

## **Sammendrag**

I denne oppgaven analyserer jeg kostnaden ved å investere grønt med Oslo Børs som investeringsunivers. Jeg ser på hva som skjer med investeringsmulighetene når olje- og gasselskapene i energisektoren ekskluderes fra investeringsuniverset. Ved å konstruere porteføljefronter og tilhørende kapitalallokeringslinjer viser jeg hvordan investeringsmulighetene reduseres. Cirka en tredel av selskapene på Oslo Børs er en del av energisektoren. Likevel viser resultatene mine at selv om investeringsmulighetene reduseres, vil forventet avkastning for en veldiversifisert investering reduseres lite ved å velge en grønn investeringsstrategi.



# Forord

Med denne oppgaven avslutter jeg en toårig mastergrad i finansiell økonomi og fem år med studier ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

Jeg vil takke min veileder professor Snorre Lindset ved Institutt for samfunnsøkonomi for tilbakemeldinger i arbeidet med oppgaven. Doktorgradsstipendiat Synne Almaas fortjener også en takk for hjelp til innsamling av data.

Jeg vil også takke min samboer Line Bystrøm for råd, innspill og tålmodighet.

Trondheim, mai, 2015

Øystein Fornes



# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstillinger . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Sosialt ansvarlige investeringer</b>	<b>5</b>
2.1	Historisk SRI . . . . .	5
2.2	SRI i praksis . . . . .	7
2.3	Kostnader ved SRI . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Teori</b>	<b>11</b>
3.1	Markowitz porteføljeoptimering . . . . .	11
3.2	Matematiske og statistiske begrep . . . . .	12
3.2.1	Avkastning . . . . .	12
3.2.2	Meravkastning og risikopremie . . . . .	13
3.2.3	Forventet avkastning for et selskap . . . . .	14
3.2.4	Varians og standardavvik i avkastningen til selskap	15
3.2.5	Kovarians og korrelasjon . . . . .	16
3.2.6	Matriser . . . . .	16
3.2.7	Forventet avkastning for en portefølje . . . . .	18

---

3.2.8	Varians og standardavvik i avkastningen til en portefølje . . . . .	18
3.2.9	Sharpe-raten . . . . .	19
3.3	Diversifisering . . . . .	20
3.4	Porteføljefronten . . . . .	21
3.5	Kapitalallokeringlinjen . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Data og metode</b>	<b>27</b>
4.1	Datamateriale . . . . .	27
4.1.1	Behandling av data . . . . .	27
4.1.2	Deskriptiv statistikk . . . . .	29
4.2	Metode . . . . .	31
4.2.1	Divestering i energisektoren . . . . .	31
4.2.2	Beregning av porteføljeegenskaper . . . . .	31
4.2.3	Konstruksjon av porteføljefronten . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Analyse og resultater</b>	<b>37</b>
5.1	Problemstilling 1 . . . . .	37
5.2	Problemstilling 2 . . . . .	40
5.2.1	Utvidet periode: 2000 - 2014 . . . . .	40
5.2.2	Tidligere femårsperiode: 2005 - 2009 . . . . .	43

---

5.2.3	Sammenlikning av periodene . . . . .	45
5.3	Kommentarer og videre undersøkelser . . . . .	47
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>49</b>

# Figurer

1.1	Utvikling i OSEBX fra 01.01.2000 til 31.12.2014 . . . . .	4
3.1	Utvikling i risiko ved å inkludere flere aktiva . . . . .	21
3.2	Porteføljefronten . . . . .	23
3.3	Kapitalallokeringslinjen . . . . .	25
4.1	Utsnitt av korrelasjonsmatrisen . . . . .	32
4.2	Konstruksjon av porteføljefront og kapitalallokeringslinje	35
5.1	Portefølje fronter og kapitalallokeringslinjer, 2010 - 2014 .	38
5.2	Portefølje fronter og kapitalallokeringslinjer, 2000 - 2014 .	42
5.3	Portefølje fronter og kapitalallokeringslinjer, 2005 - 2009 .	44



# Tabeller

4.1	Deskriptiv statistikk . . . . .	30
4.2	Intervall i estimert forventet avkastning og $\beta$ -verdier . . .	30
5.1	Reduksjon i forventet avkastning, 2010 - 2014 . . . . .	40
5.2	Reduksjon i forventet avkastning, 2000 - 2014 . . . . .	41
5.3	Reduksjon i forventet avkastning, 2005 - 2009 . . . . .	45
5.4	Sammenlikning av tangeringsporteføljer . . . . .	46



# Kapittel 1

## Innledning

*“Jeg har oppfordret de selskapene og fondene, som pensjonsfond og forsikringsselskaper, som uansett investerer mye penger, jeg ber dem: Vær så snill, reduser investeringene i kull og økonomi basert på fossil energi og (flytt) til fornybar energi”*

*- Ban Ki-moon, FNs generalsekretær, 02.11.2014.*

Dette sitatet er fra lanseringen av den siste rapporten fra FNs klimapanel om global oppvarming. Norge har en økonomi hvor investeringer i fossil energi er en viktig del, og Norge har et stort pensjonsfond med inntekter fra de samme kildene (Norges Bank Investment Management, 2015). Norge er en ledende nasjon innen produksjon av fossil energi som verdens tredje største gasseksportør og verdens femte største oljeeksportør. Oslo Børs er nest størst i Europa målt i antall selskaper innenfor energisektoren. Om lag halvparten av markedsverdiene på Oslo Børs og Oslo Axess består av selskapene i OSLO Energy Index<sup>1</sup> (Oslo Børs, 2015).

---

<sup>1</sup>OSLO Energy Index inneholder aksjer i selskaper som opererer innenfor energisektoren. Både aksjer notert på Oslo Børs og på Oslo Axess inngår, og totalt antall utestående aksjer for hvert indeksmedlem er representert i indeksen.

I media snakker politikere, miljøvernorganisasjoner og kulturtopper om at oljefondet og andre institusjonelle investorer må bidra til kutt i miljøfiendtlige investeringer eller utelate enkelte selskaper, bransjer eller sektorer fra sine investeringsporteføljer (Skorpen, 2014; Hermstad, 2014; Elnan, 2015). Begrunnelsen for dette er som regel at disse selskapene, bransjene eller sektorene skal utelates av miljøvennlige grunner, som debatten rundt oljefondet viser, eller av andre etiske årsaker (Sættem, 2015). Det oppfordres til en form for investering kalt sosialt ansvarlige investeringer, fra nå av omtalt som SRI<sup>2</sup>. SRI handler om å ta hensyn til miljø, etikk og sosiale forhold ved investeringsbeslutninger istedenfor bare avkastning og risiko (US SIF, 2015).

Ved å utelate selskaper fra et investeringsunivers pålegges en investor en restriksjon. En slik restriksjon vil kunne medføre en kostnad for investor (Bodie, Kane og Marcus, 2009). Energisektoren på Oslo Børs består av selskaper innen olje- og gassindustri, produsenter av fossil energi, og har som Ki-moon antyder en negativ virkning på klimaet (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). Jeg beregner kostnaden ved å ekskludere selskaper fra et investeringsunivers i et rammeverk konstruert med bakgrunn i Markowitz porteføljeteori. I analysen vil Oslo Børs være et komplett investeringsunivers som blir begrenset ved å ekskludere energisektoren. Jeg viser at for en investering med 5% standardavvik vil forventet avkastning reduseres med 0,9%. For en investering på 10 millioner med 278344 kroner forventet avkastning i et komplett investeringsunivers vil dette tilsvare en reduksjonen i forventet avkastning på 2492 kroner.

---

<sup>2</sup>Sosialt ansvarlige investeringer er på engelsk “social responsible investments” som gir forkortelsen SRI.

## 1.1 Problemstillinger

Ved å svare på problemstillingene i oppgaven estimerer jeg forventet kostnad knyttet til grønne investeringer på Oslo Børs. Grønne investeringer er i denne oppgaven definert som investeringer på Oslo Børs utenfor energisektoren. Et redusert investeringsunivers vil gi færre investeringsmuligheter og følgelig reduserte diversifiseringsmuligheter for en portefølje. En bindende beskrankning, som et redusert investeringsunivers kan være, vil i teorien medføre en kostnad i et minimeringsproblem.

### Problemstilling 1

**Hva koster det å investere grønt på Oslo Børs?** *Hvor mye reduseres forventet avkastning når energisektoren ekskluderes fra Oslo Børs?*

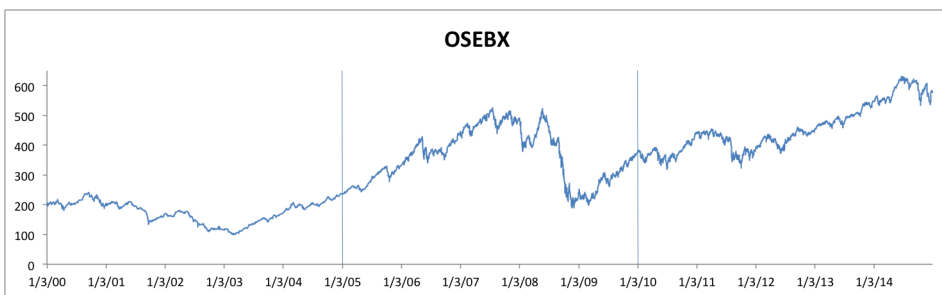
Ved å konstruere porteføljefronter og tilhørende kapitalallokeringslinjer i investeringsuniverset Oslo Børs, med og uten energisektoren, ser jeg på hvor mye forventet avkastning reduseres ved å ekskludere energisektoren i investeringsuniverset.

## Problemstilling 2

**Er kostnaden ved å investere grønt ulik i forskjellige tidsperioder?** *Hva skjer med kostnaden ved å investere grønt hvis perioden utvides? Hva er kostnaden ved å investere grønt i en tidligere femårsperiode?*

Her ser jeg på om det er en forskjell i hvor mye porteføljefronten skifter i ulike tidsperioder. Med data fra 2000 til 2014 ser jeg på en femtenårsperiode fra 2000 til 2014 og en femårsperiode fra 2005 til 2009.

Utviklingen på Oslo Børs fra 2000 til utgangen av 2014 er vist i figur 1.1. I figuren ser vi at utviklingen har vært noe ulik i de forskjellige periodene. Fra 2000 til 2014 har det totalt sett vært en stigning, men med store og små svingninger. I perioden fra 2005 til og med 2009 var det en liten stigning, og store svingninger. I perioden fra 2010 til og med 2014 var det en jevn stigning med noen mindre svingninger.



Figur 1.1: Utviklingen på Oslo Børs fra 01.01.2000 til 31.12.2014, her ved OSEBX-indeksen. De vertikale linjene markerer de ulike tidsperiodene brukt i denne oppgaven.

*Kilde: [finance.yahoo.com](http://finance.yahoo.com)*

## Kapittel 2

# Sosialt ansvarlige investeringer

Det brukes mange uttrykk for SRI om hverandre, blant annet samfunnsinvesteringer, samfunnsansvarlige investeringer, etiske investeringer, grønne investeringer, ansvarlige investeringer, bærekraftige investeringer og verdigrunnlag investeringer. SRI kjennetegnes ved at investor tar hensyn til mer enn kun forventet avkastning og risiko, som er de to viktigste kriteriene ved tradisjonell investering. En SRI-investor vil inkludere etiske, sosiale og miljømessige kriterier ved investering. Gjennom beviste investeringsvalg vil investor forsøke å oppnå langsiktig konkurransedyktig avkastning og samtidig positive samfunnseffekter (US SIF, 2015). Som investor er man medeier i selskapene man investerer i, og derfor indirekte ansvarlig for hvordan bedriften opptrer.

## 2.1 Historisk SRI

SRI har eksistert i ulike former i lang tid og er ikke et nytt fenomen. Allerede i 1758 forbød Kvekersamfunnet i Philadelphia sine medlemmer å delta i menneskehandel. Bønder øst i Nigeria (Igboland) delte sine første innhøstinger under New Yam Festivalen. Sosialaktivisme for

aksjeholdere utviklet seg på 1970-tallet. Religiøse investorer var pionerer for konseptet ved å danne aksjeholderlaget Interfaith Center for Corporate Responsibility (ICCR). ICCR lagde flere resolusjoner, blant annet mot apartheidsystemet i Sør-Afrika, for økonomisk utvikling i nærområdet, global finans, miljø, likhet, internasjonale saker, helse og militarisme (Asongu, 2007).

Våpenindustrien er sammen med tobakk, alkohol, gambling og pornografi tradisjonelt sett på som de uetiske bransjene (US SIF, 2015). I senere tid har klima, miljø og forurensing fått mye fokus (Asongu, 2007). I tillegg har sosialt ansvarlige investorer begynt å fokusere på hvordan enkelte selskaper opptrer uavhengig av bransje, og da i stor grad om selskaper overholder FN's prinsipper for god selskapsutøvelse (US SIF, 2015).<sup>1</sup> Som en motreaksjon på økt omfang av SRI har det vært en framvekst av fond som investerer i selskaper som er ansett som uetiske. Et kjent eksempel er amerikanske Barrier Fund, tidligere The Vice Fund, som investerer en stor andel av fondet i tobakk, våpen, alkohol og gambling. Barrier Fund kan vise til gode resultater (USA Mutuals, 2015).

Å estimere omfanget av SRI er komplisert. Selv om et fond eller en institusjonell investor har bestemmelser og regler som tilsier at det bedriver SRI er det ikke gitt at reglene følges opp i praksis. US SIF<sup>2</sup> skriver annethvert år en trendrapport for SRI hvor de blant annet forsøker å estimere omfanget av SRI i USA.

---

<sup>1</sup>FN's prinsipper for god selskapsutøvelse: <https://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/TheTenPrinciples/index.html>

<sup>2</sup>US SIF er en amerikansk medlemsorganisasjon for bedrifter, institusjoner, profesjonelle og organisasjoner som er involvert i SRI.



US SIF estimerer at 18% av \$36800 milliarder under profesjonell forvaltning benytter en eller annen form for SRI-kriterier (US SIF, 2014). Eurosif<sup>3</sup> estimerer at en eller annen form for ekskludering av selskaper gjøres for 41% av profesjonelt forvaltet kapital i Europa. Hvis man ser bort fra de som kun ekskluderer klasevåpen og anti-personelle landminer er den samme andelen av alle investeringer under profesjonell forvaltet kapital 23%. Statens pensjonsfond utland (Oljefondet) er så stort at det bidrar til at andelen investert i SRI i Europa er høy (Eurosif, 2014). Det er viktig å merke seg at både US SIF og Eurosif arbeider for å fremme SRI og derfor kan ha insentiver til å overrapportere omfanget og veksten i SRI.

## 2.2 SRI i praksis

Det er ulike metoder for SRI i praksis. Eurosif beskriver ekskludering (negativ filtrering), norm-basert filtrering, utvalg av “best i klassen” (positiv filtrering), bærekraftigbasert, aktivt eierskap og påvirkende investering (impact investing) (Eurosif, 2014). De mest brukte metodene for SRI beskrives under.

### Negativ filtrering

Negativ filtrering er den metoden for SRI som brukes mest. Metoden innebærer å utelukke selskap som ikke tilfredstiller valgte kriterier fra et

---

<sup>3</sup>Eurosif er en non-profit medlemsorganisasjon for bærekraftige og ansvarlige investeringer, og har som oppgave å fremme bærekraft gjennom de europeiske finansmarkedene.

investeringsunivers. Å utelate hele tobakksindustrien er et eksempel på metoden på bransjenivå. På selskapsnivå utelukker man enkelte selskap på bakgrunn av selskapsspesifikke forhold, som for eksempel hvis det viser seg at selskapet benytter barnearbeid. Oljefondet benytter seg blant annet av negativ filtrering, og har en offentlig liste over selskaper de ikke kan investere i av SRI-hensyn. Som SRI-investor må man ta stilling til hvordan man forholder seg til kunder og leverandører til ekskluderte selskap. Hvis man ønsker en strengere restriksjon, kan man for eksempel ekskludere en stålleverandør som leverer til et selskap som produserer klasevåpen. Det er en vanligere praksis å utelate selskaper som benytter seg av underleverandører i en ekskludert bransje, enn selskaper som leverer til en ekskludert bransje (St.meld. nr. 10, 2009; Eurosif, 2014).

### **Positiv filtrering**

Positiv filtrering innebærer å finne selskap som framstår spesielt etisk og dermed ønskelig å investere i. Eksempler på slike selskap kan være selskaper innen fornybar energi, selskap som aktivt arbeider for likestilling, eller andre sosiale formål. En variant av positiv filtrering er “best i klassen”. Når man investerer i de selskapene som er “best i klassen” vil det si at man investerer i de minst uetiske selskapene innen en bransje som anses som uetisk. “Best i klassen” gir et insentiv for at et selskap som er i en uetisk bransje likevel skal arbeide for å være mindre uetiske. Et eksempel kan være en våpenprodusent som arbeider for gode arbeidsvilkår, eller med utvikling av forsvarsvåpen framover angrepsvåpen (US SIF, 2015). Ved å investere etter “best i klassen” vil investor kunne være bredere diversifisert gjennom eksponering i flere

bransjer, enn om investor utelater hele bransjer.

### **Aktivt eierskap**

Gjennom aktivt eierskap er målet for investor å påvirke selskap ved å delta aktivt i å styre selskapet i en mer ansvarlig retning. Som alternativ til å ekskludere selskap som ikke er innenfor kriteriene man har, vil man isteden prøve å påvirke selskapene man eier slik at de kommer innenfor kriteriene man har. Dette kan gjøres gjennom direkte styrearbeid, men vanligvis gjøres dette gjennom et press mot styret for å følge utarbeidet prinsipper (NOU, 2003). For å oppnå innflytelse i et selskap kreves en stor eierpost.

## **2.3 Kostnader ved SRI**

Det medfører en merkostnad å undersøke selskaper for SRI-kriterier utover de vanlige investeringskriteriene. Investor kan selv undersøke selskaper eller kjøpe informasjon fra selskaper som spesialiserer seg på dette. Et eksempel på et slikt selskap er MSCI<sup>4</sup>. Hvis kostnadene i utvelgelsen av selskaper til en portefølje øker, vil det gå ut over avkastningen til porteføljen. Credit Suisse (2015) skriver i sin årlige rapport fra finansmarkedene at lave forvaltningskostnader i aktive fond er kritiske for å sikre meravkastning over tid. Forvaltningskostnadene er kritiske fordi aktive fond som slår markedet, som regel ikke gjør dette justert for forvaltningskostnader (Credit Suisse, 2015).

---

<sup>4</sup><http://www.msci.com/products/esg/>



## Kapittel 3

### Teori

#### 3.1 Markowitz porteføljeoptimering

Framgangsmåten i denne oppgaven bygger på den moderne portefølje-teorien lansert av Markowitz<sup>1</sup> (1952) i “Portfolio Selection”. Markowitz (1952) beskriver diversifiseringsgevinsten man kan oppnå ved å investere i flere aktiva, og hvordan diversifiseringsgevinsten påvirkes av hvordan avkastningen til de ulike selskapene beveger seg i forhold til hverandre. Det antas at investorene er risikoaverse, og bryr seg om risiko i tillegg til forventet avkastning. Senere tilpasser Markowitz (1956) porteføljeoptimeringsteorien til å ta hensyn til en ikke-short<sup>2</sup>-restriksjon. Institusjonelle investorer har ikke lov til å være short i selskaper jamfør Verdipapirhandelloven §3-9.

---

<sup>1</sup>Markowitz ble tildelt nobelprisen i økonomi i 1990 sammen med Merton H. Miller og William F. Sharpe for deres banebrytende arbeid innen finanst teori.

<sup>2</sup>Å være short betyr at man selger et lånt aktivum med avtale om å kjøpe det tilbake senere i håp om at prisen er lavere enn da man inngikk avtalen. En ikke-short-restriksjon tillater ikke denne praksisen.

## 3.2 Matematiske og statistiske begrep

Som bakgrunn til teorien for sammensettingen av en Markowitz-effektiv portefølje kreves en forståelse av noen enkle matematiske og statistiske begrep.

### 3.2.1 Avkastning

Som estimat på et selskaps avkastning benytter jeg logartimen av avkastningen til selskapene. For å beregne den daglige logaritmiske avkastningen tar vi logaritmen av prisen på tidspunkt  $t$  dividert på prisen på tidspunkt  $t - 1$  med daglige observasjoner

$$r_{i,d} = \ln \left( \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \right) \quad (3.1)$$

hvor  $r_{i,d}$  er daglig logaritmisk avkastning for selskap  $i$  på tidspunkt  $t$ ,  $P_{i,t}$  er prisen for selskap  $i$  på tidspunkt  $t$ , mens  $P_{i,t-1}$  er prisen for selskap  $i$  tidspunktet  $t - 1$ .

Antar her at prisene er log-normalfordelt slik at  $\ln \left( \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \right)$  vil være normalfordelt (McDonald, 2009).  $\ln \left( \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \right)$  er den løpende avkastningen for selskap  $i$  fra tidspunkt  $t$  til tidspunkt  $t - 1$ . Det betyr at summen av de daglige avkastningene over en tidsperiode vil være lik avkastningen for hele denne perioden. Dette kan brukes til å annualisere avkastningen. En vanlig antakelse ved annualisering av daglige verdier er at det er 252 handelsdager i året. Gjennomsnittlig årlig avkastning beregnes

derfor som det aritmetiske gjennomsnittet av de daglige logaritmiske avkastningene multiplisert med 252 handelsdager

$$\bar{r}_{i,d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{i,d} \quad (3.2)$$

$$\bar{r}_{i,a} = \bar{r}_{i,d} \cdot 252 \quad (3.3)$$

hvor  $\bar{r}_{i,d}$  er gjennomsnittlig daglig avkastning for selskap  $i$ , og  $\bar{r}_{i,a}$  er gjennomsnittlig årlig avkastning for selskap  $i$  (Chan og Wong, 2013).

### 3.2.2 Meravkastning og risikopremie

Med meravkastning menes differansen i avkastningen til et risikabelt aktivum, en portefølje eller en indeks og avkastningen til et risikofritt alternativ. Risikopremien er den samme differansen, men for de forventede verdiene.

$$r_{MA} = r_p - r_f \quad (3.4)$$

$$r_{RP} = E(r_p) - r_f \quad (3.5)$$

$r_{MA}$  er meravkastningen til risikabelt aktivum, portefølje eller indeks,  $r_p$  er oppnådd avkastning i risikabelt aktivum, portefølje eller indeks og  $r_f$  er avkastningen i risikofritt alternativ.  $r_{RP}$  er estimert risikopremie og  $E(r_p)$  er forventet avkastning for risikabelt aktivum, portefølje eller indeks (Bodie, Kane og Marcus, 2009).

### 3.2.3 Forventet avkastning for et selskap

Jeg tar utgangspunkt i kapitalverdimodellen, CAPM, til å beregne forventet avkastning for selskapene i investeringsuniverset. CAPM ble utviklet av Sharpe (1964), Lintner (1965) og Mossin (1966). CAPM estimerer forventet avkastning for et selskap ut fra selskapets samvariasjoner med markedsporteføljen, risikopremien i markedet og avkastning på risikofritt investeringsalternativ. Markedsporteføljen er en verdivektet portefølje av alle selskapene i markedet. I en verdivektet portefølje er porteføljevektene til et selskap lik markedsverdien til selskapet delt på markedsverdien til hele markedet. Forventet avkastning estimeres med CAPM som i likning 3.6 under.

$$E(r_i) = r_f + \beta_i[E(r_m) - r_f] \quad (3.6)$$

hvor

$$\beta_i = \frac{\sigma_{r_i, r_m}}{\sigma_m^2} \quad (3.7)$$

Her er  $E(r_i)$  forventet avkastning for selskap  $i$ ,  $[E(r_m) - r_f]$  er risikopremien i markedet og  $\beta_i$  er et mål på selskap  $i$  sin samvariasjon med markedsporteføljen (Bodie, Kane og Marcus, 2009).



### 3.2.4 Varians og standardavvik i avkastningen til selskap

Det er vanlig i finans å bruke varians som et mål på variasjonen i pris- og avkastningsutvikling i et selskap, og derfor som et mål på risiko ved å investere i selskapet.

Variansen og standardavviket i et utvalg beregnes ut fra standard formler

$$\sigma_{i,d}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{i,d} - \bar{r}_{i,d})^2}{n - 1} \quad (3.8)$$

$$\sigma_{i,d} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_{i,d} - \bar{r}_{i,d})^2}{n - 1}} \quad (3.9)$$

hvor  $\sigma_{i,d}^2$  er den daglige variansen til avkastning og  $\sigma_{i,d}$  er det daglige standardavviket til avkastningen til selskap  $i$  (Bodie, Kane og Marcus, 2009).

For å annualisere variansen og standardavviket multipliseres den daglige variansen med 252, mens det daglige standardavviket multipliseres med kvadratroten av 252

$$\sigma_{i,a}^2 = \sigma_{i,d}^2 \cdot 252 \quad (3.10)$$

$$\sigma_{i,a} = \sigma_{i,d} \cdot \sqrt{252} \quad (3.11)$$

hvor  $\sigma_{i,a}^2$  er årlig varians og  $\sigma_{i,a}$  er årlig standardavvik (Chan og Wong, 2013).

### 3.2.5 Kovarians og korrelasjon

Samvariasjoner i avkastningen til ulike selskap kan måles i kovariasjon og korrelasjon. Kovariansen for en variabel i et utvalg defineres

$$\text{Cov}(r_j, r_k) = \sigma_{j,k} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{j,d} - \bar{r}_{j,d})(r_{k,d} - \bar{r}_{k,d})}{n-1} \quad (3.12)$$

hvor  $\sigma_{j,k}$  er kovariansen mellom avkastningen til selskap  $j$  og avkastningen til selskap  $k$ . Fra kovariansen kan man beregne korrelasjonen mellom selskap som gir verdier mellom -1 og 1. Korrelasjonen i avkastning til selskapene beregnes ved å dividere kovariasjonen i avkastning til selskapene på produktet av standardavvikene til avkastningen til selskapene

$$\text{Corr}(r_j, r_k) = \rho_{j,k} = \frac{\sigma_{j,k}}{\sigma_j \cdot \sigma_k} \quad (3.13)$$

hvor  $\rho_{j,k}$  er korrelasjonen i avkastningen mellom selskap  $j$  og selskap  $k$ . Kovariansen kan skrives

$$\sigma_{j,k} = \rho_{j,k} \cdot \sigma_j \cdot \sigma_k \quad (3.14)$$

(Bodie, Kane og Marcus, 2009)

### 3.2.6 Matriser

Matriser og vektorer brukes til å håndtere informasjon på en effektiv måte og kan enkelt brukes i praksis med dataverktøy. En varians-

kovariansmatrise,  $\mathbf{V}_{n \times n}$ , består av variansen i avkastningen til selskapene langs diagonalen i matrisen, og kovariansen i avkastningen til selskapene symmetrisk rundt diagonalen. De er symmetrisk rundt diagonalen siden  $\text{Cov}(r_k, r_j) = \text{Cov}(r_j, r_k)$ . Vi konstruerer en varians-kovariansmatrise etter følgende prinsipp

$$\mathbf{V}_{3 \times 3} = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2} & \sigma_{1,3} \\ \sigma_{2,1} & \sigma_2^2 & \sigma_{2,3} \\ \sigma_{3,1} & \sigma_{3,2} & \sigma_3^2 \end{pmatrix} \quad (3.15)$$

Med utgangspunkt i varians-kovariansmatrisen kan vi konstruere en korrelasjonsmatrise. Vi må da gå via en matrise som består av alle produktene av standardavvikene til avkastningen til selskapene.

$$\mathbf{S}_{n \times n} = \mathbf{s}_n^{\mathbf{T}} \cdot \mathbf{s}_n \quad (3.16)$$

$$\mathbf{S}_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_1 & \sigma_2 & \sigma_3 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_1 \cdot \sigma_1 & \sigma_1 \cdot \sigma_2 & \sigma_1 \cdot \sigma_3 \\ \sigma_2 \cdot \sigma_1 & \sigma_2 \cdot \sigma_2 & \sigma_2 \cdot \sigma_3 \\ \sigma_3 \cdot \sigma_1 & \sigma_3 \cdot \sigma_2 & \sigma_3 \cdot \sigma_3 \end{pmatrix} \quad (3.17)$$

hvor  $\mathbf{T}$  er notasjon for den transponerte av en vektor eller matrise.

Ved å dividere elementene i varians-kovariansmatrisen,  $\mathbf{V}_{n \times n}$ , element for element på elementene i matrisen  $\mathbf{S}_{n \times n}$  får vi korrelasjonsmatrisen,  $\mathbf{K}_{n \times n}$

$$\mathbf{K}_{3 \times 3} = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \rho_{1,3} \\ \rho_{2,1} & 1 & \rho_{2,3} \\ \rho_{3,1} & \rho_{3,2} & 1 \end{pmatrix} \quad (3.18)$$

hvor elementene i diagonalen vil være lik 1. Selskaper med lave korrelasjonskoeffisienter indikerer at de egner seg å inkludere i en portefølje for å få en diversifiseringsgevinst (Bodie, Kane og Marcus, 2009; Sydsæter, Hammond og Strøm, 2012).

### 3.2.7 Forventet avkastning for en portefølje

En portefølje er sammensatt av flere aktiva med ulik forventet avkastning,  $E(r_i)$ . Forventet avkastning for hele porteføljen,  $E(r_p)$ , er det vektete gjennomsnittet av forventet avkastning for hvert enkelt selskap, hvor vektene,  $w_i$ , er andel av total investering investert i selskap  $i$ .

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i) \quad (3.19)$$

hvor  $E(r_i)$  er forventet avkastning for selskap  $i$  som er estimert i likning 3.6 (Bodie, Kane og Marcus, 2009).

### 3.2.8 Varians og standardavvik i avkastningen til en portefølje

Variansen i avkastningen til en portefølje er en vektet sum av varians og kovarians i avkastningen til selskapene inkludert i porteføljen

$$\text{Var}_d(r_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_j \cdot w_k \cdot \sigma_{j,k} \quad (3.20)$$

hvor  $\sigma_p^2$  er porteføljevariansen (Bodie, Kane og Marcus, 2009). Likning 3.20 kan skrives på vektorform

$$\sigma_p^2 = \mathbf{w}^T \mathbf{V} \mathbf{w} \quad (3.21)$$

Når kovariansjonskoeffisientene er beregnet ut fra daglige observasjoner, vil  $\sigma_p^2$  være porteføljens daglige varians. Porteføljens årlige varians finner vi ved å multiplisere den daglige variansen i likning 3.21 med 252. Årlig standardavvik for porteføljen er kvadratroten av den årlige variansen

$$\sigma_{a,p}^2 = \sigma_p^2 \cdot 252 \quad (3.22)$$

$$\sigma_{a,p} = \sqrt{\sigma_{a,p}^2} \quad (3.23)$$

hvor  $\sigma_{a,p}$  er det årlige standardavviket for avkastningen til porteføljen (Chan og Wong, 2013).

### 3.2.9 Sharpe-raten

Sharpe-raten brukes til å finne den porteføljen som er optimalt å holde i investeringsuniverset. Den optimale porteføljen for investor å holde er den porteføljen som maksimerer sharpe-raten. Sharpe-raten beregnes av meravkastning, eller risikopremie, og risiko. Den defineres her som

$$\text{SR} = \frac{\text{E}(r_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (3.24)$$

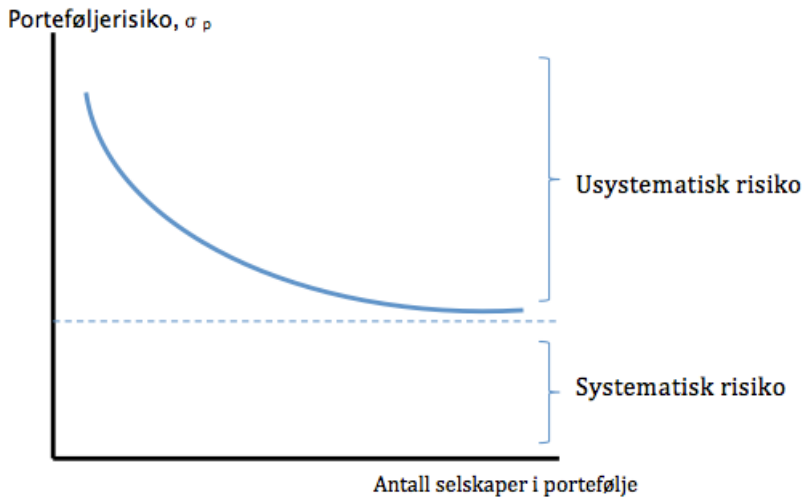
hvor  $E(r_p)$  er forventet avkastning på porteføljen holdt i investeringsuniverset. En rasjonell investor velger den porteføljen som har høyest sharpe-rate (Bodie, Kane og Marcus, 2009).

### 3.3 Diversifisering

Risikoen et selskap eller en portefølje er eksponert for kan deles mellom systematisk og usystematisk risiko. Usystematisk risiko er den risikoen som følger hvert enkelt selskap. Dette kan eksempelvis være risiko for dårlig ledelse, fare for streik, muligheter for utdaterte produkter og så videre. Ved å fordele investeringen sin i flere selskaper vil man kunne redusere denne selskaps-spesifikke risikoen. Systematisk risiko er den risikoen som påvirkes av felles risikofaktorer, og disse kan ikke diversifiseres vekk ved å investere i flere selskaper. Systematisk risiko kalles derfor også for udiversifiserbar risiko. I figur 3.1 illustreres utviklingen i risiko ved å investere i flere selskaper (Bodie, Kane og Marcus, 2009). Det er gjort flere empiriske undersøkelser i ulike markeder på hvor mange selskaper man må inkludere i en portefølje for å ha en veldiversifisert portefølje.<sup>3</sup> Ødegaard (2005) konkluderer med at det meste av diversifiseringsgevinsten er tatt ut etter inkludering av 10 selskaper i en portefølje hvor investeringsuniverset er Oslo Børs. Vi vil senere se at de optimale porteføljene i markedet vil inkludere flere selskaper enn dette.

---

<sup>3</sup>Evans og Archer (1968) skriver at 10 aksjer er tilstrekkelig, Wagner og Lau (1971) skriver at 15 aksjer er tilstrekkelig, Fama (1976) skriver at det er nok med 10-15 selskaper og Statman (1987) skriver at det er nødvendig med 30 aksjer.



Figur 3.1: Utvikling i porteføljens risiko ved å inkludere flere selskaper i en portefølje.

### 3.4 Porteføljefronten

Porteføljefronten i et investeringsunivers består av ulike porteføljer som minimerer porteføljens risiko til ulike nivå av forventet avkastning. Porteføljefronten tegnes i et varians-avkastningsdiagram, eller i et standardavvik-avkastningsdiagram som vist i figur 3.2 (Bodie, Kane og Marcus, 2009). Jeg vil i denne oppgaven forholde meg til sistnevnte. Man kan bevege seg lenger nord-vest i diagrammet ved å kombinere ulike selskaper i en portefølje enn man vil være ved å kun holde enkelte selskaper. Når man beveger seg lenger nord-vest i diagrammet vil sharperaten øke. Alle selskaper vil ligge sør-øst for porteføljefronten, med noen få unntak av selskaper som vil kunne ligge på selve porteføljefronten. Porteføljene langs porteføljefronten beregnes ved å minimere porteføljens

varians flere ganger med ulike verdier for forventet porteføljeavkastning,  $E(r_p)$ , i minimeringsproblemet

$$\min_{\mathbf{w}} \mathbf{w}^T \mathbf{V} \mathbf{w} \quad (3.25)$$

u.b.b.

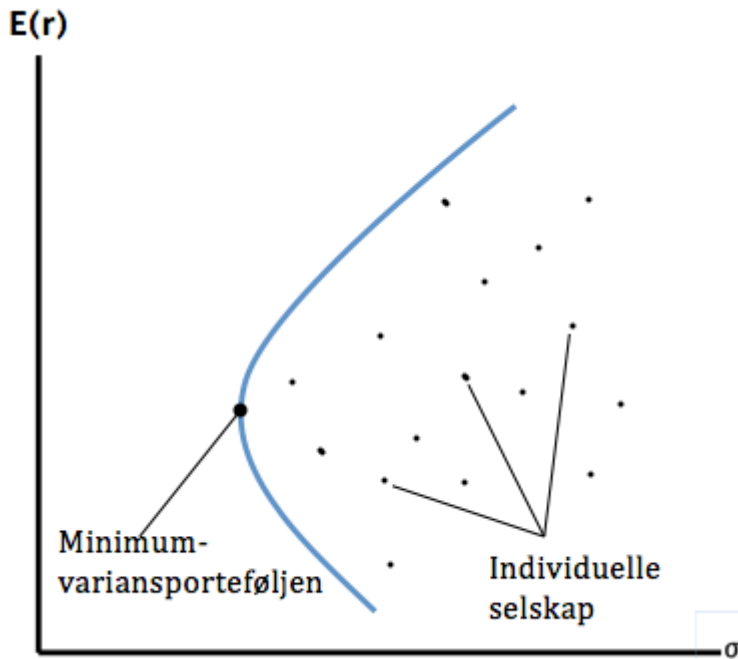
$$\mathbf{w}^T \mathbf{r} = E(r_p) \quad (3.26)$$

$$\mathbf{w}^T \mathbf{1} = 1 \quad (3.27)$$

$$\mathbf{w} \geq \mathbf{0} \quad (3.28)$$

$\mathbf{r}$  er en vektor med forventet avkastning for selskapene i valgt investeringsunivers,  $\mathbf{w}$  er en vektor med porteføljevektene,  $\mathbf{1}$  er en vektor med ettall og  $\mathbf{0}$  er en vektor med nuller. Likning 3.27 er en beskrankning som sier at summen av alle vektene skal være lik 1. Likning 3.28 er en beskrankning som ikke tillater investor å shorte selskaper. Ved å løse minimeringsproblemet i 3.25 med ulike verdier for forventet porteføljeavkastning i likning 3.26 vil man kunne konstruere porteføljefronten i standardavvik-avkastningdiagrammet som vist i figur 3.2. Minimum-variansporteføljen er den porteføljen som har lavest mulig standardavvik uavhengig av forventet avkastning, denne er markert i figur 3.2 og estimeres uten at beskrankningen i likning 3.26 gjelder. Den effektive delen av porteføljefronten er den delen av porteføljefronten som ligger nord-øst for minimum-variansporteføljen. Det er langs den effektive delen av porteføljefronten det er rasjonelt å holde en portefølje (Bodie, Kane og Marcus, 2009; Huang og Litzenberger, 1988).





Figur 3.2: Porteføljefronten i et standardavvik-avkastningsdiagram.

### 3.5 Kapitalallokeringlinjen

En investor kan i tillegg til å investere i en portefølje i aksjemarkedet investere i et risikofritt alternativ. Muligheten til å investere i et risikofritt alternativ øker investeringsmulighetene for investor ytterligere. Dette illustreres av kapitalallokeringslinjen i figur 3.3. Kapitalallokeringslinjen, forkortet CAL, består av kombinasjoner av risikofritt alternativ og den optimale porteføljen holdt i investeringsuniverset. Som vist i figur 3.3 vil kapitalallokeringslinjen være en rett linje som skjærer y-aksen i risikofri rente og tangerer porteføljefronten i den optimale porteføljen holdt i investeringsuniverset av en rasjonell investor. Videre

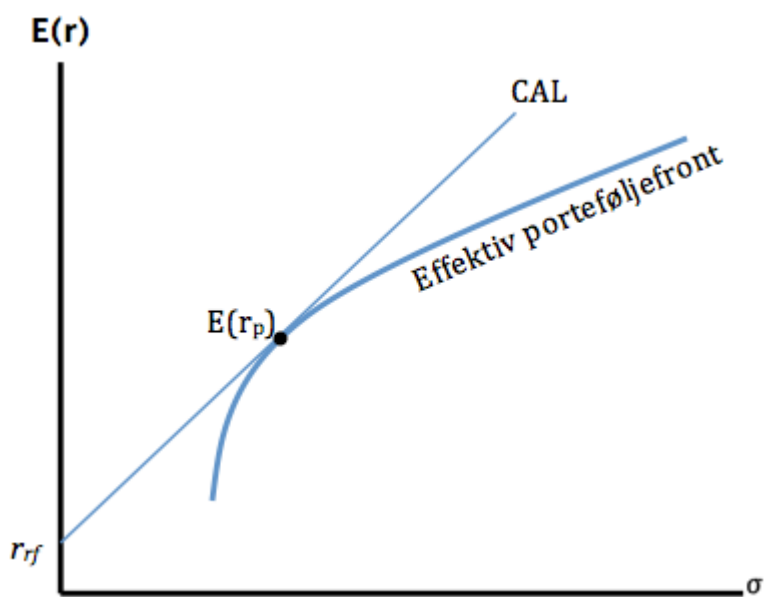
kalles den optimale porteføljen i tangeringspunktet for tangeringsporteføljen. Investor kan ved å endre sine andeler av total investering i risikofritt alternativ og i tangeringsportefølje justere risikoen for sin totale investering. Forventet avkastning for investors totale investering vil være

$$E(r_I) = w_r r_f + w_p E(r_p) \quad (3.29)$$

hvor  $E(r_I)$  er forventet avkastning for total investering,  $w_r$  og  $w_p$  er andel av total investering investert henholdsvis i risikofritt alternativ og i tangeringsportefølje.  $r_f$  er avkastning i risikofritt alternativ og  $E(r_p)$  er forventet avkastning for tangeringsporteføljen. Forventet avkastning langs kapitalallokeringslinjen finner vi ved

$$\text{CAL} = r_f + \sigma_I \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (3.30)$$

hvor  $\sigma_I$  er standardavviket til total investering som inkluderer både risikofritt alternativ og tangeringsportefølje. Det er mulig å tilpasse seg til høyre for tangeringsporteføljen langs kapitalallokeringslinjen, men investor må da lånefinansiere en investering i tangeringsporteføljen (Bodie, Kane og Marcus, 2009).



Figur 3.3: Kapitalallokeringslinjen skjærer y-aksen i risikofri avkastning og tangerer porteføljefronten i tangeringsporteføljen.



## Kapittel 4

# Data og metode

### 4.1 Datamateriale

Data er hentet fra [finance.yahoo.com](http://finance.yahoo.com) og [oslobors.no](http://oslobors.no) for alle selskaper notert på Oslo Børs per 31.12.2014. Datasettet består av daglige observasjoner av sluttprisene, justert for aksjesplitter og dividendeutbetalinger, til hvert enkelt selskap på Oslo Børs fra 01.01.2000 til 31.12.2014. I analysen benytter jeg data for tre tidsperioder, 2010 - 2014, 2000 - 2014 og 2005 - 2009. Som proxy for markedsporteføljen bruker jeg i oppgaven OSEBX<sup>1</sup>-indeksen.

#### 4.1.1 Behandling av data

Ved innhenting av data manglet det observasjoner for den justerte sluttprisen til enkelte selskap for enkelte dager. Dette kommer av at aksjen til selskapet ikke er handlet denne dagen. Prisen for aksjen på

---

<sup>1</sup>Oslo Børs beskriver OSEBX: "OSEBX: Oslo Børs Hovedindeks skal være en investerbar indeks som inneholder et representativt utvalg av alle noterte aksjer på Oslo Børs."

dager uten handel er derfor satt lik pris handelsdagen før.<sup>2</sup> Avkastningen for disse observasjonene beregnes å være null.

Hvert år noteres, og strykes, det selskaper på Oslo Børs. For selskap som noteres i løpet av perioden vil observasjonene starte på tidspunktet selskapet noteres. Ved beregning av kovarianskoeffisientene i varianskovariansmatrisen vil de ulike kovarianskoeffisientene beregnes med ulikt antall observasjoner.  $n$  i likning 3.12 er lik antall observasjoner for prisen til selskapet som er notert på seneste tidspunkt. Selskap som er strøket fra Oslo Børs i løpet av perioden 2000 - 2014 er ikke inkludert i datasettet. I perioden 2000 - 2014 er det i gjennomsnitt 16 selskaper som er notert hvert år, mens det er i gjennomsnitt 18 selskaper som er strøket hvert år.

For å sikre nok observasjoner til at korrelasjonskoeffisientene skal gi mening ekskluderer jeg selskaper som har vært notert mindre enn 100 dager i aktuell periode.

For at investor skal ha en viss forutsigbarhet og mulighet til å gå raskt og enkelt inn og ut av sine posisjoner setter jeg krav til hvor likvid en investering i selskapene må være. For å ta hensyn til kravet om høy nok likviditet ekskluderer jeg selskaper fra investeringsuniverset som er handlet mindre enn halvparten av alle handelsdager i den aktuelle perioden.

Risikopremien jeg bruker i oppgaven er 4,72%. Denne er hentet fra Ødegaard (2015) som estimerer risikopremien på Oslo Børs. Renten

---

<sup>2</sup>Det er ikke tatt hensyn til eventuelle aksjesplitter eller dividendeutbetaling for disse observasjonene.

til tiårs statsobligasjoner rapporteres av PwC (2014) som den renten flest aktører i markedet bruker som risikofritt alternativ. Jeg har brukt rentesatsen for tiårs statsobligasjoner fra seneste tilgjengelige tidspunkt i løpet av den aktuelle perioden som rente for risikofritt alternativ.<sup>3</sup> For periodene som slutter i 2014 var renten for tiårs statsobligasjoner 1,6%, mens for perioden som slutter i 2009 var renten for tiårs statsobligasjoner 4,15%.

### 4.1.2 Deskriptiv statistikk

Ved utgangen av 2014 var 166 selskap notert på Oslo Børs, 55 (33%) av disse var i energisektoren. 124 av de 166 selskapene som var notert på Oslo Børs ved utgangen av 2014 var notert på Oslo Børs ved utgangen av 2009. 35 (28%) av de 124 selskapene som ved utgangen av 2009 var notert på Oslo Børs var i energisektoren (Oslo Børs, 2015).

Av de 166 selskapene notert på Oslo Børs ved utgangen av 2014 var kun 67 selskaper notert i januar 2000. Av de 124 selskapene som var notert på Oslo Børs i utgangen av 2009 var det 89 som var notert i januar 2005 (Oslo Børs, 2015).

Tabell 4.1 viser antall selskaper i det komplette investeringsuniverset i hver periode før og etter ekskludering av selskaper som følge av krav til likviditet og antall dager notert. Det framgår også i tabellen hvor mange av de selskapene som var igjen etter ekskluderingen som var

---

<sup>3</sup>Rentesater tilgjengelig fra Norges Bank sine nettsider: <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Rentestatistikk/>

notert i energisektoren, og hvilken andel av Oslo Børs disse selskapene var ved utløp av de ulike periodene. Tabellen viser også hvor mange observasjoner det er i hver periode.

Tabell 4.1: Deskriptiv statistikk for datasettet.

<b>Andel av selskaper på Oslo Børs i energisektor</b>			
Periode	2010-2014	2000-2014	2005-2009
Selskaper OB før ekskludering	166	166	124
Selskaper OB etter ekskludering	137	144	116
Selskaper i energisektor	50	50	33
Andel selskaper i energisektor	36,5%	34,7%	28,4%
Antall observasjoner	1255	3747	1253

Tabell 4.2 viser intervallene for estimert forventet avkastning og tilhørende  $\beta$ -verdier for alle selskapene. Det framgår at minimum- og maksimumverdiene er ganske like for begge investeringsuniversene i alle periodene. Forventet avkastning er noe høyere i perioden fra 2005 til 2009 som følge av høyere avkastning for risikofritt alternativ.

Tabell 4.2: Intervaller for estimert forventet avkastning og  $\beta$ -verdier.

<b>Estimert forventet avkastning og <math>\beta</math>-verdier</b>				
Periode	Komplett univers		Energisektor	
	$E(r_i)$ i pst	$\beta$	$E(r_i)$ i pst	$\beta$
2010 - 2014	1,75 - 9,38	0,03 - 1,65	1,75 - 9,38	0,03 - 1,65
2000 - 2014	1,78 - 10,55	0,04 - 1,90	1,95 - 10,36	0,07 - 1,86
2005 - 2009	4,58 - 13,07	0,09 - 1,89	5,38 - 12,34	0,26 - 1,74



## 4.2 Metode

### 4.2.1 Divestering i energisektoren

For å beregne kostnaden ved å investere grønt sammenligner jeg to investeringsunivers i denne oppgaven. Det ene investeringsuniverset er hele Oslo Børs. Det andre investeringsuniverset er Oslo Børs uten energisektoren. Jeg legger miljøvennlighet til som et kriterie for investeringsvalg og ekskluderer hele energisektoren som en konsekvens av dette. Dette er en form for negativ filtrering. Energisektoren består av selskaper som produserer fossil energi og av selskaper som tilbyr støtte til disse produksjonsselskapene. Det er derfor flere selskaper enn de direkte produsentene av olje og gass som blir ekskludert. Jeg velger å ekskludere hele energisektoren som en forenkling.

### 4.2.2 Beregning av porteføljeegenskaper

Fra tidsserien med de justerte sluttprisene for alle selskapene og OSEBX-indeksen beregnes en tidsserie med daglig logaritmisk avkastning etter likning 3.1. Fra tidsserien med daglig logaritmisk avkastning for alle selskapene og OSEBX-indeksen beregnes  $\beta$ -verdiene for hvert enkelt selskap etter likning 3.7. Videre beregner jeg forventet avkastning for alle selskapene ved å benytte de tilhørende estimerte  $\beta$ -verdiene, renten til tiårs statsobligasjoner for risikofritt alternativ og risikopremien på Oslo Børs etter likning 3.6.

Kovariasjonen i avkastningen til selskapene beregnes fra tidserien med daglig logaritmisk avkastning etter likning 3.12. Kovariasjonskoeffisientene brukes til å konstruere en varians-kovariansmatrise som illustrert i likning 3.15. Denne matrisen brukes sammen med vektorer for porteføljevektene til å beregne porteføljens daglige standardavvik etter likning 3.21. Porteføljens daglige standardavvik annualiseres ved å multiplisere med kvadratroten av 252. Fra varians-kovariansmatrisen kan man beregne en korrelasjonsmatrise som kan gi en indikasjon på hvilke selskaper som er egnet til å være med i en veldiversifisert portefølje. I figur 4.1 er et utsnitt av en korrelasjonsmatrise som er fargekodet for å få gi et inntrykk av hvilke selskaper som korrelerer lite med andre selskaper.

Porteføljens avkastning beregner jeg fra vektorene med selskapenes forventede avkastning og porteføljevokter etter likning 3.19. Porteføljens meravkastning per risikoenhet i form av sharpe-raten beregnes av porteføljens forventede avkastning, standardavvik og rente for risikofritt alternativ etter likning 3.24.

Selskap	HNA.OL	HNB.OL	TEL.OL	TELIO.OL	OPERA.OL	NOD.OL	APP.OL	QFR.OL	ASETEK.OL	BLO.OL
HNA.OL	1	0,300	0,105	0,045	0,097	0,117	0,070	0,014	0,025	0,020
HNB.OL	0,300	1	0,083	0,027	0,132	0,123	0,078	0,117	0,055	0,040
TEL.OL	0,105	0,083	1	0,093	0,284	0,228	0,072	0,129	0,043	0,039
TELIO.OL	0,045	0,027	0,093	1	0,057	0,073	0,028	0,029	0,018	0,027
OPERA.OL	0,097	0,132	0,284	0,057	1	0,287	0,099	0,166	0,025	0,060
NOD.OL	0,117	0,123	0,228	0,073	0,287	1	0,111	0,188	0,046	0,072
APP.OL	0,070	0,078	0,072	0,028	0,099	0,111	1	0,065	0,018	0,021
QFR.OL	0,014	0,117	0,129	0,029	0,166	0,188	0,065	1	0,091	0,030
ASETEK.OL	0,025	0,055	0,043	0,018	0,025	0,046	0,018	0,091	1	0,025
BLO.OL	0,020	0,040	0,039	0,027	0,060	0,072	0,021	0,030	0,025	1

Figur 4.1: Utsnitt av en fargekodet korrelasjonsmatrise.

### 4.2.3 Konstruksjon av porteføljefronten

For å finne sammensetningen av selskaper som gir optimale porteføljer langs porteføljefronten bruker jeg Problemløseren<sup>4</sup> til å løse minimeringsproblemet i likning 3.25. I Problemløseren definerer man en verdi som skal optimeres, minimeres eller være lik en annen ønsket verdi under de forutsetningene man har i problemet. Problemløseren løser problemet ved å endre definerte verdier, som i denne oppgaven er porteføljevektene. For å konstruere hele den effektive porteføljefronten må vi finne flere av porteføljene som vil ligge på den effektive porteføljefronten. Til dette benytter jeg problemløseren på tre ulike måter gjennom tre steg forklart nedenfor og illustrert i figur 4.2. Porteføljegenskapene til alle de effektive porteføljene brukes til å konstruere den effektive porteføljefronten.

Det er to beskrankninger som gjelder i alle stegene. Den første beskrankningen er at summen av porteføljevektene skal være lik 1. Den andre beskrankningen er at alle porteføljevektene må være større eller lik 0. I en effektiv portefølje kan det uten den andre beskrankningen forekomme at porteføljevektene er negative. Hvis denne beskrankningen er bindende vil den i teorien medføre en begrensning i porteføljens effektivitet. Frost og Savarino (1988) viser at en slik beskrankning for porteføljevektene kan øke effektiviteten til porteføljen på grunn av bedre estimat som følger av reduserte estimatfeil.

---

<sup>4</sup>Problemløseren er en tilleggsprogramvare i Excel som kan løse ulike optimeringsproblemer.

### Steg 1

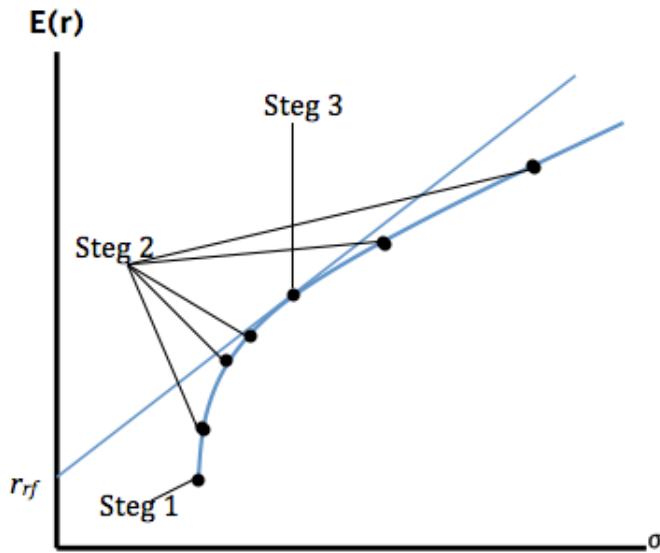
Det første steget i å konstruere den effektive porteføljefronten er å finne minimum-variansporteføljen. Minimum-variansporteføljen er den porteføljen som gir lavest mulig risiko i investeringsuniverset. For å finne minimum-variansporteføljen stilles Problemløseren til å minimere standardavviket til porteføljen. Problemløseren vil da løse minimeringsproblemet i likning 3.25 uten restriksjonen i likning 3.26. Denne porteføljen vil være starten på den effektive porteføljefronten.

### Steg 2

For å bygge den effektive porteføljefronten videre legger vi til beskrankningen fra likning 3.26 og definerer forventet avkastning litt høyere enn forventet avkastning i minimum-variansporteføljen. Problemløseren estimerer da en portefølje som minimerer standardavviket til gitt nivå for forventet avkastning. Dette steget gjentas flere ganger hvor kravet til forventet avkastning gradvis justeres opp fra nivået ved minimum-variansporteføljen til et nivå som gir tilstrekkelig høy avkastning til å få et godt bilde av porteføljefronten.

### Steg 3

Det siste steget er å finne tangeringsporteføljen. Tangeringsporteføljen estimeres ved at Problemløseren maksimerer verdien for sharpe-raten uten at beskrankningen for forventet avkastning gjelder. Kapitalalokeringslinjen skjærer y-aksen i risikofri rente og har stigningstall lik den maksimale sharpe-raten og tangerer porteføljefronten i tangeringsporteføljen.



Figur 4.2: Stegvis konstruksjon av porteføljevfront og kapitalallokeringslinje.

De tre stegene gjentas for begge investeringsuniversene og i alle periodene. Når porteføljevfrontene i investeringsuniverset uten energisektoren estimeres er det i praksis pålagt en beskrankning i minimeringsproblemet om at porteføljevektene for selskapene i energisektoren skal være lik 0.

Når kapitalallokeringslinjene er beregnet i begge investeringsuniversene kan kostnaden ved å ekskludere energisektoren estimeres. Differansen i forventet avkastning vil være kostnaden ved å utelate energisektoren.



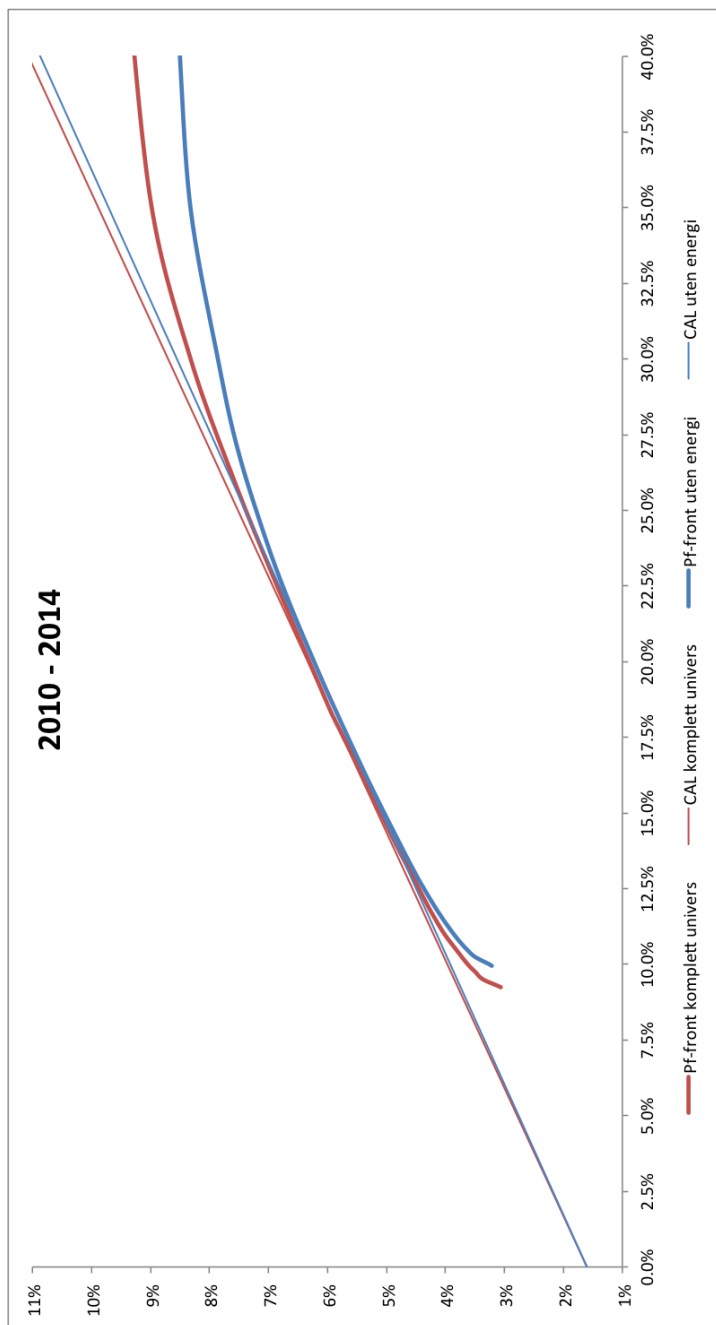
## Kapittel 5

# Analyse og resultater

### 5.1 Problemstilling 1

Som utgangspunkt for analysen bruker jeg femårsperioden 2010 - 2014, og ser derfor på denne perioden i den første problemstillingen. Resultatet av å utelate energisektoren fra investeringsuniverset er illustrert i figur 5.1. Porteføljefronten i investeringsuniverset med ekskludert energisektor ligger noe under porteføljefronten i det komplette investeringsuniverset. Dette gjelder nødvendigvis også for de tilhørende kapitalallokeringslinjene. Sharpe-raten er da også lavere for tangeringsporteføljen i investeringsuniverset uten energisektoren. Dette betyr at kapitalallokeringslinjen i investeringsuniverset uten energisektoren er slakere enn kapitalallokeringslinjen i det komplette investeringsuniverset. Av dette følger det at effekten av å ekskludere energisektoren øker med økt risiko.

I tabell 5.1 framgår blant annet differansen i kapitalallokeringslinjene til ulike nivå for risiko, og hva dette utgjør for en investor som investerer 10 millioner. Vi ser i tabellen at en investor som tilpasser seg med 5% standardavvik kan forvente 2,78% og 2,76% årlig avkastning



Figur 5.1: Porteføljefrontene og kapitalallokeringslinjene for perioden 2010 - 2014 for investeringsunivers med og uten energisektor.



i henholdsvis det komplette investeringsuniverset og det grønne investeringsuniverset uten energisektoren. Dette er en reduksjon på 0,02 prosentpoeng, eller 0,9%, i forventet avkastning ved å investere grønne. For en investor som investerer 10 millioner kroner og forventer avkastning på 278344 kroner tilsvarer 0,9% en reduksjon i forventet avkastning på 2492 kroner.

Tangeringsporteføljen i et komplett investeringsunivers har 5,95% forventet avkastning og 18,4% standardavvik med tilhørende sharpe-rate på 0,24. Denne tangeringsporteføljen består av 116 selskaper hvor cirka 28% av selskapene er innen energisektoren. Tangeringsporteføljen i investeringsuniverset hvor energisektoren er ekskludert har cirka 5,87% forventet avkastning og 18,5% standardavvik med tilhørende sharpe-rate på 0,23. Denne tangeringsporteføljen består av 80 selskaper. Sharpe-raten for tangeringsporteføljen i investeringsuniverset uten energisektoren er 2,1% lavere enn sharpe-raten for tangeringsporteføljen i det komplette investeringsuniverset.

Tabell 5.1: Tabellen viser hvor mye forventet avkastning reduseres ved ulike nivåer for risiko i perioden 2010 - 2014. Tabellen viser forventet reduksjon i prosent, prosentpoeng og i kroner ved 10 millioner kroner investert. Tabellen viser også andelen man må plassere i henholdsvis risikofritt alternativ og tangeringsportefølje i de ulike investeringsuniversene.

<b>Differanse i forventet avkastning, 2010 - 2014</b>					
Standardavvik	5%	10%	15%	20%	25%
Andel oblig./pf. kompl.	73/27	46/54	18/82	-9/109	-36/136
Andel oblig./pf. u/energi	73/27	46/54	19/81	-8/108	-36/136
Forv. avk. kompl. univers	2,78%	3,97%	5,15%	6,33%	7,52%
Forv. avk. u/energisektor	2,76%	3,92%	5,08%	6,23%	7,39%
Diff. forv. avk. i prosent	0,90%	1,26%	1,45%	1,57%	1,66%
Diff. forv. avk. i prosentp.	0,02	0,05	0,07	0,10	0,12
Diff. forv. avk. 10 mill inv.	2 492	4 985	7 477	9 970	12 462

## 5.2 Problemstilling 2

### 5.2.1 Utvidet periode: 2000 - 2014

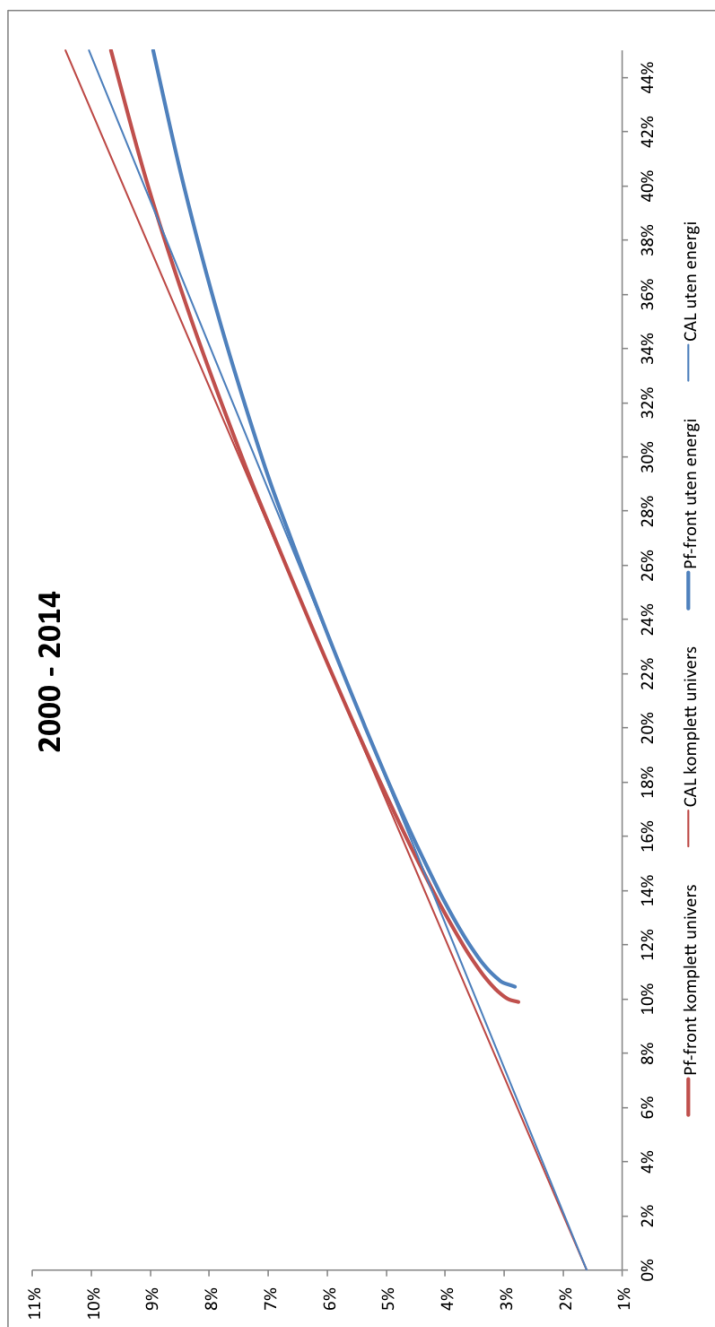
Perioden fra 2000 til 2014 er en utvidelse av perioden 2010 til 2014. Resultatet av å ekskludere energisektoren vises i figur 5.2. I tabell 5.2 framgår det at reduksjon i forventet avkastning er cirka dobbelt så stor som for perioden 2010 til 2014, men at differansen fortsatt er liten.

Tangeringsporteføljen i det komplette investeringsuniverset har forventet avkastning 6,18% og standardavvik 23,3%. Tangeringsporteføljen

er sammensatt av 69 selskaper hvorav cirka 35% av selskapene er i energisektoren. I investeringsuniverset uten energisektoren er forventet avkastning og standardavvik for tangeringsporteføljen henholdsvis 5,39% og 20,2%. Tangeringsporteføljen i dette investeringsuniverset består av 63 selskaper. Disse porteføljeegenskapene gir sharpe-rater på 0,20 og 0,19 for tangeringsporteføljene i henholdsvis det komplette investeringsuniverset og investeringsuniverset uten energisektoren. Sharpe-raten er 4,5% lavere for tangeringsporteføljen i investeringsuniverset uten energisektoren.

Tabell 5.2: Tabellen viser hvor mye forventet avkastning reduseres ved ulike nivåer for risiko i perioden 2000 - 2014. Tabellen viser forventet reduksjon i prosent, prosentpoeng og i kroner ved 10 millioner kroner investert. Tabellen viser også andelen man må plassere i henholdsvis risikofritt alternativ og tangeringsportefølge i de ulike investeringsuniversene.

<b>Differanse i forventet avkastning, 2000 - 2014</b>					
Standardavvik	5%	10%	15%	20%	25%
Andel oblig./pf. kompl.	77/23	55/45	32/68	9/91	-14/114
Andel oblig./pf. u/energi	72/28	44/56	17/83	-11/111	-39/139
Forv. avk. kompl. univers	2,58%	3,56%	4,55%	5,53%	6,51%
Forv. avk. u/energisektor	2,54%	3,48%	4,41%	5,35%	6,29%
Diff. forv. avk. i prosent	1,71%	2,48%	2,92%	3,20%	3,40%
Diff. forv. avk. i prosentp.	0,04	0,09	0,13	0,18	0,22
Diff. forv. avk. 10 mill inv.	4 422	8 843	13 265	17 687	22 109



Figur 5.2: Porteføljefrontene og kapitalallokeringslinjene for perioden 2000 - 2014 for investeringsunivers med og uten energisektor.

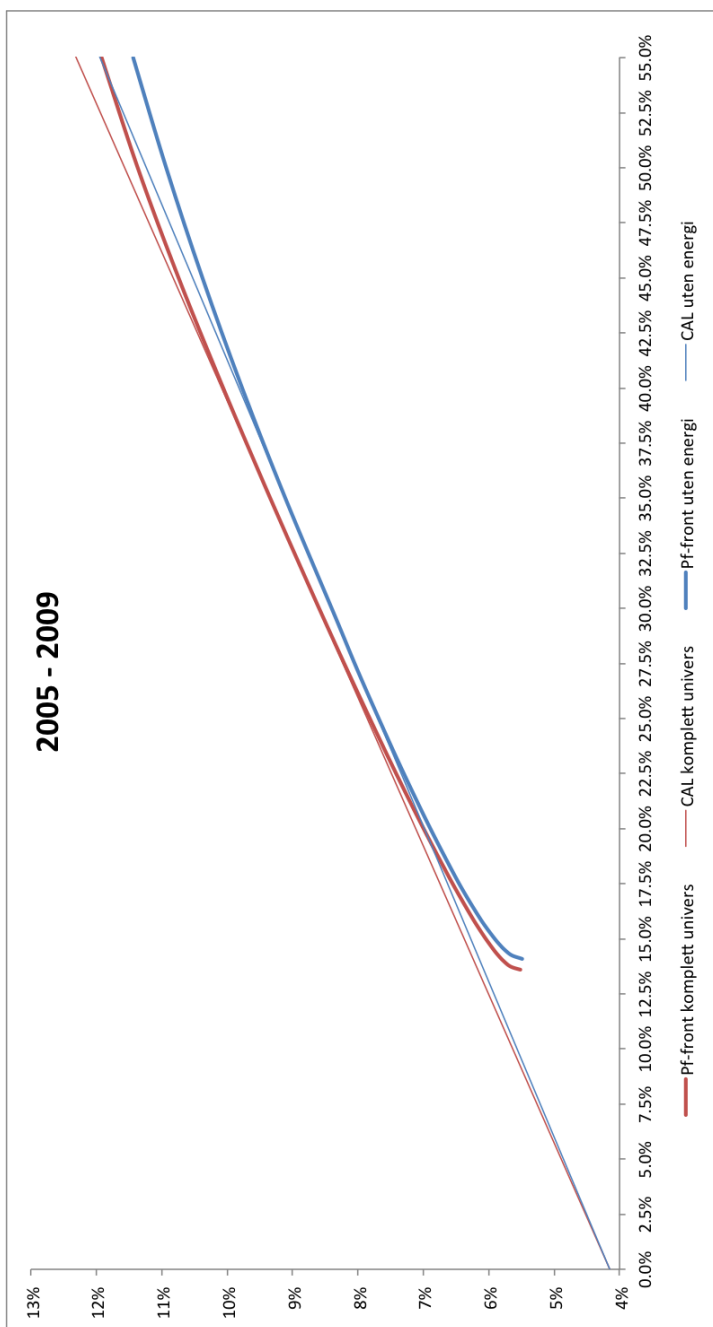
### 5.2.2 Tidligere femårsperiode: 2005 - 2009

Perioden 2005 - 2009 er like lang som perioden i problemstilling 1, men gjelder for de fem årene før perioden 2010 - 2014. For perioden 2005 - 2009 var renten for risikofritt alternativ høyere enn i de to andre periodene. I figur 5.3 ser vi at resultatet ligner de to andre periodene med et lite skift i porteføljefronten. I tabell 5.3 ser vi at forventet avkastning vil være høyere enn i de andre periodene.

For en investering på 10 millioner kroner i en portefølje med 5% standardavvik i et komplett investeringsunivers kan vi forvente avkastning på 489153 kroner. En ekskludering av energisektoren vil kun redusere forventet avkastning med 3317 kroner.

Tangeringsporteføljen i et komplett investeringsunivers har 9,11% forventet avkastning og 33,4% standardavvik. Tangeringsporteføljen i investeringsuniverset uten energisektoren har 8,35% forventet avkastning og 29,7% standardavvik. Dette gir sharpe-rater på henholdsvis 0,15 og 0,14. Sharpe-raten er 4,5% lavere i investeringsuniverset uten energisektor.

Tangeringsporteføljen i det komplette investeringsuniverset består av 45 selskaper hvorav 13 (29%) selskaper tilhører energisektoren. Tangeringsporteføljen i investeringsuniverset hvor energisektoren er ekskludert består av 63 selskaper.



Figur 5.3: Porteføljefrontene og kapitalallokeringslinjene for perioden 2005 - 2009 for investeringsunivers med og uten energisektor.

Tabell 5.3: Tabellen viser hvor mye forventet avkastning reduseres ved ulike nivåer for risiko i perioden 2005 - 2009. Tabellen viser forventet reduksjon i prosent, prosentpoeng og i kroner ved 10 millioner kroner investert. Tabellen viser også andelen man må plassere i henholdsvis risikofritt alternativ og tangeringsportefølje i de ulike investeringsuniversene.

<b>Differanse i forventet avkastning, 2005 - 2009</b>					
Standardavvik	5%	10%	15%	20%	25%
Andel oblig./pf. kompl.	85/15	70/30	55/45	40/60	25/75
Andel oblig./pf. u/energi	83/17	66/34	49/51	33/67	16/84
Forv. avk. kompl. univers	4,89%	5,63%	6,37%	7,12%	7,86%
Forv. avk. u/energisektor	4,86%	5,57%	6,28%	6,98%	7,69%
Diff. forv. avk. i prosent	0,68%	1,18%	1,56%	1,86%	2,11%
Diff. forv. avk. i prosentp.	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17
Diff. forv. avk. 10 mill inv.	3 317	6 635	9 952	13 270	16 587

### 5.2.3 Sammenlikning av periodene

I tabell 5.4 framgår en sammenlikning av porteføljeegenskapene til tangeringsporteføljene i de ulike periodene og investeringsuniversene. I alle periodene reduseres forventet avkastning noe når energisektoren ekskluderes. Samtidig reduseres sharpe-raten for tangeringsporteføljene.

Reduksjon i forventet avkastning i prosentpoeng er minst i perioden 2010 - 2014 og størst i perioden 2000 - 2014. For perioden 2005 - 2009 har porteføljer med lav risiko den laveste prosentvise reduksjonen i forventet avkastning, men ved økt risiko vil perioden 2010 - 2014 være perioden med lavest prosentvise reduksjon i forventet avkastning.

Tabell 5.4: Porteføljegenskapene i tangeringsporteføljene.

<b>Porteføljegenskaper</b>						
<b>Periode</b>	<b>Komplett univers</b>			<b>Uten energi</b>		
	Forv. avk.	Std.av.	SR	Forv. avk.	Std.av	SR
2010-2014	5,95%	18,4%	0,24	5,87%	18,5%	0,23
2000-2014	6,18%	23,3%	0,20	5,39%	20,2%	0,19
2005-2009	9,11%	33,4%	0,15	8,35%	29,7%	0,14

Perioden 2005 - 2009 har høyest forventet avkastning for tangeringsporteføljene. Dette kommer nok av at risikofritt alternativ er høyest i denne perioden. Perioden 2005 - 2009 har også høyest standardavvik som bidrar til at perioden har de laveste sharpe-ratene. Som vi ser i figur 1.1 svinger OSEBX-indeksen mellom et relativt høyt toppunkt og samtidig et relativt lavt bunnpunkt i perioden 2005 - 2009.

For en investering med 5% standardavvik er reduksjonen i forventet avkastning på det minste 0,02 prosentpoeng (2010-2014), og på det meste 0,04 prosentpoeng (2000-2014). For en investering med standardavvik på 25% er den minste reduksjonen i forventet avkastning 0,12 prosentpoeng (2010-2014), mens den største reduksjonen er på 0,22 prosentpoeng (2000-2014).

Alle tangeringsporteføljene i alle periodene inneholder flere selskap enn de 10 Ødegaard (2005) viser er nødvendig å holde for å ha en veldiversifisert portefølje. I det komplette investeringsuniverset for perioden 2010 - 2014 inkluderer tangeringsporteføljen 116 selskaper, for perioden 2000 - 2014 inkluderer den 69 selskaper og for perioden 2005 - 2009 er antall selskaper inkludert i tangeringsporteføljen 45. Det laveste antall



inkluderte selskaper for alle tangeringsporteføljene i analysen er de 45 i sistnevnte tangeringsportefølge.

Andelen av alle selskapene som tilhører energisektoren i tangeringsporteføljene i de komplette investeringsuniversene er 28,4% i perioden 2010 - 2014, 34,8% i perioden 2000 - 2014 og 28,9% i perioden 2005 - 2009. Selv om man ekskluderer selskapene i energisektoren fra disse tangeringsporteføljene vil det fortsatt være tilstrekkelig med selskaper inkludert i porteføljene til å være veldiversifisert (Ødegaard, 2005).

### 5.3 Kommentarer og videre undersøkelser

Estimatene for selskapenes forventet avkastning er en av faktorene for sammensetningen av tangeringsporteføljen. I denne analysen har jeg brukt en enkel modell i form av CAPM til å estimere forventet avkastning. I virkeligheten vil ikke dette nødvendigvis gi et godt estimat. For å få bedre estimat på forventet avkastning ville det nok vært bedre å bruke andre mer avanserte metoder eller estimater fra analytikere.

Med dagens forhold i oljesektoren, med lav oljepris og mange oppsigelser, er det naturlig å tro at utsiktene for energisektoren er mer negative enn estimatene CAPM produserer. Ved å justere ned estimatene for forventet avkastning i energisektoren, blant annet på bakgrunn av den kraftige nedgangen i oljeprisen, vil de bli mindre attraktive å inkludere i en portefølge estimert på samme måte som i denne analysen. Dermed vil effekten av å ekskludere sektoren være enda mindre med nedjuster-

te estimat for forventet avkastning for selskap i energisektoren. På en annen side vil en energisektor, som er cirka en tredel av selskapene på Oslo Børs, som presterer dårlig kunne påvirke resten av økonomien indirekte slik at estimatene for forventet avkastning for selskaper utenfor energisektoren også må justeres ned. Hvis denne indirekte effekten er tilstrekkelig stor kan den føre til at selskapene i energisektoren fortsatt vil være like attraktive som før.

Videre hadde det vært interessant å gjøre en liknende analyse med estimater og verktøyene til profesjonelle investorer og forvaltere i investeringsfond. Min hypotese er at det vil vise en betydelig reduksjon i forventet avkastning, og at det er en av grunnene til at de profesjonelle aktørene er så forsiktige med å følge opp lovnader om både grønne investeringer og tradisjonelle SRI (Hermstad, 2014; Meisingset, 2014).

## Kapittel 6

# Konklusjon

I denne analysen har jeg beregnet forventet kostnad ved å ekskludere energisektoren fra et investeringsunivers som består av hele Oslo Børs. Jeg har brukt Markowitz porteføljeoptimering til å konstruere porteføljefronter for investeringsuniverset med og uten energisektoren. Energisektoren er ekskludert med begrunnelsen at den er miljøfiendtlig og jeg ser derfor på gjennværende investeringsunivers som et grønt alternativ å investere i. Alle estimatene er basert på daglige observasjoner av de justerte sluttprisene på Oslo Børs. Forventet avkastning for selskapene er estimert med CAPM, hvor risikopremien er basert på estimater av Ødegaard (2015) og avkastning til risikofritt alternativ er renten på tiårs statsobligasjoner.

I analysen tillater jeg å investere i et risikofritt alternativ som gir investor mulighet til å tilpasse seg langs en kapitalallokeringslinje. Ved å måle differansen mellom kapitalallokeringslinjene i investeringsuniverset med og uten energisektoren estimerer jeg kostnaden av å ekskludere energisektoren.

Som teorien tilsier skifter porteføljefronten når investeringsmulighetene reduseres. Tangeringsporteføljene i de komplette investeringsuniverse-

ne holder mer en tilstrekkelig antall selskaper for å være veldiversifiserte. Likevel skiftet porteføljefrontene, og tilhørende tangeringsporteføljer, overaskende lite ved ekskludering av energisektoren. Det er verdt å merke seg at investors risikonivå er en viktig faktor for hvor stor reduksjonen i forventet avkastning vil være. En risikoavers investor har mindre å tape på å investere grønt på Oslo Børs enn en investor med høy risikoappetitt.

Jeg har i denne oppgaven vist at det er en kostnad ved å ekskludere en stor sektor som energisektoren fra investeringsuniverset Oslo Børs, men at kostnaden er liten under vilkårene for denne analysen. Hvis man som investor vil bidra til en positiv samfunnsutvikling gjennom sine investeringer, bør kostnaden ved en grønn investeringstrategi være overkommelig.

# Bibliografi

- Asongu, J. J. (2007). *Strategic Corporate Social Responsibility in Practice*. Greenview Publishing Co.
- Bodie, Zvi, Alex Kane og Alan J. Marcus (2009). *Investments*. 8th. McGraw-Hill.
- Chan, Ngai Hang og Hoi Ying Wong (2013). *Handbook of Financial Risk Management: Simulations and Case Studies*. Wiley.
- Credit Suisse (2015). *Credit Suisse Global Investment Returns Yearbook 2015*. Tek. rap. Research Institute.
- Elnan, Cathrine (2015). *Kulturtopper truer med å saksøke staten*. nrk.no, 27.04.2015. URL: <http://www.nrk.no/kultur/kulturtopper-truer-med-a-saksoke-staten-1.12331118>.
- Eurosif (2014). *European SRI Study 2014*. Tek. rap.
- Evans, John L. og Stephen H. Archer (1968). «Diversification and the reduction of dispersion: An empirical analysis». I: *Journal of Finance* 23, s. 761–767.
- Fama, Eugene F. (1976). *Foundations of Finance*. Basic Books.
- Finansdepartementet (2007). *Verdipapirhandelloven §3-9*.
- Frost, Peter A. og James E. Savarino (1988). «For better performance: Constrain portfolio weights». I: *The Journal of Portfolio Management* 15, s. 29–34.
- Hermstad, Arild (2014). *Kullsvarte norske sparefond*. nrk.no/ytring, 12.01.2014. URL: <http://www.nrk.no/ytring/kullsvarte-norske-sparefond-1.11461991>.

- Huang, Chi-Fu og Robert H. Litzenberger (1988). *Foundations for Financial Economics*. 2. utg. Elsevier Science Publishing Co., Inc.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014 - Synthesis Report*. Nov. Forente Nasjoner.
- Lintner, John (1965). «The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets». I: *The Review of Economics and Statistics* 47, s. 13–37.
- Markowitz, Harry (1952). «Portfolio Selection». I: *The Journal of Finance* 7.1, s. 77–91.
- (1956). «The Optimization of a Quadratic function Subject to Linear Constraints». I: *Naval Research Logistics Quarterly* 3.1-2, s. 111–133.
- McDonald, Robert L. (2005). *Derivatives Markets*. 2. utg. Addison Wesley.
- Meisingset, Christine (2014). *Ett skritt av gangen – til kundens beste*. nrk.no/ytring. URL: <http://www.nrk.no/ytring/ett-skritt-av-gangen-1.11468596>.
- Mossin, Jan (1966). «Equilibrium in a Capital Asset Market». I: *Econometrica* 34, s. 768–783.
- Norges Bank Investment Management (2015). URL: <http://www.nbim.no/fondet/historien/>.
- NOU (2003). *Forvaltning for fremtiden — Forslag til etiske retningslinjer for Statens petroleumsfond*.
- Ødegaard, Bernt Arne (2005). «Hvor mange aksjer skal til for å ha en veldiversifisert portefølje på Oslo Børs?» URL: [http://finance.bi.no/~bernt/publications/hvor\\_mange\\_aksjer/hvormange.pdf](http://finance.bi.no/~bernt/publications/hvor_mange_aksjer/hvormange.pdf).

- (2015). «Empirics of the Oslo Stock Exchange. Basic, descriptive, results 1980-2014.»  
Oslo Børs. *Oslo Børs - Statistikk*. URL: <http://www.oslobors.no/Oslo-Boers/Statistikk>.
- PwC (2014). *Risikopremien i det norske markedet*. Nettside.
- Sættem, Johan B. (2015). *Oljefondet kvitter seg med klimaverstinger*. nrk.no, 05.02.2015. URL: <http://www.nrk.no/norge/oljefondet-kvitter-seg-med-klimaverstinger-1.12190761>.
- Sharpe, William F. (1964). «Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium». I: *Journal of Finance* 19.3, s. 425–442.
- Skorpen, Vegard (2014). *Én av tre sier nei til kull*. Dagsavisen.no, 03.03.2014. URL: <http://www.dagsavisen.no/innenriks/%C3%A9n-av-tre-sier-nei-til-kull-1.280734>.
- Statman, Meir (1987). «How many stocks make a diversified portfolio?» I: *Journal of Finance and Quantitative Analysis* 22.3, s. 353–363.
- St.meld. nr. 10 (2009). *Næringslivets samfunnsansvar i en global økonomi*.
- Sydsæter, Knut, Peter Hammond og Arne Strøm (2012). *Essential Mathematics for Economic Analysis*. fourth. Pearson.
- US SIF (2014). *US Sustainable, Responsible and Impact Investing Trends 2014*. Tek. rap. The Forum for Sustainable og Responsible Investment.
- (2015). *The Forum for Sustainable and Responsible Investment*. URL: <http://www.ussif.org/sribasics>.
- USA Mutuals (2015). *Barrier Fund - Fact sheet*. Tek. rap. USA Mutuals.

Wagner, W. H. og S. C. Lau (1971). «The effect of diversification on risk». I: *Financial Analyst Journal*, s. 48–53.