17: Nåverdi ved avkastningskrav 9,64 %</b>	<b>56</b>
<b>Figur 18: Sensitivitetsanalyse og kontribusjon til varians fra variabler.</b>	<b>57</b>
<b>Figur 19: Fra forelesningsnotater i faget BUS430 Regnskapsanalyse og Verdsettelse ved Kjell Henry Knivsflå</b>	<b>66</b>
<b>Figur 20: Fordeling av opsjonsverdier ved Monte Carlo simulering og lognormal fordeling.</b>	<b>85</b>
<b>Figur 21: Fordeling av opsjonsutbetalinger ved bruk av Monte Carlo simulering og ”mean reverting” prisprosess.</b>	<b>89</b>

---

<b>Tabell 1: Volatilitet og gjennomsnitt for oljepris 1988-2005</b>	<b>7</b>
<b>Tabell 2: Oversikt over utvikling av driftskostnader for perioden 2002 - 2007</b>	<b>9</b>
<b>Tabell 3: Nåverdi beregning av felt 1 før utvidelser.</b>	<b>10</b>
<b>Tabell 4: Oversikt over produksjonsplan på felt 1 etter utvidelse.</b>	<b>11</b>
<b>Tabell 5: Nåverdiberegning av felt 1 etter utvidelse, med samme antagelser om oljepris som før utvidelsen ble foretatt.</b>	<b>12</b>
<b>Tabell 6: Nåverdi beregning av felt 1 etter utvidelse, med reelle oljepriser 2001 – 2005.</b>	<b>12</b>
<b>Tabell 7: Oversikt over produksjonsplan for investeringsprosjektet</b>	<b>15</b>
<b>Tabell 8: Beregning av kapitalkostnad for bedriften.</b>	<b>19</b>
<b>Tabell 9: Avkastningskrav for selskapet i forhold til gjeldsgrad</b>	<b>20</b>
<b>Tabell 10: Diskonteringsfaktor for neste tre år gitt WACC.</b>	<b>21</b>
<b>Tabell 11: Basert på Bräutigam og Esche 2003, opsjon-usikkerhet matrise</b>	<b>36</b>
<b>Tabell 12: Sammenligning av VaR metoder; Jorion (2002)</b>	<b>42</b>
<b>Tabell 13: Tabellen er basert på Mun (2003) side 59</b>	<b>51</b>
<b>Tabell 14: Antatt utvikling av oljepris og driftskostnader, samt produksjonsplan for investeringsprosjekt.</b>	<b>52</b>
<b>Tabell 15: Nåverdiberegning for investeringsprosjektet.</b>	<b>52</b>
<b>Tabell 16: Basert på Copeland og Antikarov (2003) s220.</b>	<b>59</b>
<b>Table 17: Basert på tabell 5.1 fra Real Options Analysis, Jonathan Mun</b>	<b>70</b>
<b>Tabell 18: Oversikt over input parameter i binomisk prisingsmodell.</b>	<b>76</b>
<b>Tabell 19: Oversikt over prisutvikling og verdi på binomisk opsjon.</b>	<b>76</b>
<b>Tabell 20: Variabler og funn ved Monte Carlo simulering basert på lognormal fordeling.</b>	<b>84</b>
<b>Tabell 21: Variabler og funn ved Monte Carlo simulering basert på ”mean reverting” prisprosess.</b>	<b>88</b>
<b>Tabell 22: Usikkerhet og beslutningsverktøy fra Courtney m.f (1997)</b>	<b>91</b>
<b>Tabell 23: Nåverdmodell med full belåning og innberegnete finanskostnader.</b>	<b>94</b>



---

## FORORD

Denne utredningen omhandler verdsettelse av et investeringsprosjekt i oljebransjen ved bruk av et diskontert kontantstrømmmodell og realopsjonsmodeller.

Bakgrunnen for denne utredningen var et ønske om å se om realopsjonsteori kan ”erstatte” eldre verdsettelsesmetoder, og få bedre innsikt i fallgruver ved verdsettelse av prosjekter med en høy grad av usikkerhet. Dette er da kombinert med en interesse innenfor det tverrfaglige fagområdet mellom økonomisk styring og finansiell økonomi.

Det viste seg å være vanskelig å få tak i reelle data for denne typen prosjekter, så det ble ikke mulig å gjennomføre en eksakt verdsettelse av et prosjekt. Dermed ble deler basert på subjektive vurderinger som også er vanlig for reelle verdsettelse av prosjekt. Dette har ført til at jeg har fått en bedre forståelse for hvor lett det er å gjøre feil når en har subjektive vurderinger om fremtiden.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Jøril Mæland for konstruktiv kritikk og tilbakemeldinger underveis. Dette har økt både nivået og kvaliteten på utredningen og økt undertegneds innsikt og kunnskap innen opsjonsteori.

Bergen, 16. Januar 2006

Eirik Aasen



# 1. Innledning

*”Financial theory, properly applied, is critical to managing in an increasingly complex and risky business climate... Option analysis provides a more flexible approach to valuing our [research] investments.. To me all kinds of business decisions are options.”*

Judy Lewent, CFO Merck & Co, Harvard Business Review (Januar, februar 1994)

## 1.1 Bakgrunn

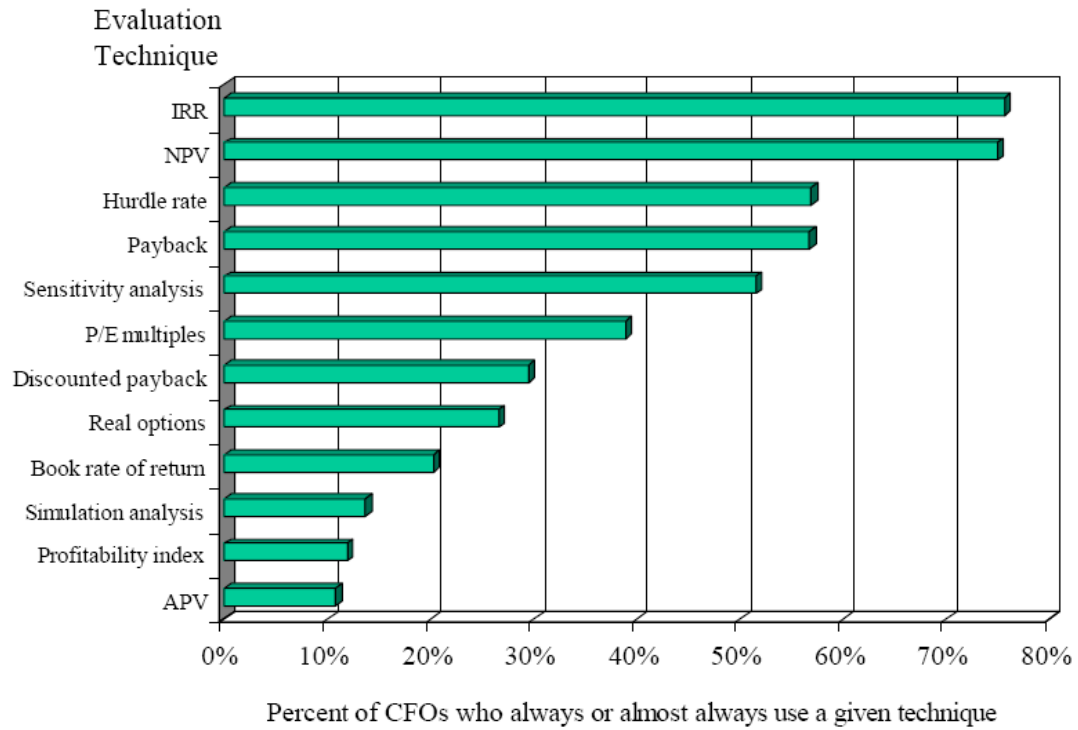
Prosjekter i oljebransjen er preget av store investeringer og høy usikkerhet rundt viktige faktorer som produsert mengde, investeringskostnader og ikke minst fremtidig oljepris. Den kraftige økning i oljeprisen de siste årene har økt antall iverksatte prosjekter, men det er fortsatt en høy grad av usikkerhet rundt slike investeringer. I denne utredning ønsker jeg å se på verdsettelsen og risiko knyttet opp mot et slikt investeringsprosjekt.

Den mest vanlige metoden for å avgjøre en investeringsbeslutning er basert på nåverdiberegninger (Net Present Value, NPV). Problemet med denne metoden er at den ikke tar høyde for ledelsens fleksibilitet til å endre tidligere beslutninger for å ta høyde for uventede endringer i markedet. Diskontert kontantstrømmetoder har implisitte antagelser som ”forventet scenario” for fremtidige kontantstrømmer, og antar at ledelsen er passiv i forhold til en ”statisk strategi”. På grunn av dette diskontert kontantstrømmetoder gjennomgående lavere verdianslag enn det investeringsmuligheten tilsier. Dette er på grunn av at NPV ikke tar høyde for verdien av fleksibilitet som er i prosjektet.

Graham og Harvey presenterte i 2001 en undersøkelse gjort blant 392 CFO om kapital kostnad, kapital struktur og kapital budsjettering. En del av undersøkelsen gikk på hvilke budsjetteringsmetoder de brukte for å verdsette investeringsmuligheter. Under er et utklipp fra dette. På bakgrunn av dette så ser en at det er en svært lav andel av

---

CFO som benytter verdsettelsesmetoder som tar høyde for usikkerhet og verdien av fleksibilitet.



*Figur 1: Mest brukt verdsettelsesteknikker blant CFO, fra Graham & Harvey (2001)*

---

## 1.2 Problemformulering

I denne utredningen ønsker jeg å ta for meg problemstillingen om forskjeller mellom verdsettelse og investeringsbeslutninger mellom tradisjonelle verdsettelsesmetoder og realopsjonsmetoder. Begrunnelsen for dette ønsket er å se hva ekstra informasjon en får ved å benytte realopsjonsteori i et prosjekt med høy grad av usikkerhet. Så problemformuleringen blir:

*Hvilke informasjonsforskjeller er det mellom tradisjonelle verdsettelsesmetoder og realopsjonsmetoder i prosjekter med høy grad av usikkerhet?*

Jeg ønsker å verdsette et prosjekt ved å benytte tradisjonelle metoder, samt realopsjonsmetoder for å se hva informasjon en går glipp av i de mest vanlige verdsettelsesmetodene. I tillegg ønsker jeg å se på risikoen i verdsettelsen ved de forskjellige metodene for å se på sannsynlighet for negativ avkastning. Den ekstra informasjonen en får i realopsjonsteori må til slutt sees i forhold til nytten en har av denne informasjonen og den ekstra kostnaden en har med å gjennomføre verdsettelsen med denne metoden.

## 1.3 Avgrensning

Denne oppgave tar sikte på å gi en kort innsikt i ulempene med å bruke tradisjonelle statiske verdsettelsesmetodene i forhold til den ekstra informasjonen en får ved å benytte realopsjoner. Oppgaven tar ikke mål for å være en "lærebok" i realopsjonsteori, men kun å vise den ekstra informasjonen en får ved å benytte denne metoden i prosjekter med høy grad av usikkerhet.

På grunn av mangle av reelle prosjektdata, så er datagrunnlaget for analysen til dels basert på subjektive vurderinger, og dermed også noen forenklinger.

---

## 1.4 Oversikt over resten av utredningen

Denne utredningen består i hovedsak av tre hoveddeler.

Del 1, tar for seg innledning, beskrivelse av prosjektet som skal analyseres samt metodegrunnlaget for å ta en investeringsbeslutning. Dette er da kapittel en til tre.

Del 2 er en teoretisk del der jeg tar for meg tre av faktorene fra metodegrunnlaget i del 1. Disse faktorene er strategisk og organisatorisk evaluering samt en risiko analyse. I denne delen henviser jeg til reelle problemstillinger en må ta høyde for i analysen. Del 2 består av kapittel 4 til 6

Del 3 er en gjennomgang av verdsettelsesmetodene som jeg vil bruke. Jeg har valgt å ligge hovedfokuset i denne utredningen på denne delen av oppgaven. Her vil jeg først ta for meg den teoretiske bakgrunnen for de forskjellige metodene, for så å verdsette prosjektet i henhold til disse metodene. Del 3 består av kapittel 7 og 8.

Til slutt følger en oppsummering av resultater og konklusjon. I vedlegget er det lagt ved en del Excel utskrifte for datamaterialet som er brukt i kapittel 7 og 8.

---

## 2. Datagrunnlag for analyse

Problemstillingen stiller noen krav til valg av prosjekt som kan velges. Arbeidet med å se på endring i verdi basert på antatt volatilitet i noen faktorer gjør at det bør være få variabler. Dermed er prosjekter relatert til olje et naturlig valg siden inntektssiden tilnærmet utelukkende er avhengig av oljepris, og verdien er avhengig av forventet fremtidig oljepris og påviste reserver. Reserver er i det fleste tilfeller en tilnærmet kjent størrelse, usikkerheten her ligger i utnyttelsesgrad og i mulighet for nye funn. Denne risikoen er antatt å være usystematisk risiko og vil på selskapsbasis bli redusert med økende antall prosjekt. Når det gjelder enkeltstående prosjekt så vil det være noe usikkerhet her som bør taes høyde for i analysen, men som utgangspunkt bør en ta denne faktoren som gitt ved en gitt utnyttelsesgrad.

Tallmaterialet for det eksisterende prosjektet og for det tenkte prosjektet er basert på regnskapsanalyse av DNO sitt årsregnskap for 2004 samt kvartalsrapporter for 2005. Tallene er basert på prosjekter som DNO har i Jemen. Den følgende gjennomgangen er noe forenklet siden jeg ikke har tilgang til de eksakte tallene.

### 2.1 Evaluering av eksisterende prosjekt

Jeg vil her ha en gjennomgang av et eksisterende prosjekt som DNO har i samme region som det tenkte/hypotetiske prosjektet. Dette gjør jeg for å kunne bruke resultater fra denne gjennomgangen når jeg predikerer kostnader og produksjonsvolumer senere.

I denne delen vil jeg og ta for meg en gjennomgang av noen av faktorene som har stor innvirkning verdsettelsen av et oljeprosjekt slik som prisusikkerhet og volumusikkerhet.

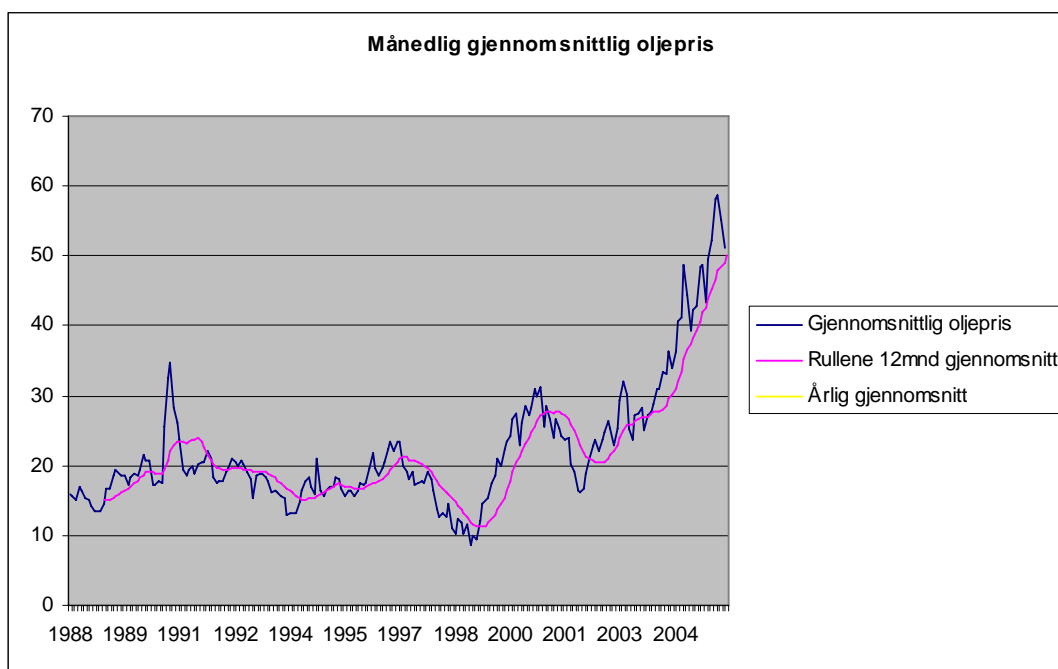
---

### 2.1.1 Prissikkerhet

Da DNO overtok produksjonen av dette feltet så var oljeprisen i snitt på 23 dollar fatet. I snitt for 2005 (januar til desember) så var spotprisen nesten 50 dollar fatet.

De siste årene har oljeprisen steget kraftig, noe som og har økt inntektene til oljeproduserende selskaper betraktelig. Hvis denne trenden fortsetter vil det analyserte prosjektet bli mer verdifullt å igangsette umiddelbart en å vente. Men ifølge ”oljeanalytiker” Kjell-Magne Bondevik (DN, 06.04.2005) var oljeprisen da på et unormalt høyt nivå og ville synke igjen, etter dette har oljeprisen fortsatt å nå nye toppnoteringer.

Følgende tall er basert på månedlige gjennomsnittlige oljepriser fra 1988 til desember 2005, totalt 216 punkter. Priser er oppgitt i dollar som er standard.



Figur 2: Oversikt over oljeprisutvikling 1988-2005



	Mnd	Årlig	Rullende 12 mnd gjennomsnitt
Volatilitet	7,977	6,034	6,300
Volatilitet i %	0,370	0,292	
Aritmetisk gjennomsnitt	21,533	20,668	21,006
Geometrisk gjennomsnitt	20,804	20,989	20,637

*Tabell 1: Volatilitet og gjennomsnitt for oljepris 1988-2005*

Jeg benytter her data fra illinois Basin Crude oil som en tilnærming for OPEC reference basket<sup>1</sup>. Dette er på grunn av bedre tilgang på data materiale samt at OPEC reference basket har gjennomgått endringer nylig noe som gjør det vanskeligere å sammenligne det historiske verdiene i og med at sammenligningsgrunnlaget er endret. Det er en minimal forskjell i gjennomsnittsverdier mellom illinois Basin Crude og OPEC reference basket. Et par eksempler på dette er snittpris på OPEC basket for 2002-2003-2004 som er 24,35\$ - 28,10\$ - 36,05\$<sup>2</sup> og snitt pris for Illinois Basin Crude er 22,81\$ - 27,69\$ - 37,41\$.

Det internasjonale energibyrådet (IEA) økte prognosene for langsiktige oljepriser (DN 07.11.2005) betraktelig. I følge disse prognosene venter de en oljepris på rundt 35 dollar fatet i 2010 hvis ny oljeproduksjon og raffinerikapasitet kommer i gang som ventet. Deretter predikerer IEA at oljeprisen stiger til 37 dollar i 2020 og 39 dollar i 2030. I løpende priser er prediksjon på 65 dollar fatet i 2030. Disse estimatene er basert på at dagens politikk blir gjennomført, noe som igjen er basert på at verdens energibehov er 50 prosent høyere i 2030 enn det er i dag. De gjennomførte også et prisscenario der de store oljeproduserende landene utsetter en del av da planlagte nødvendige investeringer i olje- og gassfelt samt raffinerikapasitet. Dette er noe som ikke er et usannsynlig scenario, ifølge IEA. Med et slikt scenario så vil oljeprisen i

<sup>1</sup> The OPEC Reference Basket (ORB) prisen ble introdusert 1 januar 1987 og ble endret den 16 juni 2005. Den nye "reference basket" er kombinert av de følgende elve valgte crude oljene: Saharan Blend (Algeria), Minas (Indonesia), Iran Heavy (Islamic Republic of Iran), Basra Light (Iraq), Kuwait Export (Kuwait), Es Sider (Libya), Bonny Light (Nigeria), Qatar Marine (Qatar), Arab Light (Saudi Arabia), Murban (UAE) and BCF 17 (Venezuela). (www.OPEC.com)

<sup>2</sup> OPEC statistical bulletin 2004

---

2030 være 13 dollar høyere, noe som vil tilsi en oljepris på 52 dollar fatet eller 86 dollar i løpende priser.

### **2.1.2 Volumusikkerhet**

I Yemen har DNO to operative produksjonslisenser, der de har kjøpt engasjementet etter at utbygging er utført. Disse lisensene er drevet i samarbeid med andre operatører, men disse operatørene blir utelatt i videre analyse. Eierskapet betyr i utgangspunktet ikke noe for analysen siden tallmaterialet reflekterer DNO sin eierandel i prosjektet. Da DNO overtok det andre feltet så ble dette slått sammen med det eksisterende feltet. Dette er gjort sidene begge feltene har cirka samme levetid. De er dessuten i tilstøtende områder, så de har tilnærmet like krav til teknologi for utvinning.

På bakgrunn av dette så vil jeg se på det eksisterende prosjektet som et initialt prosjekt som ga mulighet til å utvide. Jeg vil under vise effekten på verdsettelsen av denne utvidelsen i etterkant av at den er gjort .

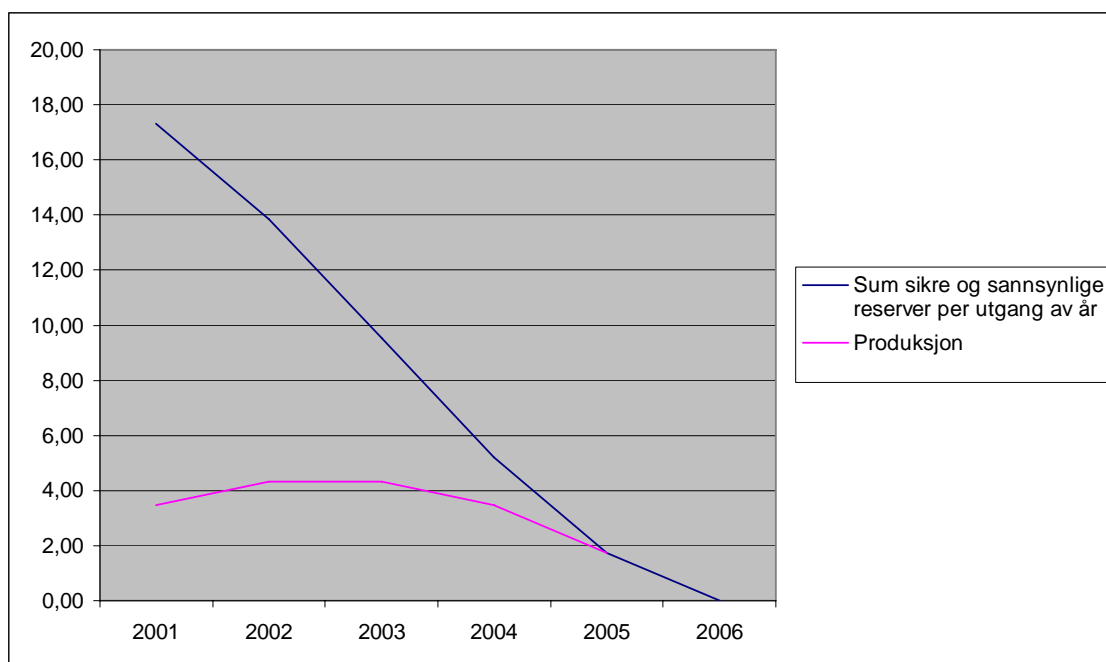


Figure 3: Budsjettert utvikling av produksjon og reserver ved kjøp av felt i 2001

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Driftsinntekter per fat - Mean reverting	\$22,81	\$24,33	\$25,86	\$27,38	\$28,90	\$30,43
Driftskostnader per fat - Lineær økning	-6,93	-8,42	-9,52	-10,29	-11,05	-11,82
Produksjonskostnader per fat	-3,04	-3,27	-4,80	-4,09	-5,05	-6,02
Avskrivninger per fat	-5,20	-5,20	-5,20	-5,20	-5,20	-5,20
Driftsresultat per fat	7,64	7,44	6,34	7,80	7,60	7,39

Tabell 2: Oversikt over utvikling av driftskostnader for perioden 2002 - 2007

Her er de antatt at oljeprisen vil gå lineært mot 35 \$ i 2010 i henhold til IEA prognosen. Avskrivingsprosessen er gjort enklere ved å foreta avskrivning i forhold til produsert volum, i stedet for lineær avskrivning.

Ved kjøp av dette feltet var det lagt til grunn sannsynlige reserver på 9.6 millioner fat på dette feltet, men i løpet av første driftsår så ble dette justert opp med 7,7 millioner fat. På dette tidspunktet var gjennomsnittlig oljepris rundt 23\$ fatet, og prisutsiktene var i samme området. Investeringskostnaden for dette prosjektet er basert på

antagelser fra investeringskostnadene til DNO i 2002. Her var investeringskostnadene slått sammen og oppgitt i kr, dermed blir investeringskostnadene som er brukt en tilnæringsverdi.

Med utgangspunkt i det en visste i 2002 så ville en nåverdi beregning sett slik ut for dette prosjektet.

		2002	2003	2004	2005	2006	
<b>Investering</b>	-\$90 000 000						
Driftsinntekter		\$78 916 833	\$105 237 161	\$111 828 281	\$94 735 521	\$50 004 208	
Driftskostnader		-\$23 966 962	-\$36 420 042	-\$41 177 737	-\$35 589 539	-\$19 118 444	
Produksjonskostnader og driftskostnader		-\$23 966 962	-\$36 420 042	-\$41 177 737	-\$35 589 539	-\$19 118 444	
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger		-\$18 000 000	-\$22 500 000	-\$22 500 000	-\$18 000 000	-\$9 000 000	
<b>Driftsresultat</b>		\$12 982 910	\$9 897 078	\$6 972 808	\$5 556 443	\$2 767 320	
<b>Skatt</b>	78,00 %	\$10 126 670	\$7 719 721	\$5 438 790	\$4 334 025	\$2 158 509	
<b>Årsresultat</b>		\$2 856 240	\$2 177 357	\$1 534 018	\$1 222 417	\$608 810	
<b>Fri kontantstrøm</b>	-\$90 000 000	\$20 856 240	\$24 677 357	\$24 034 018	\$19 222 417	\$9 608 810	
<b>Internrente</b>	3,37 %						<b>Sum</b>
<b>Nåverdi ved WACC 15 %</b>	-\$90 000 000	18 135 861	18 659 627	15 802 757	10 990 480	4 777 277	<b>-\$21 633 998</b>
<b>Nåverdi ved WACC 10 %</b>	-\$90 000 000	18 960 218	20 394 510	18 057 113	13 129 170	5 966 315	<b>-\$13 492 673</b>

*Tabell 3: Nåverdi beregning av felt 1 før utvidelser.*

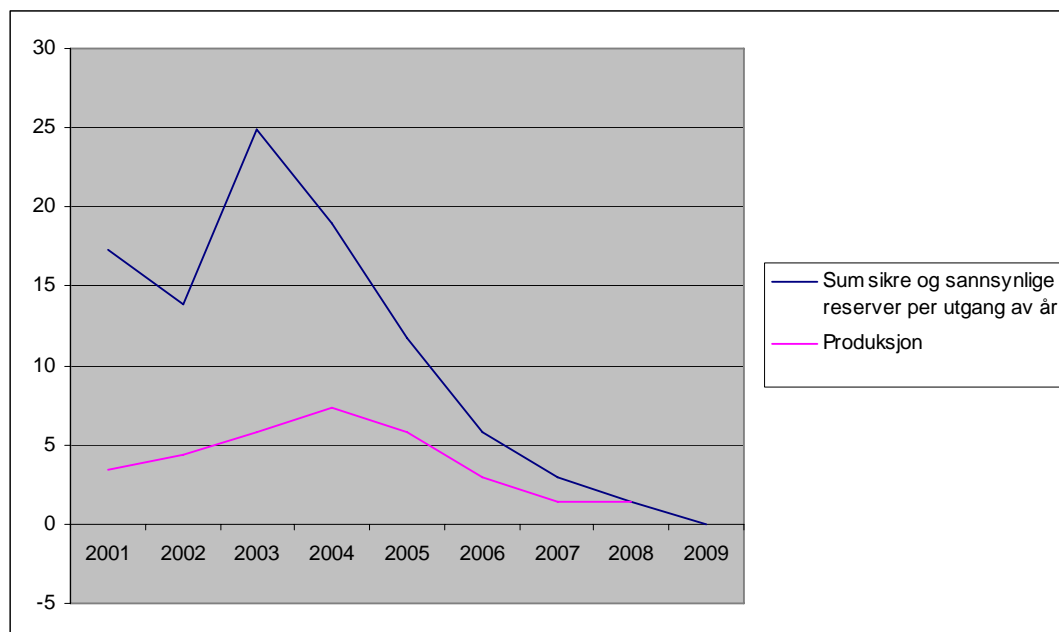
Dette er da et eksempel på en NPV analyse sett ut for dette prosjektet med utgangspunkt i det en visste i 2002, gitt at ledelsen i selskapet var risikoavers og antok at oljeprisen sakte ville stige fremover. Her er det da gitt nåverdianslag ved to avkastningskrav. Disse avkastningskravene skal dekke finanskostnadene i prosjektet også, jeg har ikke tatt med finanskostnadene her i og med at disse ville endre seg med gjeldsgraden. Dermed er det mer praktisk å ta høyde for finanskostnadene gjennom diskonteringsfaktoren

Resultatet av denne analysen er en meget lav internrente og en negativ nåverdi på dette prosjektet.

Som forklart tidligere foretok DNO en utvidelse gjennom et produksjonsfelt tilknyttet det eksisterende feltet i 2003. Dette økte reservene betraktelig, samt at de fikk bedre informasjon om økningen som kom i oljeprisen etter at de vedtok prosjektet.

Prosjekt 1 med utvidelse									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Reservoarstørrelse inngang av året	9,6	17,3	13,84	24,85	19,01	11,70	5,85	2,92	1,46
Revisjon av tidligere anslag	7,7								
Utvidelser og funn	15,4								
Produksjon		3,46	4,39	5,85	7,31	5,85	2,92	1,46	1,46
<b>Sum sikre og sannsynlige reserver per utgang av år</b>	17,3	13,84	24,85	19,01	11,70	5,85	2,92	1,46	0,00
<b>Produksjonsrate</b>			15,00 %	20,00 %	25,00 %	20,00 %	10,00 %	5,00 %	5,00 %

Tabell 4: Oversikt over produksjonsplan på felt 1 etter utvidelse.



Figur 4: Reserver og produksjonsplan ved utgangen av 2004 etter utvidelse av feltet.

I 2003 ble det foretatt utvidelser gjennom oppkjøp av andre produksjonsfelt i nærheten. Dette medførte en økning i de sannsynlige reservene i området samt en økning i produksjonshorisonten.

Hvis en antar at denne økningen var en mulig utvidelse en kunne budsjettere med da en vedtok den første investeringen i 2001 så kan en inkludere denne utvidelsen i verdsettelsen.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
<b>Investering</b>	-\$90 000 000	-\$130 000 000								
Driftsinntekter	\$78 916 833	\$106 721 431	\$151 207 350	\$200 149 323	\$169 031 567	\$88 971 838	\$46 713 946	\$48 941 973		
Driftskostnader	-\$27 437 800	-\$38 136 840	-\$55 323 600	-\$74 747 600	-\$64 272 560	-\$34 373 520	-\$18 305 380	-\$19 424 000		
Produksjonskostnader og driftskostnader	-\$10 518 400	-\$17 553 917	-\$29 032 526	-\$43 324 786	-\$40 267 132	-\$22 957 217	-\$12 885 434	-\$14 292 260		
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger	-\$18 000 000	-\$29 508 257	-\$39 344 343	-\$49 180 428	-\$39 344 343	-\$19 672 171	-\$9 836 086	-\$9 836 086		
<b>Driftsresultat</b>	\$22 960 633	\$21 522 417	\$27 506 882	\$32 896 509	\$25 127 532	\$11 968 929	\$5 687 046	\$5 389 627		
<b>Skatt</b>	78,00 %	\$17 909 294	\$16 787 485	\$21 455 368	\$25 659 277	\$19 599 475	\$9 335 765	\$4 203 909		
<b>Arsresultat</b>	\$5 051 339	\$4 734 932	\$6 051 514	\$7 237 232	\$5 528 057	\$2 633 164	\$1 251 150	\$1 185 718		
<b>Fri kontantstrøm</b>	-\$90 000 000	\$23 051 339	-\$95 756 811	\$45 395 856	\$56 417 660	\$44 872 400	\$22 305 336	\$11 087 236	\$11 021 804	
<b>Internrente</b>		4,59 %								
									<b>Sum</b>	
<b>Nåverdi ved WACC 15 %</b>	-\$90 000 000	\$20 044 643	-\$72 405 906	\$29 848 513	\$32 256 980	\$22 309 513	\$9 643 212	\$4 168 103	\$3 603 047	<b>-\$40 531 896</b>
<b>Nåverdi ved WACC 10 %</b>	-\$90 000 000	\$20 955 763	-\$79 137 861	\$34 106 579	\$38 534 021	\$27 862 230	\$12 590 780	\$5 689 505	\$5 141 753	<b>-\$24 257 230</b>

*Tabell 5: Nåverdieregning av felt 1 etter utvidelse, med samme antagelser om oljepris som før utvidelsen ble foretatt.*

En ser her at med samme antagelser om oljepris øker intern renten i prosjektet ved en utvidelse men nåverdien er fortsatt negativ ved avkastningskrav 10 og 15 prosent.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
<b>Investering</b>	-\$90 000 000	-\$130 000 000								
Driftsinntekter	\$78 916 833	\$121 459 305	\$218 788 300	\$367 022 917	\$275 830 667	\$129 021 500	\$60 063 833	\$55 616 917		
Driftskostnader	-\$27 437 800	-\$38 136 840	-\$55 323 600	-\$74 747 600	-\$64 272 560	-\$34 373 520	-\$18 305 380	-\$19 424 000		
Produksjonskostnader og driftskostnader	-\$10 518 400	-\$17 553 917	-\$29 032 526	-\$43 324 786	-\$40 267 132	-\$22 957 217	-\$12 885 434	-\$14 292 260		
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger	-\$18 000 000	-\$29 508 257	-\$39 344 343	-\$49 180 428	-\$39 344 343	-\$19 672 171	-\$9 836 086	-\$9 836 086		
<b>Driftsresultat</b>	\$22 960 633	\$36 260 291	\$95 087 832	\$199 770 103	\$131 926 632	\$52 018 591	\$19 036 933	\$12 064 571		
<b>Skatt</b>	78,00 %	\$17 909 294	\$28 283 027	\$45 885 482	\$165 620 680	\$102 902 773	\$40 574 501	\$14 848 808	\$9 410 365	
<b>Arsresultat</b>	\$5 051 339	\$7 977 264	\$49 202 350	\$43 949 423	\$29 023 859	\$11 444 090	\$4 188 125	\$2 654 206		
<b>Fri kontantstrøm</b>	-\$90 000 000	\$23 051 339	-\$92 514 479	\$88 546 692	\$93 129 851	\$68 368 202	\$31 116 261	\$14 024 211	\$12 490 291	
<b>Internrente</b>		21,53 %								
									<b>Sum</b>	
<b>Nåverdi ved WACC 15 %</b>	-\$90 000 000	\$20 044 643	-\$69 954 238	\$58 220 888	\$53 247 294	\$33 991 079	\$13 452 418	\$5 272 220	\$4 083 098	<b>\$28 357 404</b>
<b>Nåverdi ved WACC 10 %</b>	-\$90 000 000	\$20 955 763	-\$76 458 247	\$66 526 441	\$63 608 941	\$42 451 274	\$17 564 318	\$7 196 638	\$5 826 813	<b>\$7 671 941</b>

*Tabell 6: Nåverdi beregning av felt 1 etter utvidelse, med reelle oljepriser 2001 – 2005.*

Driftsinntekter i tabellen er funnet ved å bruke reelle oljepriser for 2002 til 2005 og antatt volum<sup>3</sup> og oljepriser<sup>4</sup> fra 2005 til 2010 blir oppsettet som følger. En ser da at økningen i oljepriser samt produktivitetsøkningen har økt nåverdien av dette prosjektet. Driftskostnader og produksjonskostnader er funnet ved å fortsette trenden i

<sup>3</sup> Benytter her DNO sin prognose om levetid på feltet, og tradisjonell produksjonsplan for lignende felt vist i figur over.

<sup>4</sup> Benytter her IAE sin siste prognose om en oljepris i 2010 på 35 \$ fatet

---

produksjonskostnader per fat fra reelle tall fra DNO sitt regnskap for perioden 2002 til 2004. Denne utviklingen var tilnærmet lineær i forhold til antall fat produsert. Dermed blir det lagt til grunn en lineær økning i driftskostnader videre. Dette er da vist ved tabellen under.

Basert på revisjoner i anslag på tidligere sannsynlige reserver er det rimelig å anta at teknologiske nyvinninger og økt lete aktivitet vil medføre flere funn på eksisterende produksjonsområde.

Resultatet av denne gjennomgangen viser at økningen i volum samt økning i oljepris har økt verdien på det gjeldende prosjektet betraktelig. Hvis denne utvidelsen var en mulighet da en verdsette prosjektet før investering så var det en stor opsjonsverdi på å kunne utvide når en visste bedre hvordan markedet utvidet seg. Denne faktoren var nok så verdifull at en godtok et prosjekt som i utgangspunktet hadde negativ nåverdi.

## 2.2 Investeringsprosjekt

Her følger informasjon om et investeringsprosjekt basert på DNO sine lete lisenser i Jemen. Gitt at de sannsynlige reservene som DNO har lagt til grunn på eksisterende lete lisenser så er dette prosjektet tett knyttet opp mot reelle volum. Produksjonsplan er basert på informasjon fra det eksisterende prosjektet presentert over.

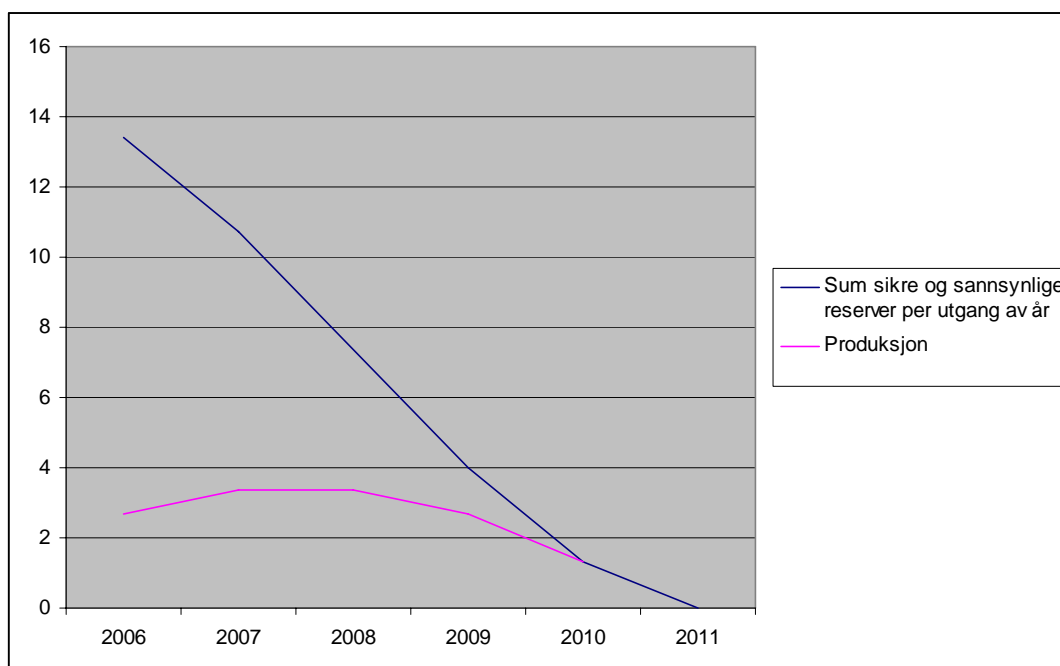
### 2.2.1 Forutsetninger ved det evaluerte prosjektet

I den følgende analysen så vil en se på verdien av prosjektet den 1.1.2006, igangsettelse av prosjektet vil være den 1.1.2007. Prosjektet vil være klar til produksjon den 1.1.2008. Det vil dermed være et år fra analysen er ferdig til det blir igangsatt, og to år til en begynner å produsere. En vil og anta at det vil være sekvensiell informasjonstilgang på prosjektet og at en per definisjon kan vedta prosjektet så sent som 31.12.2006.

Gjeldsgraden i selskapet og prosjektet er ikke avklart og jeg har dermed valgt å se bort fra finanskostnader ved beregning av fremtidig kontantstrøm. For å kompensere

for dette kan en anta et høyere avkastningskrav for prosjektet. Jeg antar at gjeldsgraden i prosjektet er lik som gjeldsgraden i selskapet ellers, og konstant over prosjektets levetid slik at en kan benytte det samme avkastningskravet over hele levetiden.

## 2.2.2 Reserver og produksjonsvolum



*Figur 5: Oversikt over antatte reserver og budsjettert produksjonsplan for 2006 – 2011.*

Ut fra grafen ser en at produksjonen er størst i midten av levetiden av prosjektet, og avtagende deretter. Dette er et vanlig produksjonsforløp for denne typen prosjekter. Nye teknikker og nye funn kan selvfølgelig gjøre produksjonen større på sikt, og dette vil bli diskutert i analysen av dette prosjektet.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Reservoarstørrelse inngang av året</b>		13,4	13,4	10,72	7,37	4,02	
Revisjon av tidligere anslag							
Utvidelser og funn							
Produksjon			2,68	3,35	3,35	2,68	1,34
Sum sikre og sannsynlige reserver per utgang av år		13,4	10,72	7,37	4,02	1,34	0
Rest							
Produksjonsrate			20,00 %	25,00 %	25,00 %	20,00 %	10,00 %



---

*Tabell 7: Oversikt over produksjonsplan for investeringsprosjektet*

Dette er da budsjettert produksjonsplan for prosjektet. Som et vanlig prosjekt må en da velge om en vil igangsette prosjektet umiddelbart. I realiteten kan en kjøpe produksjonslisens nå, men vente med å igangsette produksjon. Eller eventuelt selge videre rettigheter til andre. Dette er da en fleksibilitet som ikke er med i den opprinnelige verdsettelsen i henhold til nåverdiberegninger.

Dette investeringsprosjektet vil da bli videre analysert for å se på alternative verdsettelsesmetoder og tilhørende investeringsvalg. Foreløpig så er det ikke tatt høyde for mulige endringer i reservene i prosjektet, og dette blir vanligvis ikke tatt høyde for når en verdsetter prosjektet etter vanlige verdsettelses metoder som NPV, IRR og komparativ verdsettelse av prosjektene.

### **2.2.3 Karakteristiska ved investeringsprosjektet**

Karakteristika for det gjeldende prosjekter er i det fleste tilfeller uavhengig av hvilke type prosjekt det er. En del faktorer er like, og under vil det følge en kort redegjørelse for disse generelle faktorene, og hvordan disse virker inn på det omtalte prosjektet. Denne delen er basert på Ekern og Stensland (1993).

- Usikkerhet

Ved en lønnsomhetsanalyse av et investeringsprosjekt av en hvis størrelse er de fleste tallverdiene ukjente. Når en ser på et utbyggingsprosjekt i oljeindustrien er en del tallverdier på prosjekteringsstadier usikre, som for eksempel oljepris, dollarkurs, reserver, utbyggingskostnader, utbyggingstid, produksjonsegenskaper, produksjonstid, driftskostnader, rente og inflasjon. I tillegg har en utnyttelsesgrad som er avhengig av teknologi, konkurransestruktur og politiske rammebetingelser er heller ikke kjent når en skal ta investeringsvalget.

- 
- Sekvensiell informasjonstilgang  
Dette er gitt ved at en får mer informasjon om prosjektet vil være ettersom tiden går.  
Prosjekttekstern usikkerhet er knyttet opp mot eksterne faktorer der en får ny informasjon uansett om en gjennomfører prosjektet eller ikke.  
Prosjektintern usikkerhet er knyttet opp mot interne faktorer som for eksempel utbyggingskostnad eller utnyttelsesgrad.
  - Fleksibilitet  
Muligheten til å kunne tilpasses seg til endrede rammebetingelser, dette vil øke oppsidepotensialet samt redusere nedsiden.  
  
Fleksibilitet som kan være med å øke verdien av et slikt prosjekt vil være muligheten av å kunne utsette prosjektet, endre skala eller avstå fra investeringen. Lete aktiviteter kan og være med på å øke reservene, og dette vil da øke verdien av prosjektet og bør bli tatt høyde for når en foretar verdsettelsen.
  - Begrenset reverserbarhet  
Realinvesteringer er preget av store innslag av ”sunk cost”, og markedsverdien av investeringen er lavere enn byggekostnaden. Dette vil tilsi at en i de fleste tilfeller ikke kan komme tilbake til utgangssituasjonen uten tap eller problemer. Investeringer for å øke fleksibilitet som for eksempel muligheter for å øke produksjonskapasitet er vanskelig å gjenvinnes dersom behovet ikke oppstår.

#### **2.2.4 Petroleumsskatt**

I Norge er inntekter fra petroleumsforekomster beskattet høyere enn vanlig siden dette stammer fra nasjonale ressurser. Jeg vil her benytte norske skattesatser selv om antatte prosjektet ikke er lokalisert i Norge.

<b>Beregning av petroleumsskatt</b>	
-	Dritsinntekter
-	Driftskostnader
-	Avskrivning (lineært over 6 år)
-	CO2 - Avgift og arealavgift
-	Netto finanskostnader (tynn kapitalisering: 20 % egenkapital)
=	Ordinært skattegrunnlag (skattesats 28 %)
-	Friinntekt (7,5% av investering i 4 år)
=	Særskattegrunnlag

Figur 6: Beregning av skattegrunnlag i henhold til npd.no

Bruker data fra det eksisterende prosjektet til å finne reell skattesats på oljeprosjekter i selskapet. Denne skattesatsen vil bli brukt i senere verdsettelse av det analyserte prosjektet.

<b>Beregning av petroleumsskatt</b>		2005
	Driftsinntekter	\$367 022 917
-	Driftskostnader	-\$118 072 386
-	Avskrivning (lineært over 6 år)	-\$36 666 667
-	Netto finanskostnader (tynn kapitalisering: 20 % egenkapital)	-\$3 600 000
=	Ordinært skattegrunnlag (skattesats 28 %)	\$208 683 864
->	Ordinær skattekostnad	\$58 431 482
-	Friinntekt (7,5% av investering i 4 år)	-\$16 500 000
=	Særskattegrunnlag	\$192 183 864
->	Særskatt	\$96 091 932
	Ordinært skattegrunnlag	\$208 683 864
+	Avskrivninger	\$36 666 667
-	Finanskostnader (28 %)	\$1 008 000
=	Driftsresultat før skatt	\$246 358 531
->	Driftsskattesats (Sum skattekostnader / Driftsres før skatt)	62,72 %

Figur 7: Beregning av reell driftsskattesats, basert på Kjell Henry Knivsflå (2004)

En ser her at den reelle skattesatsen er lavere enn den som er brukt i tidligere for verdsettelse av det eksisterende prosjektet. Ved å benytte en lavere skattesats som den som er funnet her så vil verdsettelsen av dette prosjektet også bli noe høyere.

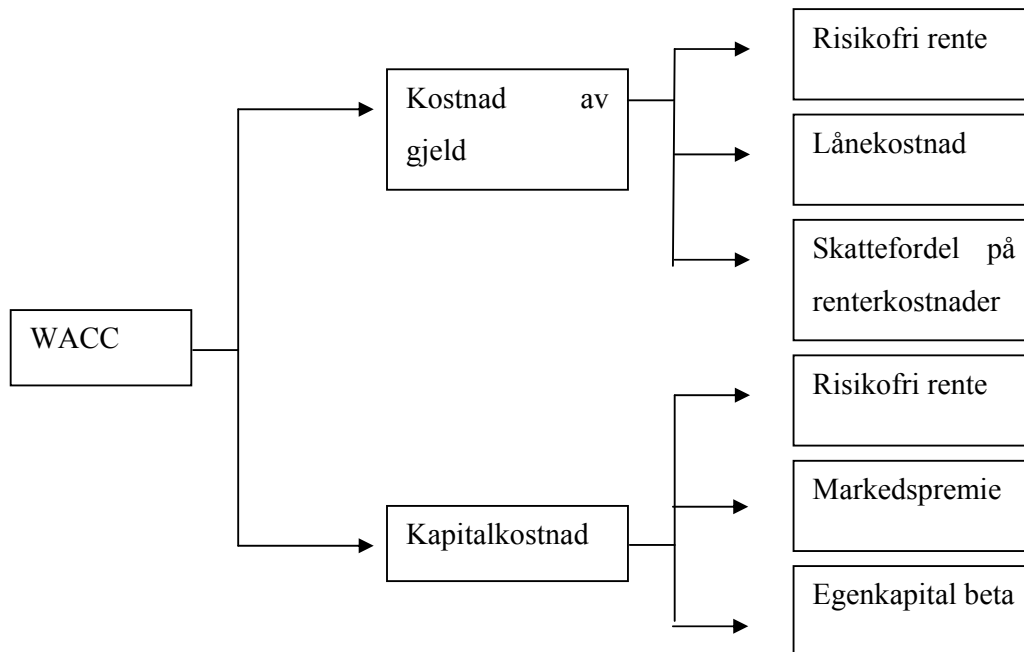
---

## 2.2.5 Avkastningskrav/diskonteringsfaktor

En metode for å beregne diskonteringsfaktoren er å benytte Weighted Cost of Capital (WACC) eller kapitalkostnaden til bedriften. Denne finner en ved å benytte CAPM etter skatt.

$$k_A^s = \frac{E}{V} k_E^s + \frac{D}{V} k_D (s - S_C) = k^{*s}$$

Der  $k_A$  er avkastningskravet til prosjektet,  $k_E$  er avkastningskrav til egenkapital og  $k_D$  er avkastningskravet på gjeld. E er da eiendeler, D er gjeld og V er total verdi dermed er E/V og D/V uttrykk for gjeldsgrad i selskapet.



WACC er basert på følgende forutsetninger.

1. Det er samme risiko i prosjektet som i eiendelene i selskapet som er referansen for avkastningskrav beregningene.

I gjeldende investeringsprosjekt så vil en anta at risiko er lik som ellers i

---

selskapet da selskapet kun har interesser i tilsvarende oljeprosjekter. Dermed vil ikke dette

2. Det må være samme gjeldsgrad i prosjektet som i referanseselskapet.

I og med at prosjektet er en del av referanseselskapet så vil gjeldsgraden i prosjektet hele tiden er den samme som for snittet av selskapet, i og med at det er vanskelig å si at et prosjekt har høyere gjeld enn et annet. Gjeldsgraden for selskapet vil også gjelde for prosjektet og dermed vil dette kriteriet holde

3. Markedsverdier må brukes for vektene.

Vektene for gjeld og egenkapital vil være basert på regnskapstall, og disse er vil gjenspeile regnskapet og ikke markedsverdien som vist ut fra aksjeverdi minus gjeld. Dermed vil ikke denne være helt korrekt, men det er mulig å få en tilnærming.

4. Gjeldsgraden må være konstant over tid.

Dette kriteriet er det som er vanskeligst å oppfylle. Gjeldsgraden i prosjektet vil følge gjeldsgraden i selskapet, og denne vil variere i perioden. Dermed så vil det her være et klart brudd på forutsetningene for WACC. Det er rimelig å anta at gjeldsgraden varier innen et gitt intervall, og en kan da benytte den høyeste verdien som en tilnærming.

<b>Kostnad av gjeld</b>	
Risikofri rente	4,00 %
Markedspremie	1,00 %
Lånekostnad	5,00 %
Tax-Shield på renter	68,12 %
<b>Etter skatt kostnad av gjeld</b>	<b>1,59 %</b>
<b>Kostnad av egenkapital</b>	
Risikofri rente	4,00 %
Markedspremie	7,00 %
Egenkapital Beta	1,8
<b>Kostnad av egenkapital</b>	<b>15,20 %</b>

*Tabell 8: Beregning av kapitalkostnad for bedriften.*

I denne beregning har jeg lagt til en grunn en risikofri rente på 4 %, og en markedspremie for bedriften for å låne på 1 %. Begrunnelse for en slik

---

markedspremie kan blant annet være en lav kredittrating. Til sammenligning så operer Statoil med en markedspremie på 0,5 % på sine lån (vår 2005). Videre benytter jeg den reelle skattesats for å finne avkastningskravet.

Benytter her norsk skattesats på inntekter på som stammer fra oljeinntekter. En slik høy skattesats medfører at en har redusert kostnad ved å låne penger til nye investeringsprosjekter, og lånekostnaden blir lavere. Dette blir også referert til som ”tax-shield” på investeringene.

Diskonteringsfaktorer	
Gjeldsgrad	WACC nominal
20,00 %	12,48 %
30,00 %	11,12 %
40,00 %	9,76 %
50,00 %	8,40 %
60,00 %	7,04 %
70,00 %	5,68 %
80,00 %	4,32 %

*Tabell 9: Avkastningskrav for selskapet i forhold til gjeldsgrad*

I analysen vil jeg anta at det er konstant gjeldsgrad i selskapet, noe som kan forklarest med en lik gjeldsgrad for selskap og prosjekt. DNO, har hatt en gjeldsgrad de siste årene som har lagt på 40 %, jeg vil videre ta utgangspunkt i denne som er tilnærmet 10 %. Men jeg vil også se hva som skjer om selskapet har en varierende gjeldsgrad, der en økning i gjeld vil føre til lavere avkastningskrav men som også føre til høyere finanskostnader. En økning av gjeldsgraden stiller mindre krav til bruk av egenkapital, men det er større fare for insolvens. Det er og vanlig å gi et påslag på avkastningskravet slik at dette blir høyere enn det som er beregnet for å sikre at en ikke godtar prosjekter som er for risikofylte.

Antatt WACC	Diskonteringsfaktorer	År			
		0	1	2	3
	20,98 %	1,21	1,46	1,77	2,14
	18,69 %	1,19	1,41	1,67	1,98
	15,00 %	1,15	1,32	1,52	1,75
	16,40 %	1,16	1,35	1,58	1,84
	14,12 %	1,14	1,30	1,49	1,70
	13,64 %	1,14	1,29	1,47	1,67
	10,00 %	1,10	1,21	1,33	1,46
	11,83 %	1,12	1,25	1,40	1,56
	9,54 %	1,10	1,20	1,31	1,44
	7,25 %	1,07	1,15	1,23	1,32

*Tabell 10: Diskonteringsfaktor for neste tre år gitt WACC.*

Denne tabellen gir diskonteringsfaktorer for de tre påfølgende årene ved noen gitte avkastningskrav.

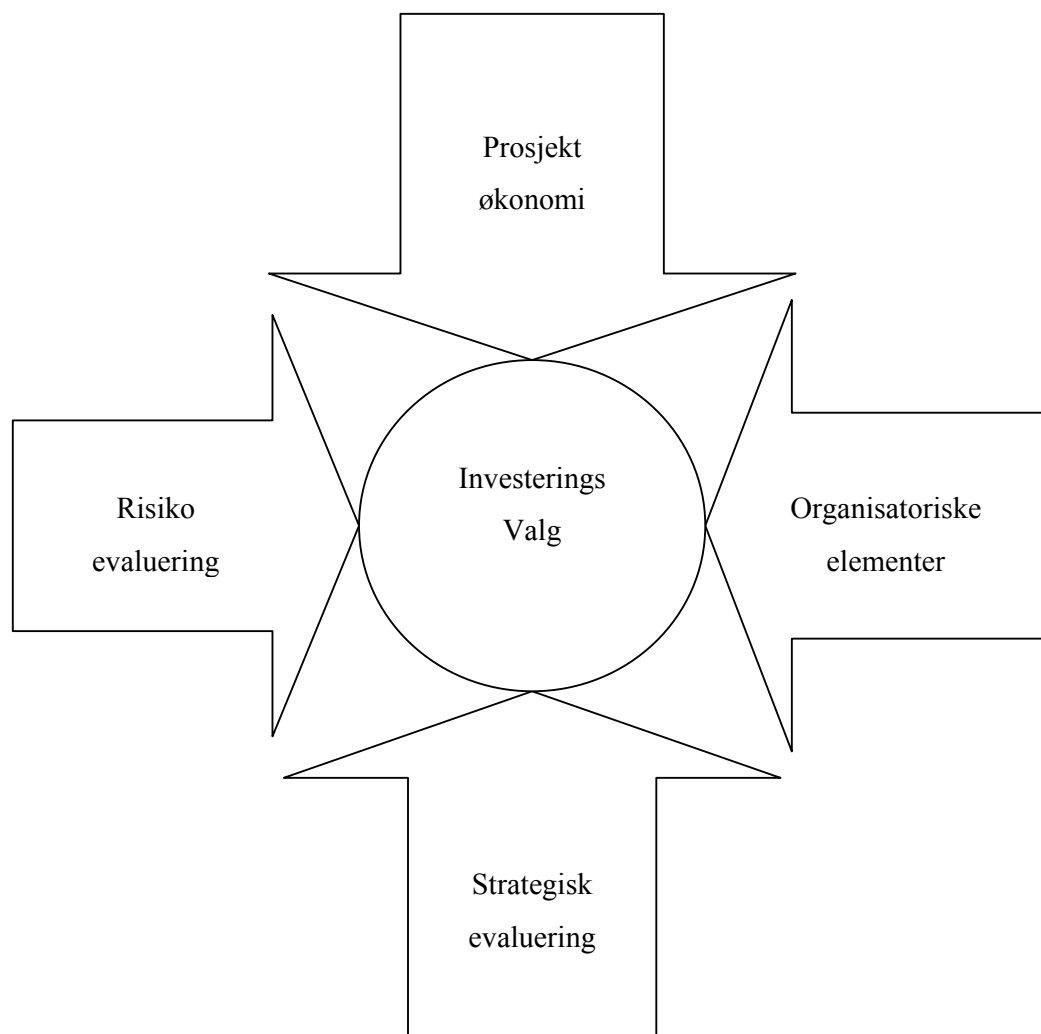
---

### **3. Beskrivelse av investeringsvalg i bransjen**

Oljeproduserende selskaper er som regel meget restriktive med å gi ut informasjon om verdsettelsen av prosjekter, dette har sin forklaring i anbudskonkurransene som en må vinne for å få retten til produksjonslisenser. Hvis konkurrentene vet hva andre selskaper ligger til grunn for verdsettelsen så vil det være enkelt å gi et bud som akkurat overgår konkurrentene og dermed vinne konkurransen. Det som er enkelt å få tak i er metoden de benytter for å verdsette prosjekter. Det følgende kapittelet blir basert på Statoil's metodikk for hvordan de verdsetter prosjekt. Det er rimelig å anta at komparative selskaper benytter lignende innfallsvinkel ved evaluering av investeringsvalg.

Ved evaluering av investeringsvalg er det mange faktorer som spiller inn, vist ved modellen under ser en at det er en helhetsvurdering av forskjellige faktorer som må være tilstede for en god og profitabel gjennomføring av prosjektet. Denne tolkningen er basert på et ledelses perspektiv for gjennomføring av prosjekter, og er til for å gi et helhetsbilde av de ønskede faktorer.

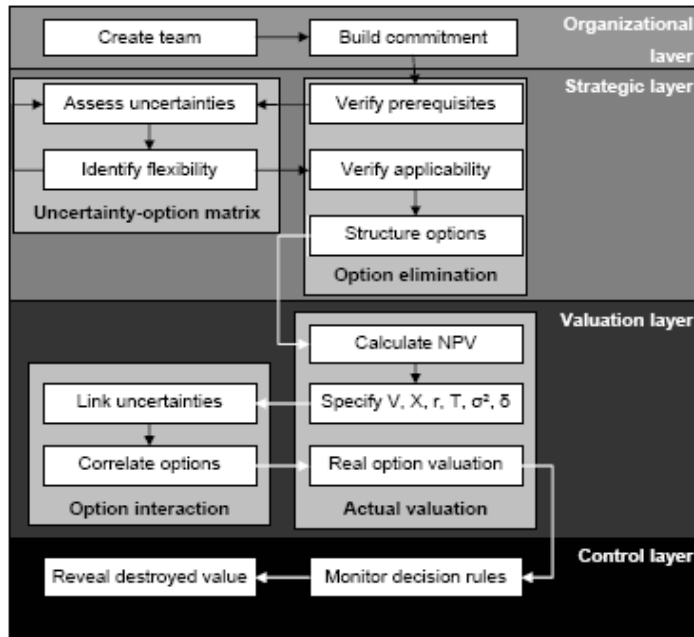




*Figur 8: Fire faktorer for evaluering av prosjekter og investeringsbeslutninger*

Disse fire faktorene vil bli diskutert videre i de kommende kapitlene og danne grunnlag for investeringsanalysen av prosjektet som er presentert i forrige kapittel. Hovedvekten i utredningen og tradisjonelt er på prosjektøkonomien, men for å evaluere et prosjekt så er de andre faktorene også meget viktige, dette er blant annet med bakgrunn i den fleksibiliteten som en kan oppnå ved blant annet organisatoriske egenskaper som er bedre enn hos konkurrentene.

En tilsvarende innfallsvinkel for å verdsette opsjoner er også gitt i Bräutigam og Esche (2003) der de tar for seg de forskjellige områdene som skal til for å verdsette realopsjoner og for å analysere real prosjektene. Her blir da risikoen inkludert kun i variablene som er gitt for verdsettelsen av opsjonen.



Figur 9: Figur fra Johannes Bräutigam, Christoph Esche

Videre vil jeg gå gjennom disse fire faktorene for å se på faktorer som har innvirkning på investeringsvalget. Hovedvekten vil da ligge på prosjektøkonomien, men for å få en korrekt verdsettelse så er det også viktig å se på de andre faktorene som er beskrevet i dette rammeverket.

---

## 4. Organisatoriske elementer

Jeg vil her begynne med å gå gjennom noen av organisatoriske elementene som her en må ta med i en analyse for et investeringsprosjekt. En del av disse faktorene vil bli diskutert videre i kapittelet om strategiske elementer i og med at disse faktorene henger sammen. De organisatoriske elementene kan påvirke strategien, og strategien kan være med å påvirke satsing på gitte organisatoriske elementer. Derfor er de organisatoriske elementene viktige når en vurderer et prosjekt. En må avklare om en har den kunnskapen som trengs for å kunne gjennomføre prosjektet. Hvis en har gjennomført lignende prosjekter før har en bedre kunnskap om hvordan en kan gjennomføre et nytt, en vil og ha bedre kunnskap om hvordan en skal unngå fallgruber.

For å evaluere de organisatoriske elementene vil jeg ta utgangspunkt i rammeverket til Kaplan og Norton (2004) som blir forklart mer inngående i neste kapittel. Organisatoriske elementene vil i henhold til dette rammeverket være basert på det Kaplan og Norton karakteriserer som det interne perspektivet og læring og vekst. Ved vanlige verdsettelsesteknikker, som blir tatt opp senere i dette kapittelet, så er organisatoriske elementer noe en tar for gitt. Ved verdsettelse der en benytter realopsjoner<sup>5</sup> kan ekstra gode organisatoriske elementer gi økt fleksibilitet og et eksempel her er at god læring og vekst kan gi høyere produksjonsrate tidligere.

### 4.1 Teknologiske kunnskaper

I henhold til Petroleumsloven som gjelder på norsk kontinentalsokkel så er det lovfestet at operatørene skal prøve å ha høyest mulig utnyttelsesgrad, og hele tiden satse på å øke denne graden. Et eksempel på dette er vist i Teknisk Ukeblad (nr 27 05), der Statoil i samarbeid med FMC Kongsberg Subsea arbeider for å utvikle metoder som gjør at en kan bore sidesteg fra undervannsbrønner med mindre

---

<sup>5</sup> Realopsjoner vil bli inngående forklart i kapittel 8

---

borerigger. Målet med dette er at kostnadene for å vedlikeholde og utvikle brønnene blir redusert samt at utvinningsgraden øker. På denne måten kan en se at organisatoriske fordeler som teknologiske kunnskaper kan være med å redusere kostnadene samt øke de relevante reservene på et felt. Gevinsten er høyere margin per fat samt flere fat produsert. Et selskap med slike organisatoriske kunnskaper har en større fleksibilitet i et slikt prosjekt enn et selskap som ikke har denne kunnskapen. Resultatet er at et selskap med høy teknologisk kunnskap kan produsere mer olje til en lavere pris enn et selskap med lav teknologisk kunnskap. I ytterste konsekvens kan et prosjekt som er ulønnsomt for et selskap bli lønnsomt for et selskap med de rette organisatoriske kunnskapene. På bakgrunn av dette så ser en viktigheten av å evaluere et selskaps organisatoriske egenskaper når en skal foreta et investeringsvalg.

## 4.2 Organisatoriske variabler som endrer fleksibiliteten

Ved små endringer i variablene i en verdsettelse av realopsjoner vil en få en signifikant endring i verdsettelse. For å motvirke denne typen feil må en prøve å motvirke disse effektene gjennom handlinger i verdsettelsesprosessen. Dette kan blant annet gjøres gjennom å bruke stokastiske metoder som sensitivitetsanalyser eller Monte-Carlo simulering, eller en kan benytte organisatoriske metoder for å redusere feil og forbedre parametrene i verdsettelsen. I og med at de stokastiske metodene også benytter de samme input variablene blir dette enda klarere, siden feil i input variabler vil resultere i feil forventede verdier. En kombinasjon av simulerings teknikker og organisatoriske virkemidler bør gi en akseptabel presisjon.

Ved lengre tidshorisont vil prediksjonsfeilene øke. En metode for å redusere denne typen feil er ved å behandle denne typen i to dimensjoner. Den ene er ved å bryte de predikerte verdiene ned i flere komponenter og den andre dimensjonen er ved å dele de predikerte verdiene over de avdelingene som er ansvarlig. Fordelen ved denne typen aggregering er at feil vanligvis er lavere på aggregerte nivå enn de er på disaggregerte nivå, dette er på bakgrunn av at differanser på disaggregert nivå vil slette ut hverandre på aggregert nivå [Jain, 2002].

---

## 5. Strategisk evaluering

Ved oppstart av nye prosjekter så er det essensielt at disse vil være med i den overordnede strategien til bedriften. Kaplan og Norton har gjennom sin teori om Balanced scorecard (bsc) og med Strategy Maps (2004) bygd et rammeverk for hvordan en kan se på hvordan strategien til et selskap påvirkes av fire forskjellige faktorer. Hovedmålet med et selskaps strategi i alle ledd er å kunne medvirke en realisering av selskapets overordnede mål. Dette er målet er å øke verdien for aksjonærene, men hvordan en skal nå dette målet er forskjellig.

Når en evaluerer et investeringsprosjekt så må en se dette opp i mot bedriftens strategi, for å sjekke hvordan dette investeringsprosjektet passer inn i porteføljen av prosjekter og selskapets strategi. I dette kapittelet så følger en kort innføring i teori om strategisk evaluering av prosjekter, dette for å kunne se på den strategiske verdien en kan ha på selskapsnivå av et enkelt prosjekt. Samtidig kan en få strategiske gevinster på prosjekt nivå av en godt fungerende selskapsstrategi.

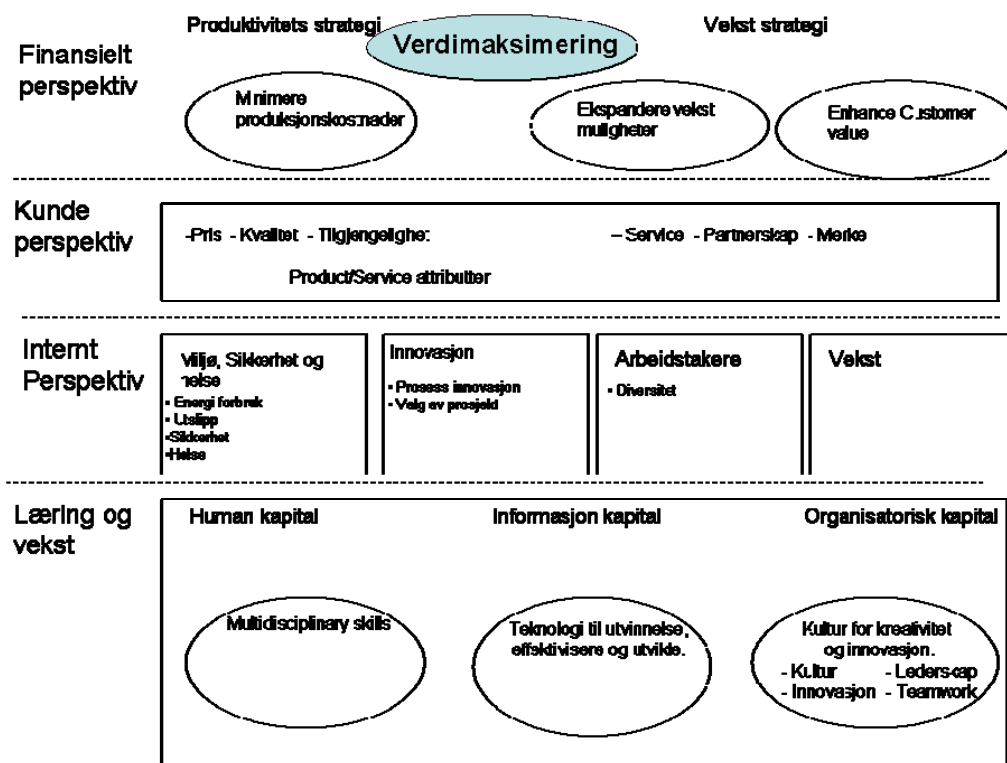
Kaplan og Norton sin teori om balanced scorecard tilsier at et strategisk styringssystem bør ha følgende struktur:

- Strategi bør illustreres ved strategiske kart. Dette er med bakgrunn i at en vil synliggjøre de strategiske dimensjonene eller kausaliteten som en er ute etter å måle, samt at en avgrenser omfanget av målesystemet siden en ikke kan måle alt. En kan og bruke disse systemene for å styre oppmerksomhet, siden en retter fokus mot de dimensjonene som blir målt.
- Strategiene må være flerdimensjonal, og gitt ved følgende dimensjoner. Finansielt, interne-, prosesser-, læring og vekst- perspektivet.
- Det er og kausalitet mellom disse perspektivene i følgende orden. Læring og vekst → Interne prosesser → Kunde → Finansier. De antar her at en satsing på de strategisk viktige områdene under læring og vekst vil gi bedre medarbeidere. Dette vil føre til en forbedring i de interne prosessene, no som

igjen vil føre til mer fornøyde eller lojale kunder. Sluttresultatet er høyere profitt.

Det har vært en del diskusjoner om blant annet kausalitetsantagelsen i bsc, men det er få som har diskutert at de fire gjeldende perspektivene har innvirkning på verdimaksimeringen hvis det er brukt riktig. Det er og viktig med en sammenheng mellom perspektivene slik at en kan fokusere på de viktigste målene for bedriften.

Med bakgrunn i dette sier Kaplan og Norton (2004) at strategiske kart med de viste egenskapene vil gi et rammeverk og språk som kan beskrive alle typer strategier.



Figur 10: Et eksempel av strategisk kart basert på Kaplan & Norton (2004)

---

Denne modellen viser to hovedmetoder for å avkastning på selskapsbasis. Dette er da gjennom vekst og produktivitetsøkninger. En produktivitetsøkning kan nås gjennom lavere produksjonskostnader eller høyere effektivitet.

## 5.1 Strategisk verdi

Lenos Trigeorgis (2002) viser at det kan oppstå merverdi i et selskap gjennom en godt utført strategisk investerings miks. Han har gitt en modell for strategisk planlegging og kontroll basert på de følgende prinsippene:

Selskapsstrategi planlegging, finansieringsbeslutninger, insentiv ordninger og kontroll mekanismer må integreres med den organisatoriske strukturen for å maksimere verdien av selskapet.

Disse prinsippene er da sammenfallende med tankene til Kaplan og Norton når det gjelder den strategiske verdien i forhold til maksimering av selskapsverdi. Trigoris har videre gitt en kort beskrivelse av hvordan verdi bør tolkes (ved å benytte opsjons perspektiv)

Tradisjonell (passiv) NPV av forventede kontantstrømmer  
+ Verdi av opsjoner for aktive organisatoriske effekter  
+ Interaksjons effekter  
= Strategisk NPV\*

Der interaksjons effekter kan være et resultat av for eksempel konkurranse, synergier og/eller avhengighet mellom prosjektene.

### 5.1.1 Selskapsnivå strategi

Som en ser på bsc oppsettet over så er det overordnede målet for selskapet å øke verdien for eierne av selskapet. I et oljeselskap kan en få synergieffekter ved å øke antall felt en har, samtidig som økt kunnskap kan påvirke alle prosjektene de har.

---

Hvis en satser på økt kunnskap som for eksempel produksjonskunnskaper kan en få bedre utnyttelse på alle felt eller reduserte produksjonskostnader.

Når et selskap har flere lignende prosjekter kan større deler av prosjektene integreres med hverandre. På denne måten kan en få lave kostnader på de enkelte prosjektene, og igjen øke verdien på alle prosjekter og verdien av selskapet vil øke.

Et problem når en ser på kun et prosjekt er faren for usystematisk risiko på det enkelte prosjektet. Hvis antagelsen som er lagt til grunn er feil, og det viser seg at størrelsen er mye mindre enn antatt, så vil dette medføre en kraftig reduksjon i verdien til dette prosjektet. Som selskap er det mulig å satse på et større antall oljefelt, på denne måten vil en redusere faren for selskapet dersom et prosjekt slår feil. Dermed er det mulig å redusere faren for usystematisk risiko når det gjelder det enkelte feltet ved å øke antall prosjekter.

### **5.1.2 Operasjonell strategi**

Den operasjonelle strategien har en sterk sammenheng med de organisatoriske egenskapene fra kapittel 4. Her er det da viktig å se hvilke egenskaper en har, og hvilke egenskaper en trenger. På bakgrunn av dette kan en utvikle de egenskapene som skal til for å kunne få konkurransefortrinn på dette området.

Operasjonell strategi har direkte innvirkning på potensielle produktivitetsøkninger i henhold til bsc tankegangen. Den operasjonelle strategien har som hovedfokus å kunne redusere de variable kostnadene ved produksjonen eller å øke utnyttelsesgraden på prosjektet. En større satsing på forbedring av de organisatoriske egenskapene gjennom å bruke læring og vekst perspektivet kan forbedre et enkelt prosjekt, men samtidig ha innvirkning på tilsvarende prosjekter i selskapet. For å kunne gjøre dette er Trigeorgis tankegang om en sammenheng mellom selskapet strategi sammenlignbart med strategi for det interne perspektivet og læring og vekst perspektivet fra Kaplan og Norton sitt rammeverk.

Et oljeselskap selger et standardisert produkt med gitte spesifikasjoner, dermed er det vanskelig å kunne forvente en høyere pris på et slikt produkt med bakgrunn i en bedre



---

kvalitet enn konkurrenter. Råoljen blir solgt i et effisient marked på forward kontrakter, dermed er det viktig å levere den avtalte mengden på rett tidspunkt. Hvis en ikke holder avtalte kontrakter på denne måten kan dette medføre merkostnader for bedriften for å innløse kontrakten. Kundeperspektivet er i så måte en viktig del for å oppnå det overordnede målet om maksimering av verdi til eierne.

## 5.2 Oppsummering strategi

Strategien til et selskap har stor innvirkning på utviklingen av de organisatoriske egenskapene, og en verdsettelse av et prosjekt er avhengig at de har de rette ressursene. Tradisjonelle verdsettelses metoder tar utgangspunkt i et minimum av disse ressursene, mens en i virkeligheten kan oppnå vesentlig bedre resultater gjennom den fleksibiliteten en får gjennom organisatoriske eller strategiske evner over gjennomsnittet.

---

## 6. Risiko evaluering

Det vil alltid være knyttet risiko til nye prosjekt. Risikoen vil være knyttet til inntektssiden og til kostnadssiden, i det siste så har vi fått flere eksempler på akkurat dette. Snøhvit feltet har nettopp offentliggjort enda en budsjettsprekk og har med dette har kostnadene for utbygging økt fra budsjetterte 39,5 milliarder da det var vedtatt til 58,3 milliarder. Samtidig så har produksjonsstart for gass er forsinket med halvannet år. Snøhvit utbyggingen har dermed hatt en kostnadsøkning på nærmere 50 % av budsjettert og en utsettelse av produksjonen og dermed inntektene. Det er nok flere grunner hvorfor Statoil har bommet så kraftig her, og der er ikke første gang Statoil har bommet så kraftig på et kostnadsoverslag før de begynner. En grunn for dette er underbudsjettering for å kunne få prosjektet godkjent politisk, men deler av kostnadsoverskridelsen skyldes utsettelser og feilspesifisert produksjonsutstyr som må forbedres før de kan begynne utbyggingen offshore.

Nye prosjekter må måles opp mot selskapets nåværende risiko profil, og en må se hva slags innvirkning dette prosjektet vil ha på selskapets totale risiko. Her er det flere teorier om hvordan et selskap skal diversifisere risiko. Disse spenner fra det synet der selskapet bør være veldiversifisert, og på den måten ikke ha ”alle eggene i en kurv” til at selskap ikke bør diversifisere. De bør drive med det de kan best, og aksjonærene må diversifisere på egenhånd. Et selskap som driver med oljeproduksjon vil være knyttet opp mot oljeprisen.

Noen prosjekter har også innvirkning på omgivelsene rundt, dette kan da være på miljøspørsmål eller på et politisk plan. Noen eksempler på dette er den planlagte utbyggingene i Barentshavet der miljøinteresser retter krass kritikk mot selskapene som ønsker å bygge ut. (politikk, miljøorganisasjoner),

Derivater er instrumenter som er lagt for å håndtere finansiell risiko effektivt. Det vil da si at de i utgangspunktet ikke er beregnet for å håndtere usystematiske risiko i bedriften, makroøkonomiske risiko eller strategisk risiko. Value-At-Risk (VAR) var initialt utviklet for å behandle en type av finansiell risiko, nemlig marked risiko. Markeds risiko kan deles inn i flere andre typer, og under kommer en kort inndeling.

---

Videre i dette kapitlet vil jeg se på hvilke risikofaktorer et slikt prosjekt kan stå ovenfor, og til slutt vil jeg se på en del metoder for å vurdere risikoen. Jeg vil her ikke komme med noen numeriske beregninger på det analyserte prosjektet. Dette vil bli nevnt under verdsettelsen av prosjektet som følger i kapittel 7 g 8.

## 6.1 Prosjektekstern risiko (eksogen)

Risiko kan deles i to deler, der prosjektekstern risiko (eksogen) er de faktorene som påvirker prosjektet utenfra. Videre følger noen av de mest vanlige typene for eksogen risiko.

### 6.1.1 Markedsrisiko

Marked risiko er i utgangspunktet eksogen, men siden selskapet er en del av markedet så kan det i noen tilfeller utøve markedsmakt og dermed være til dels endogent styrt av selskapet. Usikkerheten kan være i forhold til eksisterende eller potensielle konkurrenter, eller angående kvalitet og pris eller begge deler. Angående nedsiderisiko kan all markedsusikkerhet kontrolleres ved å endre skalaen på prosjektet, inkludert nedleggelse. Ved oppsiderisiko så kan risikoen reduseres gjennom å ekspandere horisontalt. Ved å vente så kan en del av risikoen bli avklart, og en vil da vite bedre hvordan kunder og konkurrenter opptrer i markedet. Ved teknologiske investeringer der en har flere bruksområder vil en få opsjon på bruk innen flere områder noe som vil øke verdien av prosjektet betydelig (Chang, 1998).

Markedsrisiko kommer fra bevegelser i nivå eller volatiliteten til markedsprisene. Denne typen risiko kan deles inn i absolutt risiko som er målt i en pengeenhet (kr, €, \$, £) og dermed fokuserer på volatilitet på total avkastning. Den andre typen for markedsrisiko er relativ risiko som er målt relativt mot en benchmark indeks og måler dermed risiko i forhold til endring fra en indeks eller ved hjelp av enheter som tracking error.

En annen metode for å klassifisere markedsrisiko er å dele den i direkte og indirekte risiko. Direkte risiko viser eksponering mot direkte bevegelser i finansielle variabler,

---

som rente, aksjepriser, valutakurser og varepriser. Disse endringene er målt ved hjelp av lineær approksimasjon som beta ( $\beta$ ) for eksponering mot endringer i aksjemarkedet, durasjon som eksponering mot renter og delta for eksponering mot underliggende aktivum.

Indirekte risiko vil da omhandle den typen risiko som ikke er med i direkte risiko, og vil bli målt av ikke-lineære eksponeringer. Denne typen risiko blir målt gjennom andregrads funksjoner og er målt ved konveksitet for renter og ved gamma når en måler sammenheng med opsjoner.

Markedsrisikoen i det gjeldende eksempelet er det største usikkerhetsmomentet når det gjelder verdsettelsen. Her kommer dette av mangel på markedsmakt, og at priser på nedsiden er gitt i markedet. I prosjektet kan de ikke påvirke andre faktorer enn skalaen og i ytterste tilfelle salg eller nedleggelse av prosjektet.

### **6.1.2 Kredittrisiko**

Kredittrisiko er faren for at motparten ikke vil eller kan betale for dens forpliktelser. Dette er målt ved på den tapte kontantstrømmen hvis en kjøper ikke betaler som avtalt. Tap som følge av økt kredittrisiko kan påløpe før de egentlige tapene kommer. Mer generelt så brukes kredittrisiko å bli definert som det potensielle tapet i markedstransaksjoner, og en tar høyde for dette når en har avsetning til tap på fordringer.

### **6.1.3 Usystematisk risiko**

Usystematisk risiko er i følge Royer (2000) den vanligste årsaken til at prosjekter ikke fullføres i henhold til budsjett eller tidshorison. Dermed må denne kategorien også være med i en analyse av risikofaktorene ved et prosjekt. Men på grunn av denne typen risiko sin natur så er det i de fleste tilfeller mulig å ta høyde for dette i en opsjonsanalyse. I nåverdmodeller vil denne typen risiko bli tatt høyde for gjennom diskonteringsfaktorene eller gjennom hurdle rates for å ta høyde for usikre eksternaliteter, men en vil kun få et mindre presist verdisanslag.

---

## 6.2 Prosjektintern risiko (endogen)

Prosjektintern risiko (endogen) er den typen risiko som internt skaper usikkerhet ved planlegging av et prosjekt. Videre følger noen av de mest vanlige typene for endogen risiko.

### 6.2.1 Operasjonell risiko

Operasjonell risiko stammer fra feil eller mangler i teknisk utstyr, eller følger av feil i arbeid utført av personell. Operasjonell risiko kan føre til markeds- eller kredittrisiko. Herunder hører også modellrisiko, der en baserer analyser og investeringer på modeller. Det medfører fare for at modellen ikke inneholder visse parametere eller modellen kan feilspesifisere disse parametrene som er viktige for analysen.

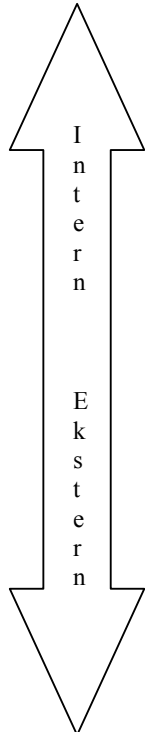
I det gjeldende oljeprosjektet vil feil i antagelsene om reserver eller utnyttelsesgrad medføre en stor risiko for verdien av prosjektet. En endring i utnyttelsesgrad på noen få prosent har store økonomiske innvirkninger på prosjektet, det samme gjelder for de predikerte reservene. En endring i disse variablene vil utgjøre store endringer i verdien av prosjektet, på linje med store endringer i utbyggingskostnadene.

### 6.2.2 Finansiell usikkerhet

Den finansielle usikkerheten i et prosjekt påvirker alle valg innenfor det gjeldende prosjektet. Denne usikkerheten kan deles i to deler, kostnadsusikkerhet og likviditetsusikkerhet. Kostnaden kan sees på som utøvelsesprisen på en opsjon på alle prosjektets kostnader. (Bräutigam og Esche 2003)

Likviditetsrisiko består av markedslikviditetsrisiko og finansieringsrisiko. Markedslikviditetsrisiko oppstår når en gjennomfører så store transaksjoner at transaksjonsvolumet påvirker markedsprisen. Finansieringsrisiko er faren for at en ikke kan møte betalingsforpliktelser som kan medføre at en må selge/likvidere eiendeler tidligere enn beregnet og få et tap på grunn av dette.

### 6.2.3 Oppsummering ekstern og intern risiko



		Avsutt	Gi opp	Utvide	Kontrakt	Bytt
Prosjekt	Tid					
	Kompleksitet					
Intangible	Produktivitet					
	Endringer i arbeidskraft					
	Kunnskap					
Finansiell	Kostnader					
	Likviditet					
Produkt	Kvalitet					
	Performance					
	Eier rettigheter					
Marked	Standarder					
	Kvalitet					
	Pris					
Region	Konkurranse					
	Regulering					
	Skatt					
Ukjent usikkerhet	infrastruktur					
	Sosial					
	Lovgivning					

Tabell 11: Basert på Bräutigam og Esche 2003, opsjon-usikkerhet matrise

Her er de markerte områdene de mest sannsynlige i forhold til hver opsjon. Denne matrisen er beregnet for å visualisere hvilken opsjoner som potensielt kan kontrollere spesifikke usikkerhetsmomenter. Usikkerhet er en av hovedaspektene som er med på å øke verdien på realopsjoner og dermed vil størrelsen på usikkerhetsmomentene være med på å øke opsjonsverdien i de fleste tilfeller (Dixit & Pindyck, 1994).

I de fleste tilfeller så er det kun noen få av disse momentene som har relevant usikkerhet i forhold til det vurderte prosjektet. Dermed så kan en se bort fra de aspektene som har usikkerhet med lav innvirkning på prosjektet eller har lav sannsynlighet for å inntreffe. I forhold til Trigeorgis (1996) er det noen få faktorer som har stor innvirkning på verdsettelsen, og disse vil gi en god nok approksimasjon av prosjekt verdien. Hvis en skal ta høyde for alle usikkerhetsmomenter så ville dette

---

medført et meget komplekst binomisk tre, og krevd komplisert matematikk. En forenkling er her å anbefale i og med at tapet av informasjon er lite

## 6.3 Value-at-Risk (VaR)

Value-at-Risk (VaR) er et statistisk verktøy for å kunne håndtere risikoeksponeringer. Definisjonen av VaR som er gitt i Jorino (2001) er:

*VaR summerer det verste tenkelige tapet over en gitt horisont ved et gitt konfidensnivå.*

Mer formelt så er VaR gitt ved å forklare den kvartilen av et prosjekts distribusjon av tap og gevinster over en gitt periode. Hvis  $c$  er det valgte konfidensnivået så angir VaR -  $1-c$  den nederste halen av konfidensintervallet. Dette vil da gi innsikt i nedsiderisikoen for en investering eller portefølje over et gitt tidsrom.

Anvendelsesområdene til VaR-metoden er spredd og noen av de mest vanlige er blant annet for regulatorer som bruker VaR til å finne kapitalkrav til finansielle institusjoner, forsikringsselskaper kan finne sannsynligheten for og tapet assosiert ved en forsikret hendelse. Bedrifter kan bruke VaR som et verktøy for risikostyring eller for å vurdere kvaliteten på finansinstitusjoners modellverktøy.

Det er flere fremgangsmåter for å beregne VaR. Ofte er utvalget ikke lineært, men en kan da benytte lineære tilnæringsmåter for å komme frem til en fornuftig tilnærming til den reelle VaR. Under er en kort introduksjon til de vanligste metodene for VaR basert på Jorion (2001).

### 6.3.1 Delta-tilnærming (lineær modell):

Vi kan lage en lineær tilnærming til opsjonsprisen ved å bruke opsjonsdelta.

Dette vil være den beste metoden hvis porteføljen består av aktiva med sammenfallende normalfordeling. Dette er og den enkleste metoden. Fordeler med denne metoden er at den er enkel å implementere siden den kun involverer enkle

---

matriser, og at den er rask å beregne selv med et stort antall aktiva siden hver posisjon blir byttet ut med en lineær eksponering.

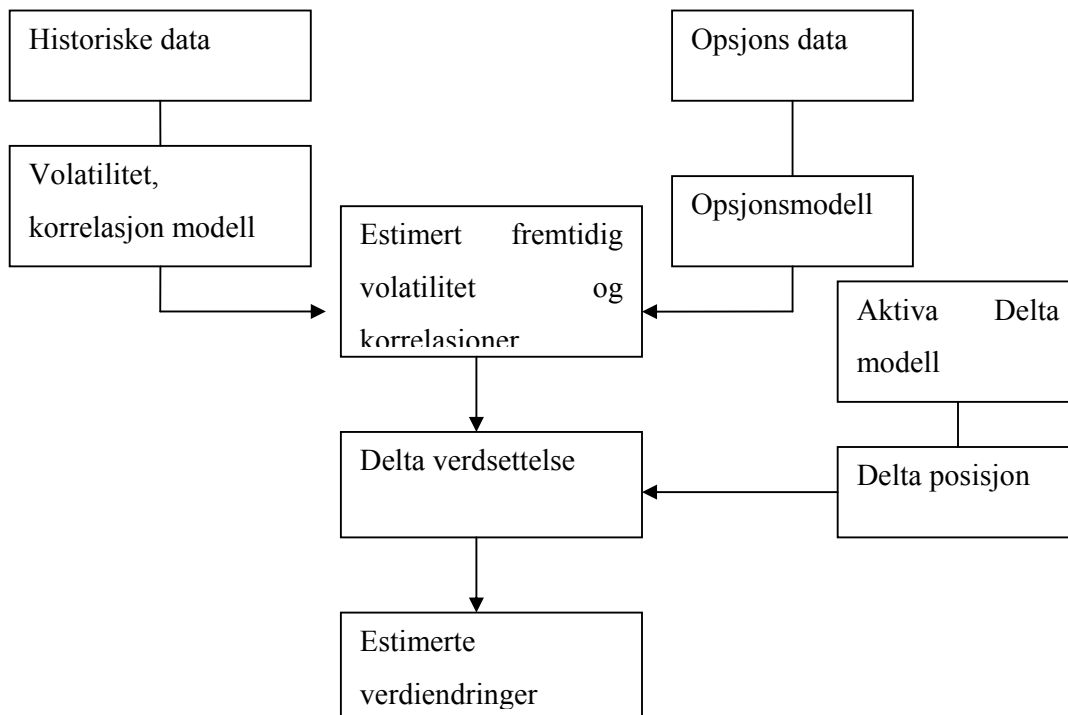
Ulemper med denne metoden er det dessverre flere av. Det største problemet er nok at de fleste finansielle aktiva har fete haler i fordeling av avkastning. Det er spesielt problematisk siden VaR kalkulerer risiko basert på avkastning i venstre hale. I en slik situasjon der en tar utgangspunkt i at aktivas avkastning er normalfordelt så vil en underestimere verdien av uteliggerne og dermed også den reelle verdien av risikoen. Denne metoden underestimerer og risikoen av ikke-lineære instrument slik som opsjoner og lån.

Selv om det er en del problemer med denne metoden, så blir det kompensert med at den er meget enkel å bruke sammenlignet med alternativene. Og, i mange tilfeller så gir delta tilnærmingen en tilstrekkelig måling på markeds risiko.

### **6.3.2 Delta/gamma-tilnærming (kvadratisk modell)**

Den kvadratiske modellen tar hensyn til skjevheten i sannsynlighetsfordelingen for opsjonsverdier og gir derfor bedre tilnærming enn den lineære modellen.





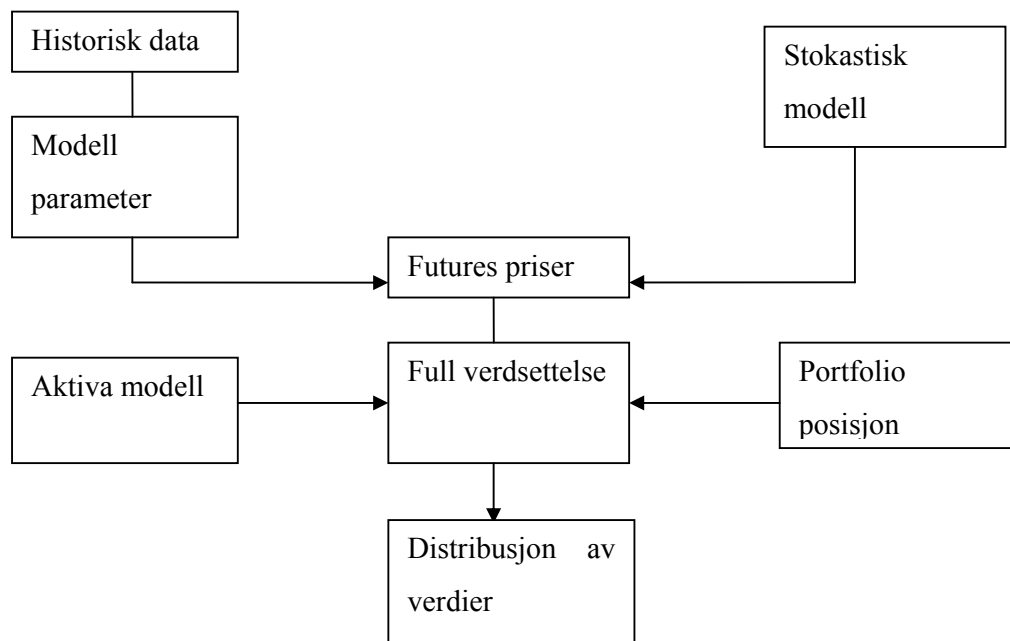
Figur 11: Figuren er basert på Jorion (2001) s220

Fordelen med denne metoden er at den er enkel å implementere siden den kun involverer relativt enkel matrise multiplikasjoner. Dette kombinert med at den er mye raskere å beregne enn de modellene som følger.

Problemet med denne modellen er at den antar at avkastningene er normalfordelt, selv om det vanligvis er feite haler i avkastningen på de fleste finansielle aktiva. Dette medfører da et problem i og med at denne modellen prøver å finne verdien i venstre delen av fordelingen. Denne modellen vil da underestimere verdiene av utliggerne og dermed verdien av den reelle risikoen.

### 6.3.3 Monte Carlo simulering

Vi kan verdsette opsjonen ved å bruke en opsjonspriseringsformel og så benytte Monte-Carlo simulering for å finne fordelingen til avkastningen.



*Figur 12: Monte Carlo Simulering (Jorion 2002)*

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. Parametere som risiko og korrelasjon kan hentes fra historisk eller opsjons data. Det andre steget er å simulere fiktive prisbaner for alle variabler som er interessante. Ved hver horisont må en finne full verdsettelse av prosjektet. Disse verdiene blir kombinert til en distribusjon av utfallene, og VaR kan bli målt.

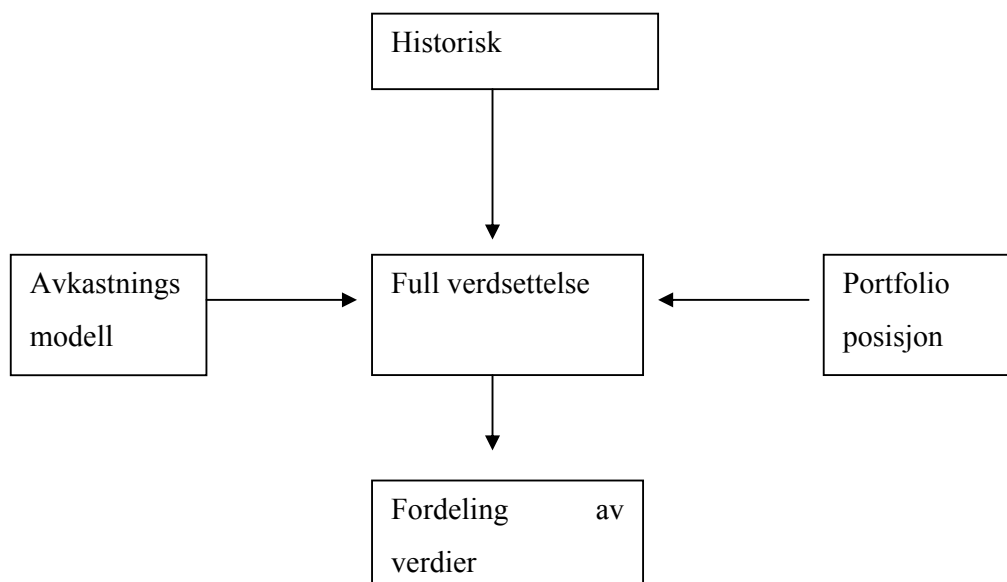
Det er flere fordeler med Monte Carlo simulering, den viktigste er nok at dette er det kraftigste metoden å kalkulere VaR. Den kan inkludere mange forskjellige typer av risiko, inkludert ikke-lineær pris risiko, volatilitet risiko og modell risiko. Den er og fleksibel nok til å ta høyde for tidsvariasjon i volatilitet, fete haler og ekstreme scenarioer. Ved simulering så får en hele distribusjonen og ikke kun et kvartil, og en kan dermed bruke Monte Carlo simulering til å beregne forventet tap ved gitte VaR.

---

Det største problemet med å bruke Monte Carlo simulering for å finne VaR er tid, det tar lang tid å beregne alle prisbanene. Denne metoden tar gjerne for lang tid hvis dette skal gjøres regelmessig. Dette er og metoden som er dyrest å implementere i et eksisterende system da den krever store ressurser. En annen svakhet med metoden er modell risiko, da metoden avhenger av at den stokastiske metoden som ligger i bunn er riktig for målte variabler. For å ta høyde for dette kan en kjøre sensitivts analyser på resultatet fra en Monte Carlo simulering. Det problemet med denne metoden er at den kun er så god som antall utførte simuleringer. Nøyaktigheten til denne metoden øker ved antall simuleringer, men da øker også kravet til data ressurser eller tidsbruk øker.

#### **6.3.4 Historisk simuleringsmetode (Bootstrapping)**

Historisk simuleringsmetode er i utgangspunktet meget lik som Monte Carlo simulering forklart over, hovedforskjellen er her at denne metoden tar utgangspunkt i historiske data for å predikere fremtidige utfall. I likhet så benytter historisk simulering en type simulering for å finne hele fordelingen av utfall basert på vektete historiske verdier.



Figur 13: Basert på Jorion(2001) s222

Full verdsettelse er her basert på et sett med fullstendige priser. Hypotetiske priser for fremtidige priser får en ved å benytte historiske endringer i prisene til dagens prisnivå. VaR finner en da ved å se på den fullstendige fordelingen av hypotetiske verdier.

### 6.3.5 Oppsummering av VaR modeller

Risiko faktor fordeling	Verdsettelse metode	
	Lokal verdsettelse	Full verdsettelse
Analytisk	Delta-normal Delta-gamma-delta	Ikke brukt
Simulert	Delta-gamma-MC	Monte Carlo (MC) Historisk (Bootstrapping)

Tabell 12: Sammenligning av VaR metoder; Jorion (2002)

På bakgrunn av denne informasjonen så ser en at i et slikt tilfelle som er diskutert så vil det være mest relevant å benytte monte carlo simulering for å se på risikoen i dette

---

prosjekt. Dette er da med bakgrunn i at en ønsker å se på risiko fordeling på den fulle verdsettelsen av prosjektet, og ikke kun på en lokal del.

## 6.4 Oppsummering risiko

Risikoen i et prosjekt har stor innvirkning på verdsettelsen av et prosjekt. Når det er stor usikkerhet rundt gitte variabler i en verdsettelse så kan dette føre til en kraftig forverring av det som var antatt. En såg dette i eksempelet fra Statoil tidligere. En investeringskostnad som økte med 20 milliarder og endte opp med å være ca 50 % dyrere enn antatt vil medføre en kraftig reduksjon i den antatte verdien. Derfor er det viktig å analysere alle risikofaktorer, og ta høyde for de som har størst innvirkning i verdsettelsen.

---

## 7. Prosjektøkonomi

Fokuset i denne utredningen ligger på prosjektøkonomien, og her i denne delen vil jeg ta for meg den teoretiske bakgrunnen for ulike verdsettelsesteknikker samt verdsettelse i forhold til noen av disse. På bakgrunn av dette kan en se hva verdiesimatet ligger vekt på og hvilke usikkerhetsmomenter den tar høyde for og hvilke den ikke tar høyde for. Dermed kan en sammenligne estimatene og usikkerheten i estimatene med verdsettelsen i forhold til realopsjonsteori som kommer i kapittel 8.

### 7.1 Verdsettelse av eksisterende prosjekter

Verdsettelse av prosjekter er litt annerledes enn verdsettelse av vanlige foretak. Den største forskjellen er nok at i et foretak så ligger en til grunn at bedriften skal drive ”uendelig”, mens i de fleste prosjekter som bedriftene er bygd opp av så har en gitt levetid. Det er tre hovedtyper av verdsettelse: Fundamental verdsettelse, komparativ verdsettelse og opsjonsbasert verdsettelse. Videre i dette kapittelet vil det følge en generell innføring i verdsettelse av aktiva etter disse tre metodene. De to første metodene vil bli brukt for å verdsette prosjektet, mens en bruker metoder for opsjonsbasert verdsettelse for å se på verdien av å utvide.

#### 7.1.1 Fundamental verdsettelse

Fundamental verdsettelse er standard verdsettelse metode for å verdsette selskap og også prosjekter. Denne er basert på en fundamentalanalyse, ved strategisk regnskapsanalyse og å utarbeide fremtidsregnskap. Når fremtidsregnskapet er fastsatt så kan verdien av egenkapitalen fastsettes ved hjelp av totalkapitalmetoden eller egenkapitalmetoden.

*Egenkapitalmetoden* verdsetter egenkapitalen direkte gjennom diskontering til nåverdi av fremtidig utbytte og fri kontantstrøm til egenkapitalen. Alternativt så kan en benytte balanseført egenkapital og legge til nåverdi av fremtidig superprofitt.

---

*Totalkapitalmetoden* verdsetter total verdi av aktiva og trekker fra gjeld for å finne verdien av selskapet.

### **7.1.2 Komparativ verdsettelse**

Komparativ verdsettelse kan deles opp i direkte og indirekte metoder<sup>6</sup>.

**Direkte komparativ verdsettelse** er verdsettelse der en bruker *multiplikatormodeller* for å sammenligne markedsverdien eller børsverdien av egenkapitalen i komparative virksomheter.

*En multiplikator* er et forholdstall mellom prisen på aksjen eller verdien på selskapet som blir dividert med: en resultatstørrelse, en balansestørrelse, en kontantstrømstørrelse eller et mål på en kritisk ressurs.

*Komparative virksomheter* er virksomheter i samme bransje. Men det er ingen selskaper/prosjekter som er helt like, derfor må en justere for ulikheter mellom aktiva som skal verdsettes og de som en sammenligner med.

Bransje er en gruppe virksomheter/prosjekter som tilbyr like produkter eller tjenester eller nære substitutter.

Multiplikatorer er en utbredt og populær metode ved verdsettelse siden den rask og intuitivt lett å forstå. Med denne metoden så kan en få et verdianslag til en rimelig pris, og den krever ikke så mye arbeid som andre metoder. Men det er en fare for vesentlig feilprising ved ukritisk bruk av multiplikatorer. (Dyrnes, S. 2004)

Ved valg av multiplikator har en to valg.

- Valg av teller/verdigrunnlag
- Valg av nevner/basis.

---

Valget av verdigrunnlag kan deles inn i to hovedgrupper (Dyrnes, S, 2004). Den første hovedgruppen tar utgangspunkt i markedsverdi av egenkapital, ved for eksempel pris per aksje. Denne metoden kalles for egenkapitalmultiplikator. Den andre hovedgruppen tar utgangspunkt i summen av egnekapital og rentebærende gjeld, siden den tar utgangspunkt i totalkapitalen så kalles denne metoden for totalkapitalmultiplikator.

I den første gruppen så finne en multiplikatorer som pris/fortjeneste (P/E), pris/bok (P/E), pris/omsetning – pris/salg (P/S). Disse multiplikatorene er svært enkle i bruk og det er enkelt å finne nødvendig data for kunne bruke dem.

Ulempen ved å benytte disse egenkapitalmultiplikatorene er ved ulik finansieringsstruktur, da selskap med ulik finansieringsstruktur bør ha forskjellig P-multiplikator for å ta høyde for ulik finansiell risiko. Ved lavere egenkapitalandel så bør en ha lavere P-multiplikator siden en har høyere finansiell risiko. Det er en del begrensinger til når en kan benytte slike multiplikatorer modeller som for eksempel hvis fortjeneste per aksje er negativ. Da kan en ikke benytte seg av dette forholdstallet. På denne måten så må en finne en basis som er konsistent med prisen. Dette kan for eksempel være resultat til egenkapital per aksje eller egenkapital per aksje.

**Indirekte komparativ verdsettelse** er verdsettelse der en benytter substansverdimodellen.

I substansverdimodellen tar man utgangspunkt i siste tilgjengelige balanse og korrigerer denne for forskjeller i selskapets eiendeler og gjeld. På denne måten definerer en egenkapitalen som markedsverdien av eiendeler fratrukket markedsverdien av selskapets gjeld. Denne metoden forutsetter at en kan identifisere

---

<sup>6</sup> Damodaran, A., 2002, "Investment Valuation: Tools and Techniques for determining the value of any asset," Wiley



---

eiendeler og gjeld og at en kan finne relevante salgs- eller markedsverdier. En kan benytte denne metoden i situasjoner der:<sup>7</sup>

- Et marked eksisterer der eiendelene kan selges uavhengig av virksomheten.
- Eiendelenes verdi er uavhengig av den virksomhet som drives i selskapet.
- Kjøp av bedriften er et alternativ til kjøp av eget anlegg.

Når det er spørsmål om fortsatt drift eller ikke så kan substansverdien være en nyttig metode. Hvis verdien av fremtidig drift er mindre enn substansverdien så kan dette være en indikasjon på at salg av eiendelene er det mest lønnsomme valget. Ulempen her er at denne modellen ikke tar høyde for fleksibilitet, og kan dermed gi indikasjoner på at det er smartest å avslutte produksjon selv om det er verdier i den fleksibiliteten som eiendelene gir.

### **7.1.3 Opsjonsbasert verdsettelse**

Opsjoner er i det fleste tilfeller knyttet opp mot finansielle verdier, men de viktigste beslutningene til bedrifter er knyttet opp mot realverdier. Ved å benytte rammeverket for realopsjoner så kan en verdsette realverdier etter samme metode som en verdsetter et finansielt aktivum. For å gi en kort sammenligning så kan en se på følgende eksempel:

- En kjøpsopsjon (Call) er retten til å betale eksersis prisen (strike) for en underliggende aktivum og dermed den fremtidige kontantstrømmen fra dette aktivumet.
- Et investeringsprosjekt er retten til å betale en investeringskostnad for å få retten til den fremtidige kontantstrømmen fra prosjektet.

---

<sup>7</sup> Dahl, Hansen, Hoff og Kinserdal, "Verdsettelse i teori og praksis," Cappelen akademisk forlag, 1997

---

Dette tilsier at en kan se på investeringsprosjekter som en kjøpsopsjon, der investeringskostnaden er lik strike pris og fremtidige kontantstrømmer er lik verdien på aktivumet.

Den ekstra verdien en realopsjon tilfører et prosjekt kan sees i sammenheng med at har en rett men ikke en plikt til å igangsette prosjektet i påvente av ny informasjon. Her antar en at det er sekvensiell informasjonstilgang. Dette innebærer at prosjekter som gjennomføres straks må ha positiv nåverdi og i tillegg må de kunne dekke alternativkostnaden ved at ikke kan vente å se i det irreversible prosjektet.

Hovedforskjellen på opsjonsbasert verdsettelse og de overstående er at denne metoden er en utvidelse som eksplisitt er lagd for å ta høyde for verdien av fleksibilitet.

$$\text{VerdiEK} = \text{VerdiEK}^* + \text{Nåverdi av fleksibilitet}$$

Der  $\text{VerdiEK} \geq \text{VerdiEK}^*$ .

Her er da  $\text{VerdiEK}^*$  tilsvarende med verdien av egenkapital funnet ved for eksempel komparativ verdsettelse, og  $\text{VerdiEK}$  blir summen av  $\text{VerdiEK}^*$  og nåverdien av fleksibiliteten knyttet til opsjonen.

En opsjon er en rett, men ikke en plikt til å kjøpe eller selge et aktivum på et fremtidig tidspunkt til en pris som er avtalt på forhånd. En realopsjon er knyttet opp mot drift og er dermed en rett men ikke plikt til å utnytte et driftsmiddel, som for eksempel utvide, avvikle, bygge nytt, bygge flere ol.

#### **7.1.4 Oppsummering**

Av de metodene som er diskutert over så er opsjonsbasert verdsettelse alternativet som er best egnet for gjeldende problemstilling. Det er vanskelig å verdsette et nytt prosjekt på bakgrunn av en fundamental analyse i og med at det er vanskelig å få til en riktig fremskriving av inntekter og kostnader. Det samme problemet gjelder også ved diskontert nåverdi modeller som blir diskutert i kap 7.2. Komparativ verdsettelse

---

kan bli brukt til å verdsette det gjeldende investeringsprosjektet med bakgrunn i det eksisterende, men det kan være problematisk å få riktige multiplikatorer som diskutert. Dermed så er den mest relevante metoden opsjonsbasert verdsettelse. Denne metoden vil bli videre presentert senere i dette kapitlet.

## 7.2 Verdsettelse av investeringsprosjekter

Figuren som var gjengitt fra artikkelen til Graham og Harvey (2001) i kapittel 1.1 viser de mest brukte verdsettelses metodene for investeringsprosjekter. I denne delen vil det følge en kort gjennomgang av de mest brukte metodene, samt en verdsettelse med bruk av de mest brukte.

### 7.2.1 NPV

#### 1. Historisk og utbredelse av NPV

Net Present Value (NPV) eller nåverdmodellen, er det mest brukte verktøyet for å verdsette større investeringer i bedrifter. I 1972 gjorde Klammer en undersøkelse blant 100 store selskaper om NPV, da brukte 19 % NPV teknikker. I 1978 gjorde Schall, Sundem og Geijisbeek en lignende undersøkelse blant 424 store selskaper, da brukte 86 % av dem NPV teknikker. Det tok altså to tiår før NPV ble virkelig utbredt som verdsettelse teknikk. Copeland og Antikarov antyder at realopsjoner vil overta for NPV som den mest brukte metoden om nye ti år. Men realopsjoner bygger på tanker fra NPV teorien og det er dermed viktig å kunne bakgrunnen for NPV.

Nåverdi modellen kalkulerer den forventede monetære gevinsten eller tapet ved å diskontere fremtidige kontantstrømmer til dagens verdi ved å bruke avkastningskravet. For å være et akseptabelt prosjekt så må det ha en nåverdi over null. Diskonteringsfaktoren er høyere enn kapitalkostnaden siden nåverdmodellen tar høyde for at investeringen skal gi bedre avkastning enn det en kan få i et risikofritt aktiva.

Fordelene med nåverdimetoden og andre diskontert kontantstrøm modeller er flere. Først og fremst er det at prosjekter blir behandlet på lik måte og på den måten kan en få like kriterier for valg mellom dem. Dermed så vil en ende opp med samme resultat uavhengig av risikopreferanser til investorene. Metoden gir et akseptabel nivå av presisjon og har en meget logisk fremgangsmåte noe som gjøre den meget enkel å forstå, dermed er det også meget enkel å forklare resultater fra analysen.

Disse positive karakteristikene er nok årsak til at diskonterte kontantstrømmodeller er blant de mest brukte metodene for å vedta nye prosjekter.

## 2. Kritikk mot NPV metoden

Nåverdimetoden er en metode som er enkel å forstå og å bruke, men det er noen svakheter med modellen der den ikke er konsistent med virkeligheten. En av de største problemene er at nåverdimetoden antar at implisitt tar beslutningen om å iverksette prosjektet i dag, mens man i virkeligheten har flere valg. Under følger en kort gjennomgang over de viktigste svakhetene ved diskontert kontantstrøm modeller.

<b>Antagelser i diskontert kontantstrøm metoder</b>	<b>Virkelige sammenhenger</b>
Beslutninger er tatt nå, og kontantstrømmen er låst i fremtiden	Usikkerhet i variabler i fremtidige inntekter og utgifter. Ikke alle avgjørelser er tatt i dag, siden noen kan bli utsatt til senere når usikkerheten er mindre
Prosjekt er "mini selskap", og de er uavhengige fra hele selskapet	Nettverks effekter, diversifisering, sammenhenger og synergien gjør at selskaper er en portefølje av prosjekt og deres kontantstrømmer. Av og til kan et prosjekt ikke behandles uten å sammenligne med andre.
Når et prosjekt er igangsatt så er det kun	Prosjekt er vanligvis aktivt styrt gjennom

passivt styrt	levetiden.
Fremtidige kontantstrømmer er enkelt predikerbar og deterministiske	Det er vanskelig å estimere fremtidige kontantstrømmer siden de vanligvis er stokastiske og risikofylte av natur
Et prosjekts diskonteringsrate er brukt som alternativkostnaden til kapitalen, og er proporsjonal med ikke-diversifiserbar risiko	Det er mange faktorer som fører til risiko <sup>8</sup> i prosjektet, og noen er diversifiserbar over flere prosjekt eller over tid.
All risiko er tatt høyde for gjennom avkastningskravet	Selskaps og prosjekt risiko kan endres i levetiden til prosjektet
Alle faktorer som kan ha innvirkning på resultat av prosjektet og verdien til investorene er reflektert i modellene gjennom NPV og IRR	På grunn av kompleksiteten av eksternaliteter er det vanskelig eller umulig å kvantifisere alle faktorer og ta høyde for dem i kontantstrømmen. Hendelser som ikke er tatt høyde for kan være signifikante og ha strategisk verdi
Ukjente, immaterielle og umålelige faktorer er verdsatt lik null	Mange av disse faktorene kan ha strategisk verdi

*Tabell 13: Tabellen er basert på Mun (2003) side 59*

### 3. NPV metoden brukt på investeringsprosjektet

Her følger en verdsettelse av investeringsprosjektet ved bruk av nåverdimetoden.

---

<sup>8</sup> Risiko faktorer til prosjektene er vist i kapittel 0

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Driftsinntekter per fat - Mean reverting	\$50,21	\$47,17	\$44,13	\$41,08	\$38,04	\$35,00	\$35,00
Driftskostnader per fat - Lineær økning basert på historiske verdier		-10,29	-11,05	-11,82	-12,58	-13,35	-14,11
Produksjonskostnader per fat - Lineær økning basert på historiske verdier		-4,09	-5,05	-6,02	-6,98	-7,94	-8,90
Avskrivning per fat			-\$10	-\$10	-\$10	-\$10	-\$10
Produksjon			2 680 000	3 350 000	3 350 000	2 680 000	1 340 000
Reservoar størrelse ved utgangen av året		13 400 000	10 720 000	7 370 000	4 020 000	1 340 000	0

*Tabell 14: Antatt utvikling av oljepris og driftskostnader, samt produksjonsplan for investeringsprosjekt.*

Prisutviklingen følger antagelsen til IEA om 35 \$ fatet i 2010, og driftskostnadene følger utviklingen til det eksisterende prosjektet som ble behandlet i kapittel 2. Jeg bruker videre reell skattesats som ble funnet i kapittel 2.2.4 på 62 %.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Investering</b>		<b>\$130 000 000</b>					
Driftsinntekter		\$126 406 667	\$147 818 750	\$137 629 167	\$101 951 667	\$46 900 000	
Driftskostnader		-\$31 505 141	-\$41 944 612	-\$44 507 798	-\$37 656 786	-\$19 853 667	
Produksjonskostnader og driftskostnader		-\$21 041 499	-\$29 525 448	-\$32 749 023	-\$28 778 078	-\$15 678 469	
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger		-\$26 000 000	-\$32 500 000	-\$32 500 000	-\$26 000 000	-\$13 000 000	
<b>Driftsresultat</b>		\$47 860 026	\$43 848 690	\$27 872 346	\$9 516 802	-\$1 632 136	
<b>Skatt</b>	62,34 %	\$29 833 940	\$27 333 440	\$17 374 456	\$5 932 377	-\$1 017 405	
<b>Årsresultat</b>		\$18 026 087	\$16 515 250	\$10 497 891	\$3 584 426	-\$614 731	
<b>Fri kontantstrøm</b>		-\$130 000 000	\$44 026 087	\$49 015 250	\$42 997 891	\$29 584 426	\$12 385 269
<b>Internrente</b>		13,74 %					<b>Sum</b>
Nåverdi ved WACC 15 %		-\$113 043 478	\$33 290 047	\$32 228 322	\$24 584 184	\$14 708 688	\$5 354 494
Nåverdi ved WACC 10 %		-\$118 181 818	\$36 385 196	\$36 825 882	\$29 368 138	\$18 369 601	\$6 991 162
Nåverdi ved WACC 9,64 %, gitt ved egenkapital grad 40 %		-\$118 318 117	\$36 469 170	\$36 953 443	\$29 503 853	\$18 475 773	\$7 039 679
							<b>\$2 877 744</b>
							<b>\$9 758 160</b>
							<b>\$10 123 801</b>

*Tabell 15: Nåverdiberegning for investeringsprosjektet.*

Har her jeg antatt at investeringen på dette prosjektet (lisenser og utbygging) er på 130 millioner dollar, kostnadsutviklingen er beskrevet i tabell 10 og er en videreføring av funn i det eksisterende prosjektet. Som beskrevet tidligere i kapittel om organisatoriske elementer og strategiske elementer så er det en mulighet for reduserte driftskostnader som følge av økt satsing på opplæring og forskning og utvikling. Men velger å se bort fra en slik utflating i nåverdi analysen her.

En ser da at intern renten til prosjektet er på 13,74 % men da er det ikke tatt høyde for finanskostnader. Hvis en antar full belåning på prosjektet så vil intern renten falle med ca 1 % og nåverdien vil også bli redusert noe ved de avkastningskravene som er gitt over. Det relevante avkastningskravet vil da bli lavere i og med at en antar at

---

ønsket avkastningskrav til egenkapital skal være konstant, slik en kan se i beregning av avkastningskrav i kapittel 2.2.5.

Selv om en 40 % gjeldsgrad vil gi et avkastningskrav på 9,64 % så er det rimelig å anta at det blir lagt til en buffer for å sikre fortjeneste om uforutsette hendelser skulle inntreffe. På grunn av dette vil jeg ta utgangspunkt i avkastningskravet på 15 % for videre sammenligning.

### **7.2.2 IRR**

Internrente metoden kalkulerer den diskonteringsraten der nåverdien av forventede kontantstrømmer til et prosjekt er lik kontantstrømmer fra et prosjekt. Det vil si at intern renten er den verdien som gjør at  $NPV = 0$ . Hvis en i et tilfelle får  $IRR = n$  og avkastningskravet er lik  $k$ , da vil dette gi positiv NPV hvis  $IRR > k$ .  $NPV = 0$  når  $IRR = k$  og negativ NPV når  $IRR < k$ .

Under punktet for beregning ved hjelp av nåverdimodellen har jeg også beregnet internrente til prosjektet. Denne kan da sammenlignes med avkastningskravet til bedriften.

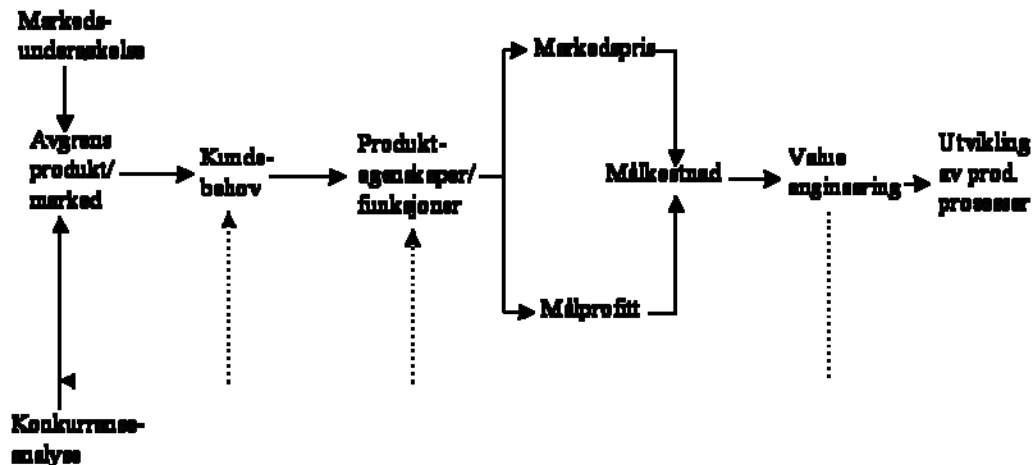
### **7.2.3 Hurdle rates**

I oljeindustrien er det vanlig å benytte hurdle rates ved verdsettelse av prosjekt. Hurdle rates er basert på selskapets WACC (Weighted Average Cost of Capital) og en har da et lite påslag for å garantere at en vil ha positiv kontantstrøm ved en gitt oljepris. Dette er og en sikkerhet for at en skal kunne positivt resultat ved en gitt oljepris.

I oljeindustrien fungerer metoden ved at en sitter et mål på hva en antar at oljeprisen i verste fall vil ligge på fremover, og en vil da investere i prosjekter der en kan tjene penger selv om oljeprisen faller helt ned til dette pessimistiske anslaget. Jo høyere denne verdien er jo lavere sikkerhet er det i prosjektet. Dette er da en prediksjon hva

en tror den langsiktige prisen på olje vil ligge på og dette blir gjenspeilt i selskapets ønsker om å fortsatt kunne tjene penger ved dette nivået. Det er ikke så lenge siden oljeprisen lå på rundt 20 \$ fatet, og en slik pris vil gjøre mange oljeprosjekter som er iverksatt nå til tapsprosjekter.

Denne metoden kan sees i sammenheng med teorien for Target Costing



Figur 14: Figur fra forelesningsnotater i strategisk økonomistyring, Jan Ivar Stemsrudhagen (2004)

Her ser en da at en ønsker en gitt målprofit ved en gitt markedspris. Det vil da si at en kun sitter i gang prosjekter der en kan oppnå en gitt profit ved en antatt markedspris. Hurdle rates tankegang er da basert på antagelsen at oljeprisen kan komme falle til et gitt nivå, og en ønsker å tjene penger på det nivået. Dette kan en oppnå gjennom å ligge denne markedsprisen inn i analysen, eller en kan ta høyde for det gjennom en høyere diskonteringsfaktor. Jeg velger her å vise dette gjennom en høyere diskonteringsfaktor.

## 7.2.4 Sensitivitets analyser

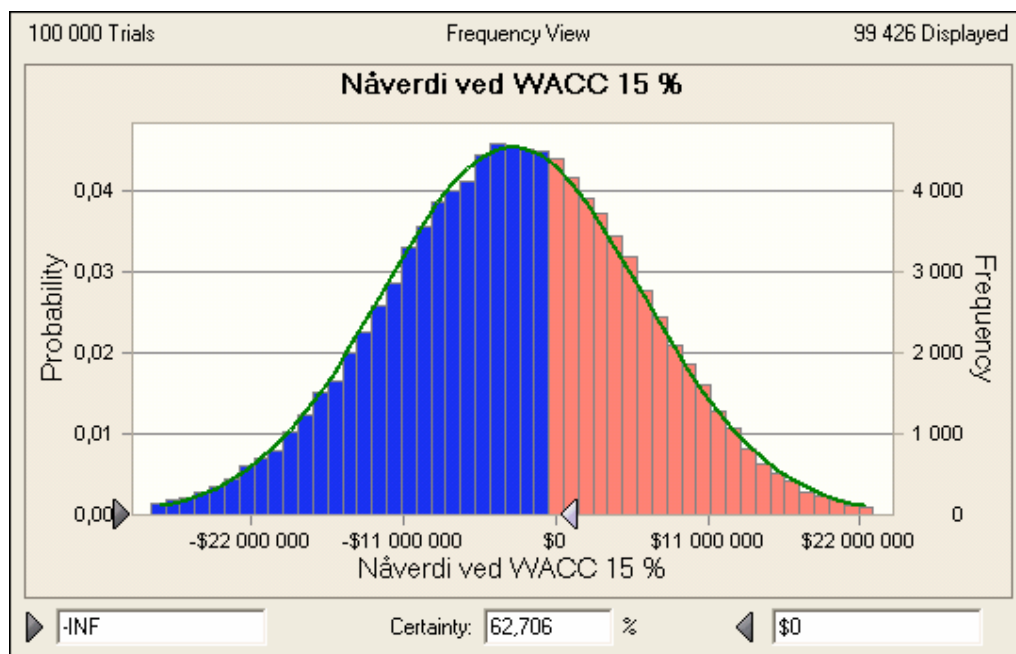
Sensitivitets analyser er en mye brukt metode for å se på usikkerheten i prosjektet, siden dette er en enkel metode for å finne endringer i verdsettelsen hvis noen variabler endrer seg. Denne metoden tar utgangspunkt i en tradisjonell nåverdianalyse for å beregne effekten av endringen i noen variabler. Vanligvis så gjør en dette ved å sitte en øvre og nedre verdi for noen valgte variabler og beregne ”worst-” og ”best-case”



scenario. Da får en nedre og øvre grense, mens den tradisjonelle verdsettelsen har den sannsynlige verdsettelsen.

I de siste årene er det komt programvare som gjøre det mulig å beregne mange verdier for disse usikre variablene basert på forventet usikkerhet i variablene. Et slikt program er Crystal Ball fra Decisioneering som er et tilleggsprogram til Excel. Jeg har brukt dette programmet for å se på sensitiviteten til verdsettelsen i forhold til noen valgte variabler. De variablene jeg har valgt å se nærmere på er reelt volum og investeringskostnad. I denne delen lar jeg inntekter og kostnader være lik som tidligere.

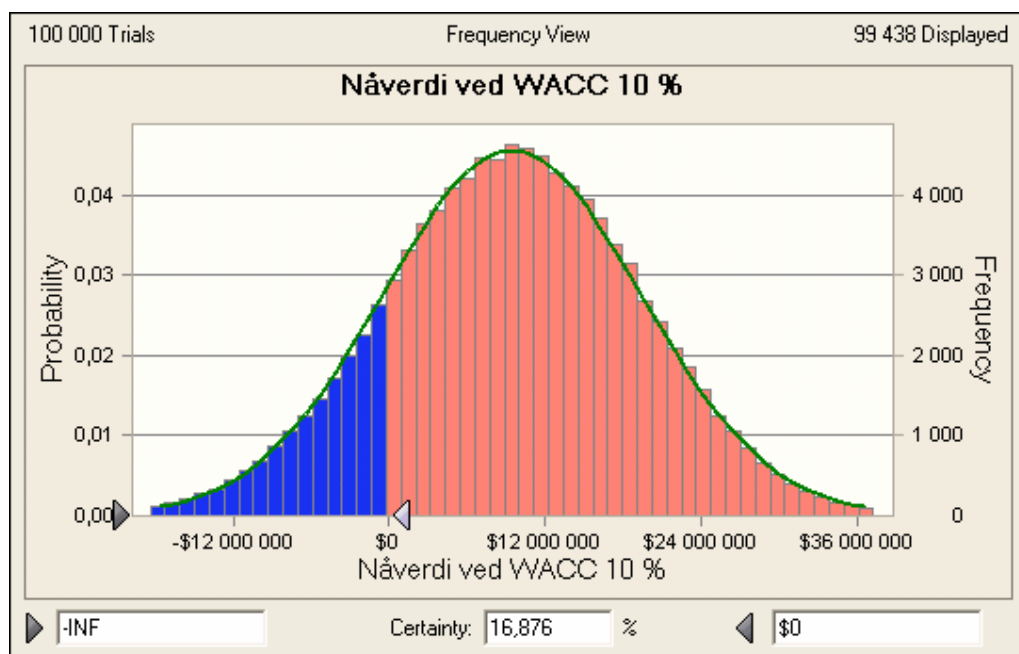
Reelt volum er antatt å være normalfordelt med standardavvik på 10 %, i forhold til mest sannsynlig verdi. Dette kan være et resultat i endringer i reelt volum eller utnyttelsesgrad. Investeringskostnaden er antatt å være lognormalfordelt da det er større sannsynlighet for en overskridelse enn det er for at investeringen er vesentlig lavere enn budsjettert. Standardavviket er satt til 10 % her og.



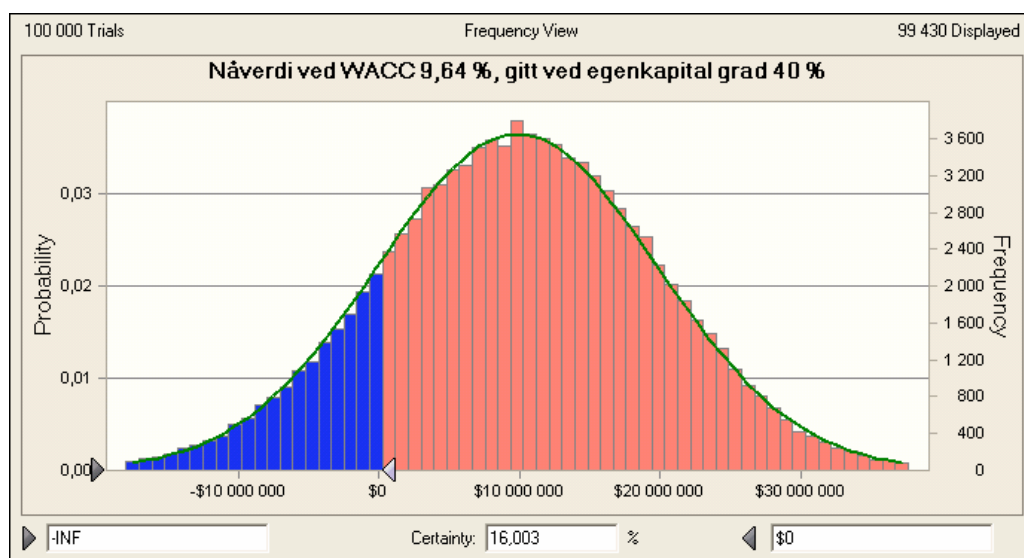
Figur 15: Nåverdi ved avkastningskrav 15 %

Ved følgende sensitivitetsanalyse av nåverdien der en benytter avkastningskrav 15 % så vil en i 62 % av utfallene i oppnå ønsket avkastning på investeringen når volum og

investeringskostnad variere som antatt over. Dette er et resultat basert på 100 000 simuleringer. Resultat ved andra avkastningsnivå følger.



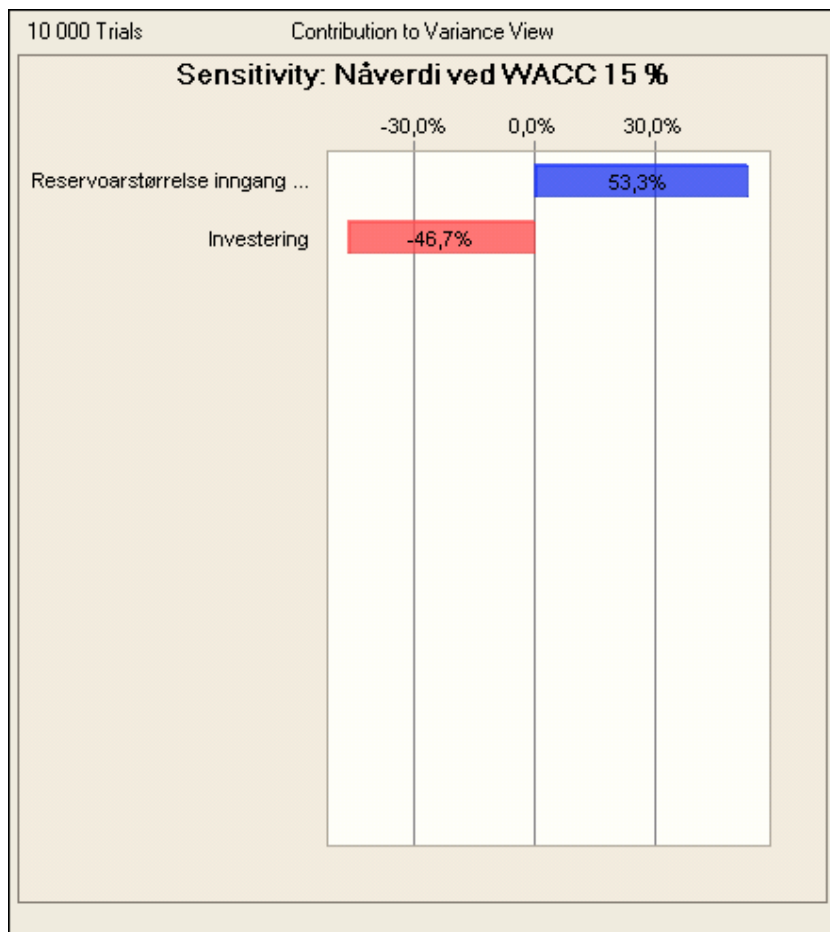
Figur 16: Nåverdi ved avkastningskrav 10 %



Figur 17: Nåverdi ved avkastningskrav 9,64 %

En ser av disse figurene av en sensitivitetsanalyse gir vesentlig bedre informasjon om sannsynligheten for en gitt nåverdi hvis en tar høyde for variasjon i noen av variablene. Den antatte nåverdien vil likevel være den samme for en vanlig

nåverdianalyse. Den ekstra informasjonen en får er i forhold til utfallsrommet og sannsynligheten for at en oppnår en positiv avkastning på prosjektet.



Figur 18: Sensitivitetsanalyse og kontribusjon til varians fra variabler.

Denne sensitivitetsanalysen tok for seg variasjon i to variabler og innvirkning på verdien til prosjektet gitt ved et par eksempel på utfallsrommet når en gjør en slik analyse, mens det i figur 18 er en oversikt over hvor stor innvirkning hver variabel har den totale variansen.

### 7.2.5 Realopsjonsanalyse

I forhold til Graham og Harvey (2001) sin undersøkelse om bruk av verdsettelsesmetoder så kom realopsjoner langt ned på listen over brukte metoder. Dette er nok på grunn av at dette er en metode som ikke er like intuitiv som NPV og

---

IRR, men det er en sterk økning i bruken. Copeland og Antikarov presenterer en firetrinnsmodell for å verdsette investeringsprosjektet ved å benytte opsjonsteori, jamfør tabell 4 under.

Steg en beregner nåverdien uten fleksibilitet ved bruk av diskonterte kontantstrømmer, på samme måte som en NPV metode gjør. Steg to er å modellere usikkerheten i beslutningsfasen i et utfallstre. Det tredje steget er å identifisere fleksibilitet og koble dette opp mot utfallstreet. Det fjerde steget er å gjennomføre en numerisk realopsjonsanalyse, slik at en på denne måten kan ta en beslutning basert på en modell som tar høyde for fleksibilitet og usikkerhet.

	Steg 1: Beregn nåverdi uten fleksibilitet vha diskonterte kontantstrømmer	Steg 2 Modellere usikkerhet vha beslutningstre	Steg 3 Identifisere fleksibilitet	Steg 4 Gjennomføre en realopsjonsanalyse basert på steg 1 -3
Mål	Beregne nåverdi uten fleksibilitet	Forstå hvordan nåveriden utvikler seg over tid.	Analysere beslutningstreet for å identifisere og innarbeide fleksibilitet som følge av organitoriske og strategiske valg for å kunne ta høyde for usikkerhet	Verdsette den totale verdien av prosjektet.
Kommentar	Tradisjonell verdsettelse uten fleksibilitet	Fortsatt ingen fleksibilitet. Denne verdien skal være lik som i steg 1. Estimer usikkerhet ved bruk av historiske data eller predikerte estimater	Fleksibilitet blir innarbeid i utfallstreet, dette gir en overgang til et beslutningstre. Flexibiliteten endrer risiko karakteristikken til prosjektet og endrer dermed kapitalkostnaden.	Realopsjonsanalyse n vil inkludere den statiske nåverdien uten fleksibilitet samt verdien av opsjonsverdien. Når det er stor usikkerhet og stor fleksibilitet så kan opsjonsverdien bli betydelig.

Tabell 16: Basert på Copeland og Antikarov (2003) s220.

Jeg vil følge dette oppsettet i den videre analysen av prosjektet, for å verdsette opsjoner en har tilknyttet dette prosjektet som ikke er tatt høyde for i analysen så

---

langt Steg 1, er allerede gjennomført og jeg vil i kapittel 8 ta for meg de siste stegene i denne analysen.

---

## 8. Verdsettelse av realopsjoner

Realopsjoner kan assosieres med et stort utvalg av usikkerhetsmomenter og problemstillinger. For å gi en litt bedre oversikt over de mest vanlige opsjonstypene så følger en kort gjennomgang av de mest vanlige typene fra Brun og Bason (2001).

*Timing option:* Muligheten til å utsette en investering og å bestemme når den skal igangsettes gir selskapet muligheten til å avvete beslutningen til de får mer og bedre informasjon om prosjektet. Verdi av å utsette må selvfølgelig bli veid opp i mot tidsverdien av prosjektet. I større investeringsprosjekt så kan det være usikkerhet på for eksempel rentenivået eller utøvelsesprisen (byggekostnad og lignende), eller kontantstrømmen som en forventer i fremtiden. Hvis det er stor usikkerhet rundt disse momentene etter som tiden går så kan det være verdifullt å kunne vente og se hvordan disse faktorene utvikler seg.

*Growth option:* Dette er en førstegangsinvestering som gjør at bedriften senere kan utnytte fremtidige vekstmuligheter bedre enn konkurrentene. Eksempler på denne typen opsjoner er for eksempel patenter der en må investere i FOU før en senere muligens kan ha en fordel av dette. Det første prosjektet som er nevnt i denne utredningen, der DNO gikk inn i Jemen kan sees på som en slik vekst opsjon, i og med at vanlig verdsettelsesteknikker tilsa at det ville være et ”tapsprosjekt”. Men på grunn av at de etter dette har fått inngang til markedet, var det enklere å utvide og dermed komme opp på et nivå der de kunne tjene penger. Dette kan da sees på i sammenheng med (Kulatilaka & Perotti 1998) som sier at denne typen investeringer er strategiske investeringer der de på sikt kan gi konkurransefortrinn.

*Staging option:* Denne opsjons typen er tett knyttet til timing option. Denne opsjons typen tilsier at en kan investere i et prosjekt stegvis, i motsetning til nåverdmodellen som antar at alt investeres med en gang når prosjektet er initiert. Igjen så er begrunnelsen for denne opsjonen at usikkerhet blir løst på sikt når en får bedre informasjon. På denne måten så kan selskapet lære mer om prosjektets profitt før de må investere hele beløpet. For noen prosjekt så blir ikke usikkerheten løst over tid,

---

men investeringen må foretas for å lære mer om profitabiliteten til prosjekter (Pindyck 1993).

*Exit option:* Dette er en opsjon som er enkleste å forstå rent intuitivt. Hvis en investering viser seg å være dårlig så vil det være positivt å ha muligheten til å avslutte prosjektet så en kan redusere de negative kontantstrømmen assosiert med prosjektet (Trigeorgis 1996). Eksempler på dette fra gjeldende eksempel er for eksempel leie av produksjonsutstyr og personell fra selskap som Schlumberger eller Halliburton. På denne måten slipper selskapet å ansette egne, og hvis prosjektet skulle vise seg å være dårligere enn antatt så er det enklere å avslutte det.

*Flexibility option:* Endringer i markedsforhold kan medføre en økning i verdien av prosjektet om en har muligheten til å kunne reagere på disse endringene. Et prosjekt der en har mulighet til å reagere på endringer i marked vil naturlig nok være mer verdifullt enn et som ikke gir mulighet for endringer. Verdien av denne fleksibiliteten må selvfølgelig vurderes opp mot kostnaden det koster å bygge den inn i prosjektet.

*Operating opsjon:* Denne typen opsjon er i form ganske lik som exit option ved at det i gitte situasjoner kan være gunstig å kunne skalere opp og ned produksjonen etter endringer i markedet (Trigeorgis 1996). For et oljeselskap så kan dette ha sammenheng med å kunne øke produksjonen i perioder der oljeprisen er høy.

## 8.1 Faktorer i realopsjonsanalyse

Verdien til realopsjoner er basert på et rammeverk som er utarbeid med tanke på å verdsette finansielle opsjoner. Verdiene på finansielle opsjoner er gitt ved forholdet til underliggende på tidspunkt 0 ( $S_0$ ), Kontraktsprisen ( $K$ ), risikofri rente ( $r_f$ ), volatilitet ( $\sigma$ ), forfall ( $t, T$ ) og dividende ( $\delta$ ). Dette vil da gi pris for en kjøpsopsjon ( $C$ ) og for en salgsopsjon ( $P$ ).

### 1. Underliggende aktivum ( $S_0$ )

Det underliggende aktivumet er for finansielle opsjoner vanligvis et verdipapir som en obligasjon, aksje, børsindeks eller valuta. Men underliggende kan også være



---

råvarepris som pris på olje eller kaffe, samt at andre derivater kan være underliggende. Ved utøvelse av opsjonen vil en få rett på underliggende. Et prosjekt er en opsjon på å motta fremtidig kontantstrøm, verdien av dette er nåverdien av prosjektet. Realopsjoner kan verdsettes på samme måte som finansielle opsjoner, ved at en tolker investeringskostnaden som utøvelsespris på opsjonen.

## 2. Kontraktsprisen ( $K$ )

Kontraktsprisen er for finansielle opsjoner den verdien som er avtalt et en kan kjøpe eller selge underliggende for. For finansielle opsjoner med verdipapir som underliggende så er dette den prisen som er avtalt (kontraktsfestet) at en kan kjøpe (selge) underliggende for på forfallsdatoen. Dette blir litt annerledes for realopsjoner. Her vil kontraktsprisen være det samme som investeringskostnaden. Denne kan være kontraktsfestet, men ofte er det markedsprisen på utøvelsestidspunktet som er gjeldene.

## 3. Risikofri rente ( $r_f$ )

Ved verdsettelse av slike prosjekter må en sammenligne med alternativ rente på en risikofri plassering. Denne må da ha forfall ved samme tidspunkt som forfallstidspunktet på opsjonen (prosjektet). Ved praktisk bruk for å verdsette realopsjoner er det vanlig å bruke statspapirer som en tilnærming for risikofri rente. Dette kan gjøres siden renteeffekten har mindre betydning for verdsettelsen.

## 4. Volatilitet ( $\sigma$ )

Volatilitet er et mål på bevegelsen i verdien på en faktor i en gitt periode. For finansielle opsjoner er det vanlig å benytte historisk volatilitet som variabel for bruk for fremtiden. Viser her til tidligere beskrivelse av volatilitet i variabler.

## 5. Forfall ( $T$ )

Prisen på opsjon er avhengig av tiden til forfall, jo lengre det er til forfall jo større "tidsverdi" er det. Opsjonene har et kontraktsfestet forfallstidspunkt der optimalt utøvelsestidspunktet for opsjonen er avhengig av hvilke type opsjon det er. En europeisk opsjon kan kun utøves ved forfall og er mest vanlig blant finansielle opsjoner. En amerikansk opsjon kan utøves ved gitte tidspunkt inntil

---

forfallstidspunktet, dette gir dermed en amerikansk opsjon større fleksibilitet og dermed høyere verdi. Verdien av en amerikansk opsjon har en nedre grense som er lik verdien av en europeisk opsjon.

Et investeringsprosjekt har sjelden en fast innløsningsdato og vil dermed i de fleste tilfeller være en amerikansk opsjon med "uendelig" levetid. Et investeringsprosjekt vil i de fleste tilfeller bli utdatert etter en tid og en må da satse på optimal utøvelse innen et gitt tidsrom.

#### 6. Dividende ( $\delta$ )

Dividende blir vedtatt på styremøte på bakgrunn av årets resultat, og blir betalt ut til eieren av verdipapiret og ikke til eier av opsjon. Dette gjelder for finansielle opsjoner, mens for realopsjoner så kan dividende sees på som verdien av tapte kontantstrømmer siden prosjektet ikke er igangsatt. Hvis en generaliserer dividende til å gjelde andre opsjoner enn rent finansielle så kan dividende og virke som; eierfordel, avkastningsmanko, convenience yield – carrying cost. Dagens aksjekurs inkluderer verdien av dividenden. Når en har kjente dividendeutbetalinger så kan en erstatte aksjeprisen med aksjepris minus nåverdien av dividenden.

$$S_0 \rightarrow S_0 - NV(D)$$

Med konstant, kontinuerlig dividenderate ( $\delta$ ) vil verdien av fremtidig aksjekurs med reinvestering av dividenden bli

$$NV[S_T] = e^{-\delta T} S_0$$

Dette vil igjen medføre at en kan diskontere dagens kurs etter dividenderaten, noe som vil ha innvirkning på sannsynlighetene.

$$S_0 \rightarrow e^{-\delta T} S_0$$

---

### 8.1.1 Faktorer som påvirker opsjonsverdien

Realopsjoner er i utgangspunktet en samling av rettigheter og muligheter, dermed er det mange faktorer som påvirker verdien. Under følger de vanligste faktorene som påvirker verdien til realopsjoner.

*Usikkerhet om fremtiden.* Når det er usikkerhet om fremtidige kontantstrømmer så blir det mer verdifullt å kunne reagere på dem. Dette er på bakgrunn av asymmetrisk utbetalings struktur. Denne typen usikkerhet er ofte benevnt med volatilitet eller risiko.

*Tid til forfall.* Realopsjoner har et typisk livsløp gjennom en tidsperiode. Verdien av realopsjoner blir større jo lengre det er til forfall, på grunn av at en har bedre tid til å ta en beslutning om for eksempel en skal avslutte eller utsette prosjektet. Fremtidige kontantstrømmer kan med denne muligheten bli redusert på grunn av kostnader assosiert med lavere fremtidige fortjeneste eller kostnader med avslutte prosjektet. På grunn av dette så er det en økt verdi så lenge en kan avvente en beslutning.

*Tidsverdi av penger.* Som for diskontert kontantstrømanalyser blir realopsjoner påvirket av diskonteringsraten på stort sett den samme måten.

*Verdien av underliggende aktiva.* Hvis aktiva kan kjøpes før forfall, så øker verdien av opsjonen (europeisk kontra amerikansk).

*Utøvelsesprisen er invers med opsjonsverdien.* Ved en lavere utøvelsespris eller lavere pris på underliggende så blir opsjonsverdien høyere.

Her følger en kort oppsummering av effekten på opsjonsverdien ved endringer i noen gitte faktorer.

		Effekt på verdien av	
		Kjøpsopsjon C	Salgsopsjon P
Verdi basert på fundamental verdsettelse	VEK	+	-
Volatiliteten til verdiestimatet VEK	$\sigma$	+	+
Kostnaden ved å utøve opsjonen (Kontraktprisen)	K	-	+
Tidsrommet der opsjonen kan utøves	T	+	+
Risikofri rente	$r_f$	+	-

*Figur 19: Fra forelesningsnotater i faget BUS430 Regnskapsanalyse og Verdsettelse ved Kjell Henry Knivslå*

I og med en realopsjon kan sees på som en amerikansk kjøpsopsjon så vil den overstående tabellen også gjelde for realopsjoner.

### 8.1.2 Oljepris

For det gjeldende prosjektet er nok oljeprisen den variabelen som har størst innvirkning på verdien av prosjektet. Dette kan en enkelt se på det eksisterende prosjektet som er diskutert i kapittel 2.1. Her kan en se at prosjekt de fleste tilfeller ville medføre tap i henhold til tradisjonelle verdsettelsesmetoder ble meget verdifullt på grunn av en kraftig økning i oljeprisen etter at prosjektet ble igangsatt. En ser og at det er stor usikkerhet om utviklingen på oljeprisen for fremtiden noe som er vist i kapittel 2.1.1. Prediksjonene for det fremtidige prisnivået varierer stort mellom de forskjellige aktørene, men i ved vanlige verdsettelsesmetoder ville nok prediksjonene

---

til IEA bli tillagt stor vekt. Dette er og det som er lagt til grunn i nåverdianalysen i denne oppgaven.

Metoden jeg vil bruke for å finne verdien av endringen gjennom denne variablene er å benytte Monte Carlo simulering for å finne mulige prisbaner for oljeprisen basert på historiske data for volatilitet.

### **8.1.3 Reserver**

Det eksisterende prosjektet var et godt eksempel på hvordan verdien av et oljefelt kan øke når en utvider det på et tidspunkt med høye oljepriser. Muligheten av å kunne utvide et prosjekt når tidspunktet er rett byr på store muligheter. På det analyserte prosjektet så har en sett på hva som skjer når en simulerer endringer i verdien på oljereservene og eller utnyttelsesgrad under kapittel 7.2.4. Problemet med denne verdien for realopsjonsanalyse er at en ikke har noen indikasjoner på hvordan verdien på reservene endrer seg. Her kan en gjennom investeringer oppnå høyere utnyttelsesgrad eller en kan finne nye forekomster som tidligere ikke var kjent. Denne verdien vil da bevege seg ved hjelp av tilfeldige hopp i noen perioder, og vil dermed ikke følge en binomisk/"random walk" utvikling. På bakgrunn av dette så vil det være vanskelig å ta denne variabelen med i en simulering for å finne opsjonsverdien av prosjektet.

### **8.1.4 Tidshorisont**

Når en foretar en nåverdi analyse antar en at beslutningen om igangsettelse av prosjektet blir tatt umiddelbart, og iverksettelsen følger like etter. I virkeligheten kan beslutningen bli utsatt for å få mer informasjon, og igangsettelse utsettes slik at en får mer informasjon. En kan og bryte prosjektet ned i mindre deler, og igangsette mindre deler for å avvente bedre informasjon for å finne ut om prosjektet er profitabelt.

For å finne ut verdien av å vente kan en benytte en binomisk opsjonsmodell. Med denne modellen kan en ta høyde for flere variabler enn i en Monte Carlo simulering,

---

og en kan og finne det optimale tidspunktet for å ta beslutning om prosjektet skal iverksettes. Dette er da gitt at det er et optimalt tidspunkt for iverksettelse.

## 8.2 Oversikt over realopsjonmetoder

Realopsjoner er vanligvis av amerikansk type, der en kan utøve opsjonen når som helst innen et gitt tidsrom. Denne ekstra fleksibiliteten gjør at en amerikansk opsjon alltid har minst like høy verdi som en vanlig europeisk opsjon. Dermed vil verdsettelse ved hjelp av metodikk for verdsettelse av europeiske opsjoner gi den nedre grensen for verdien til opsjonen. Det er flere tilnæringsmetoder for å verdsette opsjoner, der de vanligste metodene er:

- Binomisk tilnærming

Ved Binomisk tilnærming så benytter man opp og nedfaktorer for å lage et beslutningstre for å finne ut når det er optimalt å utøve opsjonen. Opp- og nedfaktorene som en bruker for å finne verdien av har formen:

$$\text{Oppfaktor: } u = e^{\sigma\sqrt{\frac{T}{N}}}$$

$$\text{Nedfaktoren: } d = \frac{1}{u}$$

T er forfallstidspunktet og N er antall tidsperioder modellen er delt inn i. Faktoren vil dermed ha form som gir sammenhengen:  $1 \cdot u \cdot d = 1$  og verdien av opsjonen på et gitt tidspunkt er maks(forventet nåverdi av å vente med å utøve; verdien av å utøve på tidspunkt t)

- ”Closed-form American Call or Put Approximation Equations”

Her kan Black og Scholes metoden brukes som en tilnærming. Den blir utførlig forklart i kapittel 8.4.

- Monte-Carlo simulering

En annen metode som vanligvis er brukt for å verdsette asiatiske opsjoner er Monte Carlo simulering. Denne metoden er også forklart under VAR der den også blir brukt for så se på risiko fordeling.

---

## 8.2.1 Forskjeller mellom finansielle og realopsjoner

<b>Finansielle opsjoner</b>	<b>Realopsjoner</b>
Kort horisont. Ofte måneder	Lengre horisont. Ofte år.
Underliggende variabler er verdien på andre finansielle instrumentert	Underliggende variabler er fri kontantnstrøm som igjen er avhengig av konkurranse, markedsituasjon, etterspørsel og organisatoriske elementer.
Kan ikke kontrollere opsjonsprisen ved å manipulere aksjeprisen	Kan øke den strategiske opsjonsverdien ved strategiske ledelses avgjørelser og fleksibilitet
Verdier er relativt små	Verdiene av beslutningene er store
Konkurransefortrinn har ingen betydning	Konkurransefortrinn øker verdien
Lang historie i handel med finansielle opsjoner	Kort historie med realopsjoner. Siste tiåret
Vanligvis løst gjennom formler slik som Black og Scholes, eller gjennom simulering for eksotiske opsjoner	Vanligvis løst gjennom binomiske tre og simulering av underliggende variabler.
Marked for å handle finansielle opsjoner, med priser på tilsvarende instrumenter	Ikke marked for å handle real opsjoner og ikke priser på tilsvarende instrumenter
Forventninger og handlinger av ledelse har ingen innvirkning på verdsettelse	Forventninger og handlinger av ledelse har innvirkning på verdsettelsen av real opsjonen

---

*Table 17: Basert på tabell 5.1 fra Real Options Analysis, Jonathan Mun*

## 8.3 Binomisk prisingsmodell

En binomisk opsjonsprismodell antar at verdien på underliggende aktiva kan bevege seg opp og ned i hver periode med en gitt verdi. Det vil da si at prisen på det gjeldende aktiva følger en binomisk fordeling. Denne metoden virker i utgangspunktet overforenklet men den gir en innsikt i hvordan mer komplekse og mer realistiske metoder verdsetter opsjonen.

Videre i denne delen så vil det følge en kort gjennomgang av hvordan en kan verdsette et aktivum ved hjelp av binomisk opsjons teori basert på McDonald (2003) sitt rammeverk, benytter også Ekern (2005)<sup>9</sup>.

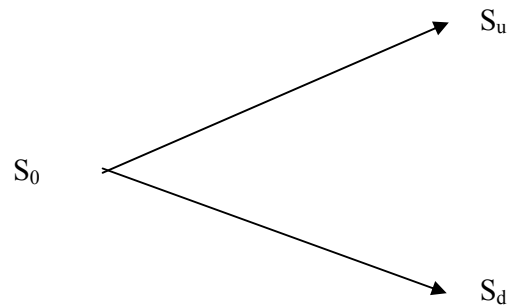
### 8.3.1 Risikonøytral verdsettelse

Risikonøytral verdsettelse er en forenkling ved verdsettelse av realopsjoner med en binomisk modell der en antar at verden er risikonøytral. På bakgrunn av dette så kan en verdsette aktiva med bakgrunn av at forventet avkastning av alle aktiva er lik den risikofri renten.

### 8.3.2 Enperiodisk model

Binomisk prisingsmodell oppnår sin enkelthet gjennom en kraftig antagelse om verdien på underliggende aktivum: På et gitt tidspunkt så kan den kun endres til en av to verdier. Disse verdiene er opp eller ned og følger en multiplikativ binomisk "random walk". Denne antagelsen vil være rimelig hvis tidshorisonten er meget kort. Restriksjonen med kun to mulige verdier tilsier hvorfor denne metoden er kalt binomial. Disse to verdiene er gitt ved oppgangsfaktoren ( $u$ ) og ved nedgangsfaktoren ( $d$ ). Dette er vist gjennom et binomisk tre, også kalt utfallstre.





For å finne verdien til en binomisk opsjon er det i hovedsak tre mulige og konsistente fremgangsmåter, jeg vil her begynne med dupliseringsmetoden. Denne metoden er basert på antagelsen om at det ikke er mulig å få lønnsom arbitrasje. Dette innebærer at verdien på en opsjon skal ha samme forventede nåverdi som en kombinasjon av en risikofri plassering ( $B$ ) og en andel i underliggende ( $\Delta S$ ). Risikofri rente er basert på kontinuerlig forrenting og da vil  $r = e^{rt}$  og dette vil da tilfredsstille  $u > e^{rt} > d$ . Fremgangsmåten er at en kjøper  $\Delta$  enheter av underliggende aktivum, og låner inn beløpet  $B$  risikofritt.  $S$  er verdi på underliggende aktivum og  $V$  er verdi aktivum. En må da velge  $\Delta$  og  $B$  slik at strategien dupliserer avledet aktivum etter prisendring på underliggende aktivum. Kriteriene blir da:

Duplisering prisoppgang:  $\Delta S_u - rB = V_u$

Duplisering prisnedgang:  $\Delta S_d - rB = V_d$

Ingen lønnsomme arbitrasjemuligheter:  $\Delta S - B = V = V_0$

Ved å kombinere disse så får en gjeldende dupliseringbetingelsen:

$$\Delta * (S_u - S_d) = V_u - V_d$$

---

<sup>9</sup> Forelesningsnotat i FIE400 Finansmarkeder ved NHH

Ved å løse med hensyn på  $\Delta$  finner en da antall andeler som må kjøpes i underliggende aktivum for at betingelsen skal holde:

$$\Delta = \frac{V_u - V_d}{S_u - S_d} = \frac{V_u - V_d}{(u - d)S}$$

Ved å sette  $\Delta$  inn i ligning for ingen lønnsomme arbitrasjemuligheter kan en da finne ut lånebeløpet B:

$$B = \frac{\Delta S_u - V_u}{r} = \frac{\Delta S_d - V_d}{r}$$

Den andre metoden en kan benytte for å verdsette binomisk opsjon er å anta at dagens pris på underliggende aktiva er lik forventet pris diskontert med risikofri rente, og benytte risikojusterte sannsynligheter. Denne metoden betegnes også som risikonøytral evaluering, men det er altså ved bruk av risikojusterte sannsynligheter. Fremgangsmåten for å få til dette er ved å ”forskyve” sannsynlighetsfordelingen slik at ”forventet” avkastning blir lik risikofri rente og at man beholder øvrige karakteristika, da spesielt volatiliteten. Dagens pris på det underliggende aktivum er da lik fremtidig pris, diskontert risikofritt.

Dette er gitt ved:

$$S = S_0 = \left(\frac{1}{r}\right) E^*[S_1]$$

Forventet pris blir da (Der  $E^*$  er forventning mhp[]):

$$E^*[S_1] = f^* S_u + (1 - f^*) S_d$$

Innsetting av nye priser:

$$E^*[S_1] = f^* uS + (1 - f^*) dS$$

Kombinerer dette med dagsprisuttrykket:

$$rS = f^* uS + (1 - f^*) dS$$

Ved å ordne uttrykket så vil en da få:

$$(r - d)S = f^*(u - d)S$$

Ut fra dette får en definisjonen for ”fiktiv” risikojustert sannsynlighet for prisoppgang:

$$f^* = \frac{r - d}{u - d}$$

---

Ved å benytte  $f^*$ , så kan en finne verdien av avledet aktivum:

$$V = \left(\frac{1}{r}\right)[f^*V_u + (1 - f^*)V_d]$$

Og dette kan igjen skrives som

$$V = V_0 = \left(\frac{1}{r}\right)E^*[V_1]$$

Denne risikjusterte (også kalt risikonøytrale eller fiktive) sannsynligheten gjør altså dagens verdi lik ”forventet” fremtidig verdi diskontert risikofritt. Denne typen sannsynligheter blir av og til referert til som ”martingale” sannsynlighet.

Den tredje metoden er en dagspristilnærming for verdsettelse av opsjonen. Verdien av en kjøpsopsjon (call) ved forfall er  $c_T = \max[S_T - K, 0]$ , der  $K$  er kontraktsprisen og forfall  $T$  er lik 1 ( $T = \Delta t = 1$ ). Sluttverdien vil ved bortfall bli  $c_1 = \max[S_1 - K, 0]$ . Ved prisoppgang vil sluttverdien være  $c_u = \max[uS - K, 0]$ . Ved en prisnedgang vil sluttverdien være  $c_d = \max[dS - K, 0]$ . Ved å benytte ”forventningstilnærmingen” vil den generelle formelen for dagens opsjonsverdi være:  $c_0 = E^* \frac{[c_T]}{r}$  Ved å sitte inn for

$E^*$  vil den forventningen være:  $c_0 = \frac{f^*c_u + (1 - f^*)c_d}{r}$  Omstendighetene rundt

utøvelsen rundt opsjonen er at den er usikker. Antagelsen om usikker utøvelse er  $uS > K > dS$  dette tilsier da at en en-periodisk opsjon vil bli utøvd i en tilstand og

ikke i den andre. Verdien kan da formuleres som  $c_0 = \left(\frac{u}{r}\right)f^*S - f^*\left(\frac{K}{r}\right)$ . Ved å

definere justert sannsynlighet for prisoppgang som  $f' \equiv \left(\frac{u}{r}\right)f^*$  så vil verdien av en

en-periodisk kjøpsopsjon være  $c_0 = f'S - f^*\left(\frac{K}{r}\right)$ . Denne forenklingen gjør at en

kan utlede modellen til å gjelde for fler-periodiske binomiske prisingsmodeller på en mer oversiktlig måte.

---

### 8.3.3 To-periodisk modell

Binomisk modell for to perioder er en utvidelse av modellen for en periode, og tankegangen er den samme. Prisutviklingen på underliggende er ofte definert som prisen et derivat er basert på, og en antar fortsatt at prisen på underliggende følger en binær multiplikativ ”random walk”. Tiden vil da være ( $T=2$ ) og har da to perioder med ( $\Delta t=1$ ). Verdien på tidspunkt  $t=1$  kan da beregnes ved oppgang

$$V_1 = V_u = \frac{E_u^*(V_2 | u)}{r} \text{ og for prisnedgang som } V_1 = V_d = \frac{E_d^*(V_2 | d)}{r} .$$

I et rekombinert tre så vil  $V_{ud}=V_{du}$ , og det er antatt at modellen er et rekombinert tre. Dermed så vil

dagens derivatverdi være:

$$V_0 = \frac{E_0^*(V_1)}{r} = \frac{f^*V_u + (1-f^*)V_d}{r} .$$

Fullstendig vil dette være:

$$V_0 = \frac{(f^*)^2 V_{uu} + 2f^*(1-f^*)V_{ud} + (1-f^*)^2 V_{dd}}{r}$$

### 8.3.4 Generell binomisk flerperiodisk opsjonsprising

Ved en flerperiodisk binomisk følger prisprosessen til underliggende en binomisk multiplikativ prosess som tidligere vist for andre tilfeller av binomisk modeller. På tidspunkt  $t=0$  så er verdien på det underliggende kjent og er lik  $S_0$ . Benytter her fortsatt et rekombinert tre med oppgangsfaktor ( $u$ ) og nedgangsfaktor ( $d$ ), da vil verdien på et fremtidig tidspunkt være lik  $S_{nj} = S_0 u^j d^{n-j}$  der  $j=0,1,2,3\dots n$ . Antall noder eller uavhengige forsøk er gitt ved  $n$ , og antall oppganger eller ”suksesser” er gitt ved  $j$ . Da er antall nedganger gitt ved  $n-j$ . Subjektiv sannsynlighet for suksess i ett enkelt forsøk er  $f$ , da er sannsynligheten for nøyaktig suksesser i  $n$  uavhengige forsøk, der

sannsynligheten  $f$  for suksess i ett enkelt forsøk:  $Pr[j; n, f] = \binom{n}{j} f^j (1-f)^{n-j}$  hvor

$$\binom{n}{j} \equiv \frac{n!}{j!(n-j)!} .$$

Sannsynligheten for minst  $a$  suksesser i uavhengige forsøk, med

sannsynligheten  $f$  for suksess i ett enkelt forsøk er definert ved:

$$Pr[j \geq a : n, f] \equiv B(a; n, f) \equiv \sum_{j=a}^{j=n} \binom{n}{j} f^j (1-f)^{n-j} .$$

---

### 8.3.5 Estimering av volatilitet på opp- og nedgangsfaktorene

Et binomisk tre representerer bevegelsene i det underliggende aktiva til prosjektet. Endringene i opp- og nedganger vil samsvare volatiliteten til det underliggende aktiva (Hull 2003). Disse faktorene er gitt gjennom følgende formler.

Oppgangsfaktoren  $u$ : 
$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

Nedgangsfaktoren  $d$ : 
$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

### 8.3.6 Binomisk modell hvis utsettelse av prosjektet

Hvis en antar at det er mulig å utsette prosjektet kan det være hensiktsmessig å foreta en binomisk analyse for å se om verdien av prosjektet vil øke ettersom tiden går, og når det er optimalt å igangsette prosjektet. Jeg vil her se bort fra antatt fremdriftsplan som er beskrevet i kapittel 2.2.2. Antar her at det er mulig å vedta og igangsette prosjektet hvert halvår innen tre år. Dette gir da seks mulig tidspunkt for å utøve opsjonen på igangsettelse av prosjekt. Ved å benytte en binomisk modell kan en da finne optimalt utøvelsestidspunkt.

Volatiliteten til endringene i prosjektet er antatt å være lik som volatilitet til oljeprisen, og jeg vil med dette se bort fra usikkerhetsmoment når det gjelder volum, investering og kostnadsutvikling. Investeringen er som før satt til 130 millioner dollar. Den forventede kontantstrømmen er antatt å komme et år etter investering, og vil begynne på 40 millioner dollar, noe som er litt lavere enn tidligere nåverdi analyse men tar her også høyde for finanskostnaden i kontantstrømmen i stedet for i diskonteringsfaktoren.. Avkastningskravet er her satt til 15 %, og ingen antagelser om vekstrate utover det som ligger til grunn i forventninger for endring i oljepris. Dette gir da en verdi (PV) på  $PV = \frac{E(CF_1)}{r_{\text{prosjekt}} - \text{Vekstrate}} = \frac{40}{0,15} = 266\frac{2}{3}$  noe som vil gi en nåverdi på  $266,67 - 140 = 126,67$  millioner dollar.

Volatiliteten for oljeprisen er på tilnærmet 30 % og det blir lagt til grunn for opp og nedfaktorene. Oppfaktoren vil da bli:  $u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0,3\sqrt{0,5}} = 1,26$ , og nedfaktoren blir  $d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{-0,3\sqrt{0,5}} = 0,79$ . Oppsettet er basert på McDonalds (2003). Her er alle tall i millioner dollar.

Inputs		Black-Scholes (European)	
		Call	Put
Stock Price	126,57	Price	28,46918 22,3983
Exercise Price	140	Delta	0,638481 -0,36152
Volatility	30,000%	Gamma	0,005697 0,005697
Risk-free interest rate	5,000%	Vega	0,821349 0,821349
Time to Expiration (years)	3	Theta	-0,01842 -0,00191
Dividend Yield	0,000%	Rho	1,570302 -2,04467
# Binomial steps	5	Elasticity	2,838599 -2,0429
Type (0=Eur, 1=Amer)	1		

Tabell 18: Oversikt over input parameter i binomisk prisingsmodell.

Tid (år)	0,6	1,2	1,8	2,4	3
126,57	164,5434	213,9096	278,0866	361,5179	469,980178
29,58963	52,49099	89,67772	146,2395	225,6555	329,980178
	103,3805	134,3967	174,7182	227,137	295,282498
	13,05239	25,88079	49,74011	91,27466	155,282498
		84,43969	109,7732	142,7073	185,522193
		3,596587	8,381751	19,53345	45,5221933
			68,9691	89,66115	116,561207
			0	0	0
American Call				56,33294	73,2339061
Strike = 140				0	0
Vol = 30,000%; r = 5,000%					46,0119208
Exp = 3 years; Div = 0,000%					0
u = 1,3000; d = 0,8168					
Risk-neutral prob of up = 0,4422					
Forward tree					

Sort = Verdi  
 Rød *Italic* = Opsjons pris, uten utøvelse  
 Grønn **Italic** = Opsjons pris, utøvelse

Tabell 19: Oversikt over prisutvikling og verdi på binomisk opsjon.

---

En ser her at det er en kraftig økning i verdsettelsen hvis en har muligheten til å vente og se hvordan markedet utvikler seg. Modellen beregner også verdi i henhold til Black-Scholes modellen, og verdsettelsen er tilnærmet konsistente.

## 8.4 Kontinuerlige modeller

Black og Scholes kom i 1973 frem til en ny metode for verdsettelse av europeiske opsjoner ved kontinuerlig prisingsmetode. Denne metoden er meget god for verdsettelse av europeiske opsjoner, men det er lite gunstig å benytte denne metoden på realaktiva siden realopsjoner som oftest er av amerikansk type. Dette er på bakgrunn av at verdsettelse av realopsjoner i de fleste tilfeller vil bryte med en eller flere av antagelsene bak Black-Scholes modellen.

De som oftest byr på problem er at en realopsjon i de fleste tilfeller av amerikansk type, og B&S er beregnet på europeiske opsjoner. Kontraktsprisen er i de fleste tilfeller en stokastisk variabel, mens B&S i vanlig form krever en kjent variabel. En Margrabe-opisjon er en "avart" av B&S - formelen der kontraktsprisen er stokastisk. Markedsprisen på underliggende aktiva er vanskelig å observere for realopsjoner, og antagelsen om konstant volatilitet er i de fleste tilfeller ikke korrekt når det gjelder realopsjoner men dette gjelder også ved når underliggende er aksjer. På grunn av disse problemstillingene så vil B&S modellen ikke bli brukt til verdsettelse i dette tilfellet, men noen av resonnementene er nyttig for bruk i Monte-Carlo simulering. Derav vil det følge en kort innføring i metoden, og en litt grundigere gjennomgang for hvorfor denne metoden ikke er egnet for verdsettelse av denne typen realopsjoner.

### 8.4.1 Bruk av Black-Scholes

Black og Scholes opsjonsprisingsmodell er en meget anvendt formel som i utgangspunktet kun er en videreføring fra prinsippene for verdsettelse av binomiske opsjoner. Problemet er at det ikke er en like intuitiv forståelse og at en i mange tilfeller har opsjonsproblemer der en eksakt formel ikke finnes. Metoden krever

---

kontinuerlig rebalansering i henhold til selvfinansierende strategi, noe som byr på et praktisk problem, andre problemer med metoden vil bli tatt opp litt senere.

Den risikofri porteføljen er basert på to aktiva, der disse kan være et derivat og underliggende aktivum, eller to ulike derivater (kryssikring). På bakgrunn av denne kombinasjonen av aktiva så vil en få sikringsbrøker (delta, hedge ratios). Disse sikringsbrøkene angir kvanta av sikrede aktivum (for eksempel aksje) som er nødvendig for å sikre en enhet av sikret aktivum (for eksempel kjøpsopsjon). Problemet her er praktisk at modellen forutsetter dynamisk sikring gjennom kontinuerlig rebalansering. Dette er vanskelig når det gjelder realopsjoner, samt at kontinuerlig rebalansering er så kostbart at det for alle praktiske formål ikke er mulig å gjennomføre.

#### 8.4.2 Normalfordelte logaritmiske avkastninger

Black-Scholes formelen forutsetter en kontinuerlig lognormal prisprosess noe som tilsier normalfordelt avkastning. En periodisk avkastning vil da være definert ved

$r_t \equiv \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$  og er identiske og uavhengig normalfordelte stokastiske variable med

forventning  $\mu = E[r]$  og varians  $\sigma^2 = \text{Var}(r)$ . De påfølgende prisene vil da være

$S_t = S_{t-1} * e^{r_t}$ , da vil dermed den lognormalfordelte prisen være  $S_t = S_{t-1} * e^{(\mu - \sigma^2)t}$ . Den

standard normalfordelte variabelen vil være  $Z_t = \frac{r_t - \mu}{\sigma}$ .

De sannsynlige relasjonen som  $\text{Prob}[S_t > K]$  for sluttprisen knyttes til normalfordelte logaritmiske avkastningen  $r$ . En lognormalfordelt fordeling har en ”høyrehale”, og denne skjevheten er særlig viktig ved lengre horisonter. Denne metoden er og konsistent med begrenset ansvar.



---

### 8.4.3 Kort oversikt over Black-Scholes

Som tidligere nevnt så ligger B&S modellen til grunn en kontinuerlig, lognormal prisprosess og normalfordelt logaritmisk avkastning. De gjeldende parametrene i modellen er som følger.

---

Pris underliggende aktivum på tidspunkt $t$ :	$S_t$
Kontraktspris, innløsningskurs:	$K$
Gjenværende løpetid (presiser tidsenhet):	$T$
Volatilitet pr. tidsenhet (standardavvik <i>logaritmisk</i> avkastning):	$\sigma$
Risikofri rentesats pr. tidsenhet (nominell, <i>kontinuerlig</i> forrentning):	$r_c$

$Z$  er en standard normalfordelt variabel mellom 0 og 1 og vil gi en kumulativ standard normalfordeling.  $N(d) \equiv \Pr[z \leq d]$ . Black-Scholes formelen for verdien av en europeisk kjøpsopsjon på ikke-dividendebetalende aksje er gitt ved:

$$C_0 = S * N(d_1) - e^{-r_c T} K * N(d_2)$$

Der  $d_1$  og  $d_2$  er definert ved:

$$d_1 \equiv \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r_c + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

#### 8.4.4 Feil og tvilsomme antagelser i B&S

Det er tidligere nevnt noen feil og tvilsomme antagelser ved Black-Scholes modellen relatert til realopsjons, her vil det følge noen av de vanligste grunnene til feil og tvilsomme antagelser med B&S modellen:

<b>Antagelser i Black-Scholes</b>	<b>Virkelige sammenhenger</b>
Kjent og konstant risikofri rentesats	Risikofri rentesats er ikke konstant med er kjent over en gitt horisont
Samme rentesats for innlån og utlån	Er forskjeller på rente på innlån og utlån
"Short sales" tillatt uten merknader	Er kostnader på "short sales"
Kontinuerlig handel	Kun tilnærmet kontinuerlig handel
Ingen transaksjonskostnader	Er transaksjonskostnader, men ofte meget små.
Ingen skatteforskjeller	Er ofte skatteforskjeller mellom land
Ikke dividende (unntatt kontinuerlig dividenderate)	Dividenden varierer som oftest fra år til år.
Ikke mulighet for "takeovers" eller opphør av handel i underliggende	Er mulig
Ikke delbarhetsproblemer	Kan være et problem
Likvide aktiva	Noen aktiva er ikke likvide
Kjent og konstant volatilitet	Volatiliteten er basert på historiske verdier og fremtidig volatilitet er ikke kjent eller konstant

I noen tilfeller så skaper feil ved inputvariablene problemer i modellen. Da er det spesielt volatilitet for den gjenværende løpetiden og feilmuligheter ved risikofri rente som skaper disse problemene. Noen av problemene kommer av at B&S modellen blir brukt i situasjoner som den ikke er ment å dekke. Noen av de vanligste følger her. Det er at det er mange typer derivater som den ikke har noen eksakt analytisk formel, og B&S vil dermed ikke kunne brukes/gi feil verdi. B&S er ikke beregner for amerikanske opsjoner eller opsjoner med

---

komplisert dividendepolitikk, på dette punktet så vil de fleste realopsjoner bryte med antagelsene. På bakgrunn av disse feilene og tvilsomheten så er det oftest bedre å bruke den enklere binomisk modellen, eller en kan benytte simuleringmetoder som Monte-Carlo gitt en har en europeisk opsjon.

## 8.5 Verdsettelse ved Monte Carlo simulering

McDonald (2003) gir en kort innføring i bruk av Monte-Carlo simulering for bruk i verdsettelse av realopsjoner i kapittel 19. Det er og vist en gjennomgang for bruk av Monte Carlo simulering for beregning av risiko i kapittel 6.3.3. Verdsettelse av realopsjoner benytter samme fremgangsmåte som forklart der. I den numeriske delen, vil jeg og se på risikoen forbundet med dette valget for å gi en innsikt i risikoen forbundet med dette valget.

Monte Carlo simulering er et verktøy for modellering av prosjekter som er preget av stor usikkerhet. Derav simulerer metoden et stort antall potensielle prisbaner basert på historisk volatilitet til underliggende aktiva, slik at en kan få oversikt over utfallsintervallet. Verdien blir funnet ved å anta at aktiva gir avkastning lik risikofri rente. En kan da diskontere de simulerte verdiene med risikofri rente og finne prisen på opsjonen.

Problemet med Monte Carlo simulering i denne situasjonen er at Monte Carlo simulering er beregnet for å verdsette europeiske opsjoner, og de fleste realopsjoner er av typen amerikansk. Det er først nylig kommet metoder for å verdsette amerikanske opsjoner med Monte Carlo simulering (Hull, (2003), L.C.G Rogers (2003), Longstaff & Schwartz (2003)). Under vises metoden for simulering av verdien på en europeisk kjøpsopsjon.

### 8.5.1 Lognormal fordeling

En lognormal fordeling er basert på antagelsen at kontinuerlig forrentede avkastninger på et aktivum er normalfordelt. En tilfeldig variabel ( $y$ ) er antatt å være lognormalt fordelt hvis ( $\ln y$ ) er normalfordelt. Dersom en antar at en avkastningen er normalfordelt som en tilnærming for den empiriske avkastningen kan vi formulere avkastningen til en tilfeldig variabel i en normalfordeling, der en kjenner forventning og standardavvik.  $R_i = \mu_R + \sigma_R \cdot Z_i$

Hvor  $Z_i = \frac{R_i - \mu_R}{\sigma_R}$  er en standardisert normalfordelt stokastisk variabel.

Normalfordelingsfunksjonen er N og  $Z_i \sim N(0,1)$ . For realopsjoner så er fordelingen som oftest antatt å være lognormalfordelt. Dette kan vises ved å anta at prisen på underliggende

$S_t$  er lognormalfordelt og  $\frac{S_t}{S_0} = e^x$  og x er en tilfeldig variable som er et mål på kontinuerlig

forrentet avkastning over tidshorizonten 0 til t. Der som det antas at den logaritmiske avkastningen er normalfordelt med avkastning  $(\alpha - \delta - \frac{1}{2}\sigma^2)t$  og varians  $\sigma^2 t$  innsatt i

$\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right) \sim N\left[\left(\alpha - \delta - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t, \sigma^2 t\right]$  så kan utviklingen i aksjeprisen formuleres som

$$S_t = S_0 e^{(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma\sqrt{t}Z}$$

og forventet aksepris er gitt ved  $E(S_t) = S_0 \cdot e^{(\alpha - \delta)t}$ .

Ved en Monte Carlo simulering antas det at prisprosessen på underliggende vil følge overstående prosess og forventet avkastning blir erstattet med risikofri rentesats r. Deretter genereres tilfeldige normalfordelte variabler Z som igjen blir satt i prisprosessen

$S_t = S_0 e^{(r - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma\sqrt{t}Z}$  der hver Z gir et verdiestimat. Ved N forsøk vil en få en ny verdi for hvert forsøk i. Verdien blir da gitt ved:

$$\max(0, S_T^i - K) = \max(0, S_0 e^{(r - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma\sqrt{t}Z_i} - K); i = 1, \dots, N$$

Gjennomsnitt for resultatene finnes ved:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \max(0, S_T^i - K)$$

Dette uttrykket gir oss et estimat for forventet opsjonsutbetaling på tidspunkt T:

$$E_0 [\max(0, S_{T-K})]$$

Ved å diskontere utbetalingen med risikofri rente får en et verdiestimat i dag:

$$\bar{C} = e^{-rt} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \max(0, S_T^i - K)$$

Nøyaktigheten til Monte Carlo simuleringen kan finnes ved å standardavviket  $v$  til estimatet

$$\bar{C} \text{ gjennom } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (C_0^i - \bar{C}_0)^2}{N-1}} \text{ og } v = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Nøyaktigheten er da avhengig av antall forsøk  $N$  som blir gjort, det er vanlig å begynne med 10 000 simuleringer. Ved å benytte disse resultatene for å predikere prisprosessen på det gjeldende prosjektet får en følgende resultat.

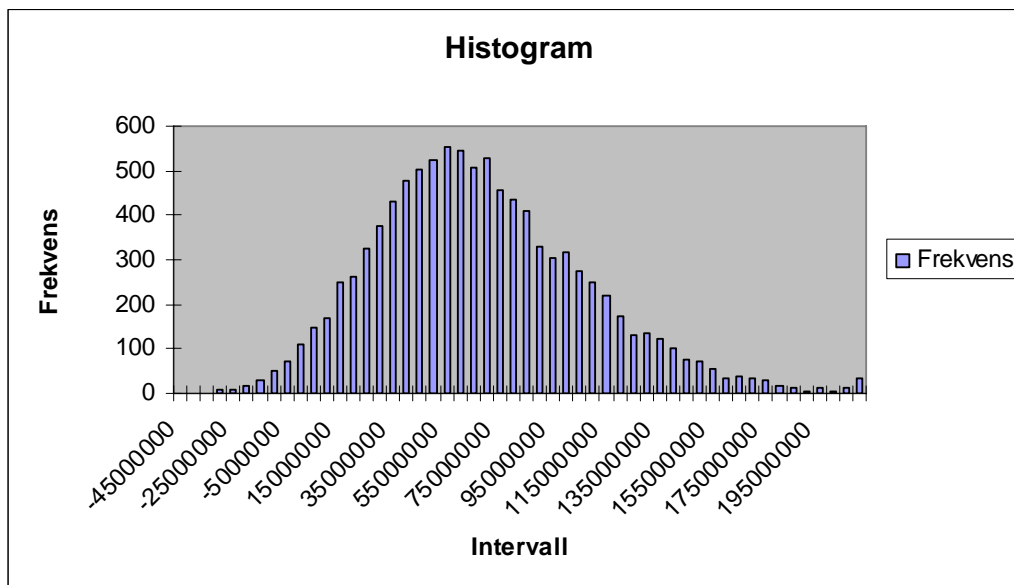
Forventet avkastning pr år	0,00 %
Volatilitet pr. år	29,20 %
Forfallstidspunkt	5
Rente pr år	5,13 %
Dividenderate	0,00 %
Dagens oljepris	50,21
<b>Standardavvik</b>	
$s$	39 865 025
$v$	398 650
Feilmargin	0,61 %
<b>NPV</b>	<b>\$17 301 835,15</b>
<b>Resultat for alle simuleringer</b>	
Maks verdi	\$284 665 553
Min Verdi	-\$38 259 923
Gjennomsnittlig verdi	\$65 443 209
Median verdi	\$61 154 905

*Tabell 20: Variabler og funn ved Monte Carlo simulering basert på lognormal fordeling.*

Verdiestimatet for opsjonen er lik gjennomsnittet av utfallene, dermed vil opsjonsverdien i dette tilfellet være lik gjennomsnittet for alle simuleringene. Denne verdien er vesentlig høyere en det som er funnet tidligere ved bruk av andre verdsettelsesmetoder. En ser da at det er oljeprisen er den avgjørende faktoren for verdsettelsen av programmet. Her er det ikke

---

lagt noen føringer på fremtidig utvikling av oljeprisen. Dette gir nok et litt optimistisk syn på dette prosjektet i forhold til tidligere antagelser.



*Figur 20: Fordeling av opsjonsverdier ved Monte Carlo simulering og lognormal fordeling.*

Ved analyse av datamaterialet fra denne simuleringen så finner en at det er ca 3 % sjanse for negativ avkastning her.

---

## 8.5.2 Mean reverting prisprosess

Når en antar en ”mean reverting” prisprosess så er antagelsen her at dagens prisnivå er unormalt høyt, og prisen vil være tilbakevendende til gjennomsnittet eller et annet lavere nivå enn dagens. Hvis en ser på oppsummeringen av oljeprisanalysen så ser en at gjennomsnittet for perioden 1988 til 2005 er på ca 21 \$ fatet mot prisen ved utgangen av 2005 på ca 50 \$ fatet.

Ved gjennomgang av denne metoden vil jeg benytte rammeverket fra Schwartz og Moon (2000). De tar utgangspunkt i prising av internettselskap som har hatt en meget høy vekst rate, de antar at denne vekstraten vil avta mot en mer ”fornuftig” rate som er bæredyktig i industrien. Dette kan da formuleres som:  $d\mu_t = k(\bar{\mu} - \mu_t)dt + \eta_t dz_2$ , variablene er forklart under mens  $z$  er en tilfeldig variable fra en normalfordeling som vist over. ”Mean-reversion” konstanten er  $k$  og det kan vises at forventet vekst i vekstraten er<sup>10</sup>:

$$\mu_{t+\Delta t} = e^{-k\Delta t} \mu_t + (1 - e^{-k\Delta t}) \left( \bar{\mu} - \frac{\lambda_2 \eta_t}{k} \right) + \sqrt{\frac{1 - e^{-2k\Delta t}}{2k}} \eta_t \sqrt{\Delta t} \varepsilon_2 \quad \sigma_t = \sigma_0 e^{-k_1 t} + \bar{\sigma} (1 - e^{-k_1 t})$$

Og forventet volatilitet på endringer i vekstrate er  $\eta_t = \eta_0 e^{-k_2 t}$

Dette vil da gi en risikojustert prisprosess som følger formen:  $S_{t+\Delta t} = S_t e^{\left\{ \left[ \mu - \lambda_1 \sigma_t - \left( \frac{\sigma_t^2}{2} \right) \right] \Delta t + \sigma_t \sqrt{\Delta t} \varepsilon_1 \right\}}$

Her følger en kort beskrivelse av variablene, samt valg av noen estimat.

---

<sup>10</sup> For utledning av formler se ”Rational Pricing of Internet Companies” av Schwartz og Moon.



Variabel	Notasjon	Beskrivelse og foreslått estimerings fremgang
Initial verdi	$S_0$	Observerbar
Forventet vekst i vekstrate på inntekter	$\mu_0$	Basert på historiske verdier - Bruker her tilnærming med antagelse om reduksjon i oljepris på grunn av mangel på informasjon på andre variabler.
Forventet volatilitet på inntekter	på $\sigma_0$	Basert på historiske endringer – Bruker her volatilitet i oljepris
Forventet volatilitet på endringer i vekstrate	på $\eta_0$	Basert på markeds volatilitet på aksjepris – Bruker her
Langsiktig vekstrate på inntekter	på $\bar{\mu}$	Vekst på linje med vekst i markedet for tilsvarende bedrifter
Langsiktig volatilitet på vekstrate på inntekter	på $\bar{\sigma}$	Volatilitet på linje med vekst i markedet for tilsvarende bedrifter
Markedspris for risiko på inntektsfaktoren – konstant	på $\lambda_1$	Målt med produktet av korrelasjonen mellom prosentvis endring i inntekt og avkastning på verdi multiplisert med standardavviket på aggregert verdi
Markedspris for risiko på vekstrate i inntektsfaktoren - konstant	på $\lambda_2$	Målt med produktet av korrelasjonen mellom prosentvis endring i vekstrate og avkastning på verdi multiplisert med standardavviket på aggregert verdi, antar her lik 0
Hastighet for tilpasning til vekstraten	k	Estimert fra antagelsen om verdien til $\bar{\mu}$
Horisont for estimatet	T	Valgt
Endring i tid mellom	$\Delta t$	Valgt

---

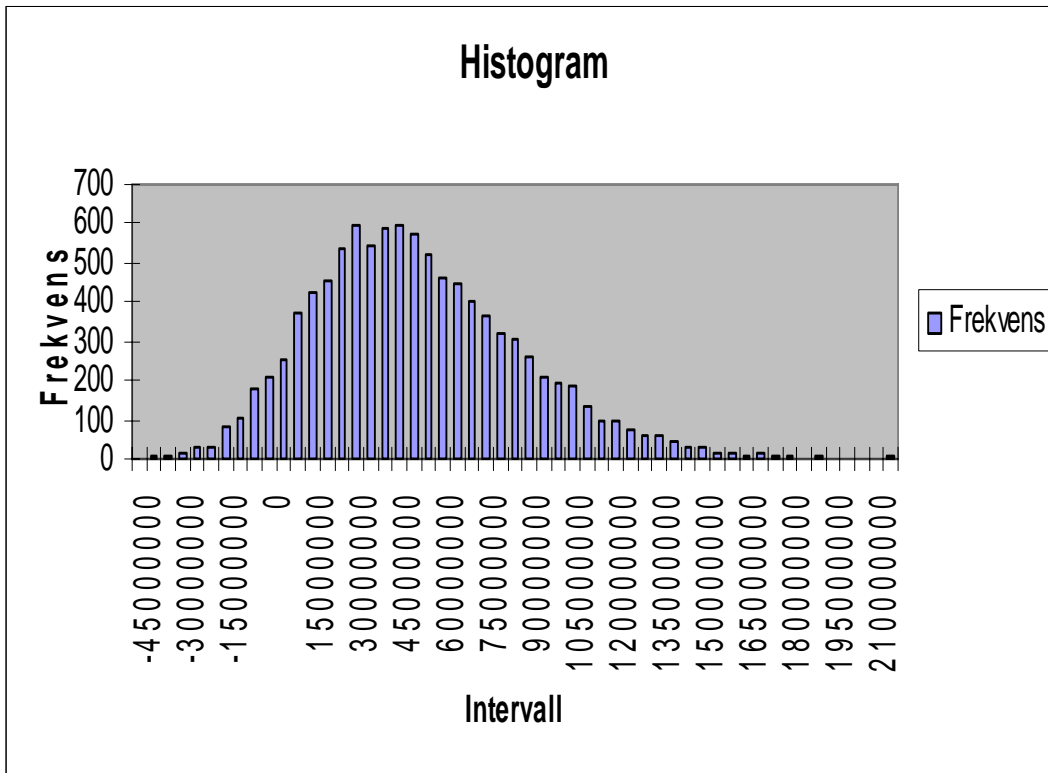
estimater

Når en tar høyde for IEA sine prediksjoner om reduserte fremtidige oljepriser er det rimelig å anta at "mean-reversion" konstanten  $k$  er negativ og dermed er også forventet vekst i vekstrate negativ. For videre beregninger blir  $\lambda_1$  antatt å være negativ på -0,04 noe som er en tilnærming på grunn av manglende datagrunnlag for å kunne beregne denne. Tallet er en tilnærming basert på funn i Schwartz og Moon men kommer her med negativt fortegn. Den forventede vekstraten i inntekter  $\mu_0$  er også fallende, denne blir da beregnet på grunnlag av antatt et fall i oljepriser fra dagens nivå på ca 50 dollar til 35 dollar over de neste fem årene. Dette vil med å bruke formel for kontinuerlig forrentning gi en årlig reduksjon på 7,1 %.

$$\ln\left(\frac{50}{35}\right)^{\frac{1}{5}} = 0,071$$

Forventet vekst i inntekter	-7,10 %
Volatilitet pr. år	29,20 %
Forfallstidspunkt	5
Rente pr år	5,13 %
Markedspris for risiko på inntektsfaktoren	-0,04
Dagens oljepris	50,21
Antall simulerte prisbaner	10000
Antall aksjekursregistreringer	5
Periodelengde	1/5
Standardavvik	
s	36 393 339
v	363 933
Feilmargin	0,75 %
NPV	\$57 460 837,09
<b>Resultat for alle simuleringer</b>	
Maks verdi	\$263 956 514
Min Verdi	-\$53 529 876
Gjennomsnittlig verdi	\$48 695 583
Median verdi	\$44 721 882

*Tabell 21: Variabler og funn ved Monte Carlo simulering basert på "mean reverting" prisprosess.*



*Figur 21: Fordeling av opsjonsutbetalinger ved bruk av Monte Carlo simulering og "mean reverting" prisprosess.*

Ved å analysere tallmaterialet i dette tilfellet så finner en at det er 6,7 % sannsynlighet for negativ verdi i dette tilfellet. Altså en del høyere enn ved lognormal verdsettelse.

Analysen av oljeprisutviklingen fra 1988 til 2005 viser at gjennomsnittsverdien i perioden har vært rundt 21 \$ i perioden. Hvis en tror at en vil vende tilbake til mot gjennomsnittet så er denne prisprosessen bedre egnet for å gi et verdianslag enn lognormal prisprosess.

---

### 8.5.3 Oppsummering Monte Carlo simulering

Monte Carlo simulering er en meget god metode for å verdsette et aktivum ved å simulere fremtidige fordelinger av priser. Denne fordelingen kan da brukes for å verdsette aktiva eller til å se på risikoen til dette aktiva. Verdien for dette prosjektet var vesentlig høyere ved å benytte denne metoden, og det reflektere at den største risikoen i et slikt prosjekt ligger i de fremtidige prisene. Sannsynligheten for at prosjektet skal gi positiv verdi er også høyere enn ved tradisjonelle analyser. Med lognormal fordeling fordelte verdiene seg med en klar høyrehale noe som påvirket opsjonsverdien betraktelig.

## 8.6 Kvalitativ realopsjonsanalyse

Ved å kombinere kvantitative analyser slik som er brukt over med kvalitative analyser av prosjektet kan en få en bedre evaluering av prosjektet. Kvantitative metoder er som oftest brukt når en skal evaluere en investering. De er enkle og sikre når det er mulig å gjøre sikre antagelser om fremtiden. Når usikkerheten øker blir nytten av finansielle metoder mindre siden det blir vanskeligere å predikere kontantstrømmene. En mulighet for å forbedre dette er å kombinere finansielle modeller med kvalitative verktøy som strategisk ledelse. Når det er vanskelig å gjøre sikre antagelser om sannsynlighetsfordelingen og estimat på usikkerhet så er kvalitative analyser et godt alternativ til kvantitative analyser slik som de over.

<b>Usikkerhetsnivå</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Verktøy</b>
Relativt klar fremtid	Prognoser er såpass klare at en kan bestemme optimalt investeringsstrategi	NPV, investeringsanalyse, ROA, Markedsundersøkelse og verdikjedeanalyse
Flere alternative utfall	Få utfall beskriver fremtiden, og en kan til en viss grad sette sannsynligheter på utfallene	Investeringanalyse, realopsjoner og spillteori
Et spekter av utfall	Variasjon i utfall, men ingen naturlige. Utfallene kan identifiseres og det er noen få sentrale variabler	Scenarioplanlegging, kvalitativ realopsjonsanalyse
Multipel usikkerhet	Vanskelig å predikere fremtiden. Mange usikkerhetskilder. Dette usikkerhetsnivået vil konvergere mot et av de tre overstående ettersom noe av usikkerheten blir avklart	Analogier, kvalitativ realopsjonsanalyse og strategisk planlegging

*Tabell 22: Usikkerhet og beslutningsverktøy fra Courtney m.f (1997)*

Oversikten over gir en oversikt over flere usikkerhetsnivå, og den gir innsikt i ulempene med subjektive prediksjoner når det er høy grad av usikkerhet. I prosjekter med høy grad av usikkerhet så kan realopsjoner være et verktøy for å kunne kvalitativt strukturere, identifisere og forstå verdiutviklingen knyttet til opsjonene forbundet med prosjektet. Dette vil da resultere i at prosjekter med høy grad av usikkerhet er mer egnet for kvalitative analyseverktøy.

---

## 9. Oppsummering

Utredningen innledes med en gjennomgang av DNO sine eksisterende oljeprosjekter i Jemen, og en teoretisk verdsettelse av disse med tradisjonelle verdsettelsesteknikker. Der tar jeg høyde for noen av endringene som skjer siden de startet opp. Det viser seg at verdsettelsen varierer kraftig etter som en tar høyde for muligheten for økning i volum og endringer i prisnivået på olje, hvis en hadde visst dette før initial investering. Dette åpner for å se på alternativer verdsettelsesmetoder som tar høyde for denne typen endringer i verdsettelsen, og hva dette gjør med verdiestimatet på verdsettelsen.

For å gjøre denne typen analyser så er det viktig å analysere alle aspekter rundt et prosjekt som organisatoriske egenskaper, strategiske egenskaper og risikoen. Dette ble gjort i kapittel tre til seks, og flere viktige områder ble belyst som kan skape merverdier i et prosjekt. Det er og risiko områder som kan føre til reduksjon av verdien, derfor er denne delen av analysen av prosjekter meget viktig for å skape et helhetlig bilde før en begynner på prosjektøkonomien.

Økonomien i prosjektet er analysert gjennom diskontert kontantstrøm metoder, internrente og sensitivitetsanalyse. Kombinasjonen av disse metodene gir et litt bedre innblikk i verdien på prosjektet og sannsynligheten for positiv nåverdi. Realopsjonsanalysen viser at variabler som prisprosessen og tid til investering har stor innvirkning på prisen.

### 9.1 Sammenligning av estimater

Verdsettelsen av prosjektet varierte kraftig alt etter hvilken metode som ble brukt. I forhold til nåverdi modellen som er en tradisjonell diskontert kontantstrøm modell så får en relativ lav verdi alt avhengig av avkastningsgrad som blir valgt. Kontantstrømmen som denne er basert på er preget av mange subjektive vurderinger ("guesstimates") om hvordan fremtiden vil bli, og det er ganske innlysende at den ikke vil bli akkurat som budsjettet.

Verdsettelsen blir den samme med bruk av sensitivitetsanalyse, men her får en bedre oversikt over hvordan faktorer som volum og investeringskostnad virker inn på verdsettelsen.

---

Gjennom realopsjonsmetodene får en bedre innsikt i hvordan verdien endrer seg når en endrer horisonten på prosjektet (binomisk modell) og hva som skjer ved endring av prisprosessen.

Den faktoren som har størst innvirkning på verdsettelsen er oljeprisen, men dette er også den faktoren det er mest usikkerhet rundt.

## 9.2 Realopsjoner i praksis

Realopsjoner er som andre tradisjonelle verdsettelsesmetoder påvirket av subjektive vurderinger og antagelser. I slike tilfeller der de er presentert med høy usikkerhet og stor grad av kompleksitet så vil de fleste opsjonsparametrene være estimert med bakgrunn i subjektive anslag.

Jeg begynte denne utredningen med problemformuleringen:

*Hvilke informasjonsforskjeller er det mellom tradisjonelle verdsettelsesmetoder og realopsjonsmetoder i prosjekter med høy grad av usikkerhet?*

Igjennom denne utredningen har det blitt klart at realopsjonsmetoder kan tilføre en tradisjonell verdsettelse informasjon om hvordan verdiutviklingen vil være forbundet med et investeringsprosjekt. Dette kan være gjennom å kunne kvalitativt definere, strukturere og identifisere faktorer som verdiutviklingen bygger på. På grunn av dette så kan realopsjoner være et meget nyttig supplement til tradisjonelle verdsettelsesmetoder når en har usikkerhet rundt fremtidige kontantstrømmer.

## 10. Vedlegg til verdsettelsen

### 10.1 Nåverdiberegning

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
<b>Investering</b>		<b>\$130 000 000</b>							
Driftsinntekter			\$126 406 667	\$147 818 750	\$137 629 167	\$101 951 667	\$46 900 000		
Driftskostnader			-\$31 505 141	-\$41 944 612	-\$44 507 798	-\$37 656 786	-\$19 853 667		
Produksjonskostnader og driftskostnader			-\$21 041 499	-\$29 525 448	-\$32 749 023	-\$28 778 078	-\$15 678 469		
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger			-\$26 000 000	-\$32 500 000	-\$32 500 000	-\$26 000 000	-\$13 000 000		
Finanskostnader			-\$6 500 000	-\$5 200 000	-\$3 575 000	-\$1 950 000	-\$650 000		
<b>Driftsresultat</b>			\$41 360 026	\$43 848 690	\$27 872 346	\$9 516 802	-\$1 632 136		
<b>Skatt</b>		62,72 %	\$25 942 241	\$27 503 205	\$17 482 366	\$5 969 222	-\$1 023 724		
<b>Årsresultat</b>			\$15 417 785	\$16 345 484	\$10 389 980	\$3 547 580	-\$608 412		
<b>Fri kontantstrøm</b>			-\$130 000 000	\$41 417 785	\$48 845 484	\$42 889 980	\$29 547 580	\$12 391 588	
<b>Internrente</b>		12,81 %						<b>Sum</b>	
<b>Nåverdi ved WACC 15 %</b>			-\$113 043 478	\$31 317 796	\$32 116 699	\$24 522 485	\$14 690 369	\$5 357 226	<b>\$5 038 903</b>
<b>Nåverdi ved WACC 10 %</b>			-\$118 181 818	\$34 229 574	\$36 698 335	\$29 294 433	\$18 346 723	\$6 994 729	<b>\$7 381 976</b>
<b>Nåverdi ved WACC 9,64 %, gitt ved egenkapital grad 40 %</b>			-\$118 326 456	\$34 313 410	\$36 833 241	\$29 438 106	\$18 459 266	\$7 046 249	<b>\$7 763 816</b>

Tabell 23: Nåverdmodell med full belåning og innberegnete finanskostnader.

### 10.2 Data fra Monte Carlo simulering

- **Makro**

I Monte Carlo simuleringen benytter jeg følgende makro for å programmere en gjentakende prosess.

```
Sub sim_prisbane()
```

```
Dim ant_treknings As Integer
```

```
ant_treknings = Range("B12").Value
```

```
Columns("S:S").ClearContents
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
For i = 1 To ant_treknings
```

```
Calculate Range("s1").Offset(i - 1, 0).Value = Range("B16").Value
```

```
Next
```



Application.ScreenUpdating = False

End Sub

Oversikt over data model ved bruk av lognormal avkastningsprosess.

I	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Z	0,380364949	0,614148125	-1,905010656	-1,47950624	0,813088082	-1,090407894		
St	50,21	52,86	57,37	44,81	37,00	41,22	35,81	
<b>Reservoar produksjon</b>			2 680 000	3 350 000	3 350 000	2 680 000	1 340 000	
<b>Reservoar størrelse</b>		13 400 000	10 720 000	7 370 000	4 020 000	1 340 000	0	
<b>Investering</b>		\$130 000 000						
Driftsinntekter			\$141 654 591	\$192 184 090	\$150 122 191	\$99 172 358	\$55 235 505	
Driftskostnader			-\$31 505 141	-\$41 944 612	-\$44 507 798	-\$37 656 786	-\$19 853 667	
Produksjonskostnader og driftskostnader			-\$21 041 499	-\$29 525 448	-\$32 749 023	-\$28 778 078	-\$15 678 469	
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger			-\$26 000 000	-\$32 500 000	-\$32 500 000	-\$26 000 000	-\$13 000 000	
Driftsresultat			\$63 107 950	\$88 214 030	\$40 365 371	\$6 737 494	\$6 703 369	
Skatt		63 %	\$39 583 188	\$55 330 469	\$25 318 364	\$4 225 957	\$4 204 553	
<b>Årsresultat</b>			\$23 524 763	\$32 883 561	\$15 047 007	\$2 511 537	\$2 498 816	
Fri kontantstrøm		-\$130 000 000	\$49 524 763	\$65 383 561	\$47 547 007	\$28 511 537	\$15 498 816	
							Sum	
<b>Nåverdi diskontert med risikofri rente</b>		-\$123 809 524	\$44 920 420	\$56 480 778	\$39 117 040	\$22 339 535	\$11 565 455	\$50 613 705

## Oversikt over datamodell ved bruk av ”mean reverting” avkastningsprosess

I	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Z		-0,194047415	-0,336166903	1,229398629	0,37173388	-0,599961601	0,171910293
St	50,21	47,76	44,59	51,08	52,31	47,19	47,08
<b>Reservoar produksjon</b>			2 680 000	3 350 000	3 350 000	2 680 000	1 340 000
<b>Reservoar størrelse</b>		13 400 000	10 720 000	7 370 000	4 020 000	1 340 000	0
<b>Investering</b>		\$130 000 000					
Driftsinntekter			\$127 989 585	\$149 379 076	\$171 108 088	\$140 186 850	\$63 230 102
Driftskostnader			-\$31 505 141	-\$41 944 612	-\$44 507 798	-\$37 656 786	-\$19 853 667
Produksjonskostnader og driftskostnader			-\$21 041 499	-\$29 525 448	-\$32 749 023	-\$28 778 078	-\$15 678 469
Avskrivninger, amortiseringer og nedskrivninger			-\$26 000 000	-\$32 500 000	-\$32 500 000	-\$26 000 000	-\$13 000 000
Driftsresultat			\$49 442 945	\$45 409 016	\$61 351 268	\$47 751 986	\$14 697 966
Skatt		63 %	\$31 012 089	\$28 481 888	\$38 481 344	\$29 951 469	\$9 219 003
<b>Årsresultat</b>			\$18 430 856	\$16 927 127	\$22 869 924	\$17 800 517	\$5 478 964
Fri kontantstrøm		-\$130 000 000	\$44 430 856	\$49 427 127	\$55 369 924	\$43 800 517	\$18 478 964
							<b>Sum</b>
<b>Nåverdi diskontert med risikofri rente</b>		-\$123 809 524	\$40 300 096	\$42 697 011	\$45 552 973	\$34 318 851	\$13 789 287
							<b>\$52 848 695</b>

---

## 11. Litteraturliste

Amram, M. and N. Kulatilaka (1999a): *Real Options*. Harvard Business School Press, Boston, Mass.

Amram, M og Kulatilaka, N (1999). "Disciplined decisions: Aligning strategy with the financial markets". Harvard Business Review 77 (1): 95-104

Bjerke, Espen, Overrasket over gigant sprekk på snøhvit, Dagens Næringsliv 16.09.2005  
<http://www.dn.no/forsiden/article596109.ece>

Bjerke, Espen, Goldman spår kraftig oljeprishopp, Dagens Næringsliv, 14.12.2005  
<http://www.dn.no/forsiden/energi/article635781.ece>

Bjerke, Espen, Jekker opp langsiktig oljepris, Dagens Næringsliv, 07.11.2005  
<http://www.dn.no/forsiden/article675535.ece>

Brealey, Richard A. and Stewart C. Myers (2003): Principles of Corporate Finance. 7th ed. McGraw-Hill/Irwin, Boston, Mass.

Bräutigam, Johannes. Esche, Christoph (2003). "Uncertainty as a key value driver of real options", European Business School, Schloss Reichartshausen, 65375 Oestrich-Winkel, Germany

Bruun, Søren og Bason, Peter (2001) "Essay One: What Are Real Options?" Real Options Approaches in Venture Capital Finance, Revised 28-03-2001

Broyles, Jack (2003). "Financial Management and Real Options" John Wiley & Sons Ltd.

Bodie, Zvi. Kane, Alex. Marcus, Alan J. (2002) "Investments" 5<sup>th</sup> edition, McGraw Hill

Copeland, Thomas E. et al.(2000): Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. 3rd edition Wiley, New York.

Copeland, T and Antikarov, V. (2001). Real options – a practitioner's guide. Texere, New York, NY.

Cournet, H. Kirkeland, J og Viguerie, M (1997): "Strategy under uncertainty". Harvard Business Review 75 (6): 66-79

Damodaran, Aswath. (2002) "Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset" 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc.

- 
- Dixit, A.K. and Pindyck, R. S. (1994). Investment under uncertainty. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Dyrnes, S. (2004) “Verdsettelse ved bruk av multiplikatormodeller” Universitetsforlaget
- Ekern, Steinar (2005). Forelesningsnotater i FIE400N Finansmarkeder, våren 2005, Norges Handelshøyskole
- Erikstad, Terje (06.04.2005):Hyll spekulantene, Dagens Næringsliv
- Jain, C. L. (2002). Benchmarking forecasting errors. The Journal of Business Forecasting. 21(3), pp. 21-23.
- Jean-Jacques, J. Dennis (2003) “The Five Keys to Value Investing “ McGraw-Hill
- Jorion, Philippe (2001): Value At Risk, The New Benchmark for Managing Financial Risk.2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill
- Kritzman, Mark. P. (2003). ”The Portable Financial Analyst”. John Wiley & Sons, Inc.
- Longstaff . Schwartz (2001). “Valuing American options by simulation: a simple least-squares approach”. Rev. Financ. Stud..2001; 14: 113-147.
- Graham, John R. Harvey, Campbell R (2001): The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field, Journal of Financial Economics 61, s
- Ingersoll, J. E. and S. A. Roll (1992): Waiting to Invest: Investment and Uncertainty, Journal of Business 65, no. 1, pp. 1-29
- Knivsflå, Kjell Henry (2004). Forelesningsnotater i ROS430 Regnskapsanalyse og verdsettelse, våren 2004, Norges Handelshøyskole
- Kulatilaka, N. and E. C. Perotti (1998): Strategic Growth Options, *Management Science* 44, no. 8 (August), pp. 1021-1031
- Lillestøl, Jostein: Value at Risk – sett med en statistikers øyne (2002).(I: Essays on Uncertainty: Festskrift til Steinar Ekerns 60-årsdag. Red.: Petter Bjerksund og Øystein Gjerde. Norges Handelshøyskole, Bergen, s. 121-144)
- Luerman, T. (1998): Investment Opportunities as Real Options, *Harvard Business Review* July-August, pp. 51-58

---

Mauboussin, M. J. (1999): Get Real - Using Real Options in Security Analysis, *Frontiers of Finance* 10, June 23 (Credit Suisse First Boston Equity Research Paper)

McDonald Rober, L. (2003) "Derivatives Markets", Addison Wesley

Pettersen, Morten Furholm (2005): "Realopsjoner – Verdsettelse av informasjon og kommunikasjonsteknologi", SNF-Rapport nr 14/05

Petroleumsløven Lov 29. november 1996 nr 72 om petroleumsvirksomhet. Sist endret ved lov 14. desember 2001 nr 98, lov 28 juni 2002 nr 61, lov 20 desember 2002 nr 88 og lov 27 juni 2003 nr 68. [http://www.npd.no/regelverk/r2002/Petroleumsløven\\_n.htm](http://www.npd.no/regelverk/r2002/Petroleumsløven_n.htm)

Pindyck, R. S. (1993): Investments of Uncertain Cost *Journal of Financial Economics* 34, 53-76

Royer, R.S (2000). "Risk management: the undiscovered dimension of project management", *Project Management Journal* 31 (1): 6-13

Trigeorgis, Lenos. (1996). *Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation*. MIT Press, Cambridge, MA.

Trigeorgis, Lenos. Smit, Han T.J (2004) "Strategic Investment; Real options and Games" Princeton University Press