



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2018**  
**30 stp**

NMBU  
Glenn Roger Kristiansen og Kine Josefine Aurland-Bredesen

## **Oljefondet uten oljeaksjer?**

*Vil eksponeringen mot en sterkere norsk krone endre seg hvis Statens Pensjonsfond Utland velger å trekke seg ut av olje- og gasssektoren?*

*Will the Government Pension Fund Global's exposure to a stronger Norwegian krone change by withdrawing from oil- and gas shares?*

**Eirik Helmen og Eirik Ek Hagen**

Master i Økonomi og administrasjon  
NMBU



# FORORD

Denne masteroppgaven markerer vår avslutning av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Handelshøyskolen NMBU. Prosessen har vært veldig lærerik. Vi har brukt mye tid på å finne et relevant tema. Vi har samarbeidet godt og klart å løse problemene vi har stått ovenfor på en god måte.

Vi vil takke våre veiledere Kine og Glenn. De har gitt oss utmerket veiledning og gode tips på veien. De har vært tålmodige og støttende gjennom hele prosessen. Det har vi satt stor pris på.

Vi vil også takke alle medstudenter som har bidratt til et godt og lærerikt samarbeid gjennom våre to år her på NMBU.

Til slutt vil vi sende en stor takk til Lene Ek Hagen og Anne-Lina Helmen som har hjulpet oss med korrekturlesning og støtte.

Eirik Ek Hagen og Eirik Helmen

HH, NMBU

Mai 2018



# SAMMENDRAG

Bakgrunnen for vår oppgave er anbefalingen NBIM sendte til Finansdepartementet den 16. november 2017. Anbefalingen handlet om å redusere oljeprisisikoen tilknyttet Norge ved å trekke ut olje- og gassaksjer fra Statens Pensjonsfond Utland.

I vår masteroppgave har vi valgt å se på denne anbefalingen fra et valutaperspektiv. Vi har konstruert to replikerte porteføljer av Statens Pensjonsfond Utland. Den ene porteføljen er konstruert uten olje- og gassaksjer den andre med. Hensikten med porteføljene er å anvende disse i forskjellige analyser for å svare på vår problemstilling:

*Vil eksponeringen mot en sterkere norsk krone endre seg hvis Statens Pensjonsfond Utland velger å trekke seg ut av olje- og gassektoren?*

Aksjeutvalget i porteføljene har bakgrunn i aktivaallokeringen fra 2016. Begge porteføljene er konstruert ved å minimere den forventede relative volatiliteten (TE) mot referanseindeksen FTSE Global All Cap i henhold til mandatet satt av Finansdepartementet. Dette målet skal ikke overskrive 1,25 prosentpoeng. I perioden 2007 til 2017 hadde Statens Pensjonsfond Utland en forventet relativ volatilitet på 46 basispunkter. Våre replikerte porteføljer hadde i perioden 2005 til 2016 en forventet relativ volatilitet på 51 basispunkter med olje- og gassaksjer og 54 basispunkter uten. Vi mener med dette at våre porteføljer er satt sammen på en slik måte at de er representative for videre analyse.

I vår analyse av porteføljene har vi anvendt OLS regresjon og en rekke prestasjonsmål for forskjellige perioder. I regresjonsanalysen er de replikerte porteføljene anvendt som den avhengige variabelen og endringer i valuta og oljepris som uavhengige variabler. Valuta representerer den norske kronen mot henholdsvis den amerikanske dollaren, euro, japanske yen og engelske pund. Disse representerer de fire største valutaene Statens Pensjonsfond Utland hadde av aksjeplasseringer i utgangen av 2016. Oljeprisen er representert ved WTI spot prisen.

I regresjonsanalysen kommer det frem at begge porteføljene vil bli påvirket negativt av en sterkere norsk krone, men porteføljen med olje- og gassaksjer vil kunne dempe noe av tapet ved en økt oljepris. Den samme antydningen finner vi i analysen av prestasjonsmålene.

Ifølge resultatene i vår analyse mener vi det er klare antydninger til at Statens Pensjonsfond Utlands eksponering mot en sterkere norsk krone, vil endres til å være mer sensitiv hvis Oljefondet går ut av olje- og gassektoren. Når det er sagt kan dette komme an på hvor Statens Pensjonsfond Utland velger å plassere midlene fra olje- og gassektoren. Olje- og gassektoren er en liten del av den totale porteføljen. Det er derfor mulig for Oljefondet å oppnå en lik eksponering mot endringer i den norske kronen, selv om olje- og gassaksjer ikke lenger er involvert. Vi mener at dette er noe NBIM og Finansdepartementet burde se nærmere på og ta med i sine vurderinger.



# ABSTRACT

The motivation behind our thesis comes from the recommendation NBIM gave to the Ministry of Finance in November 2017. The recommendation focuses on the exposure to oil price risk associated with The Norwegian government petroleum wealth. The Fund recommends the Ministry of Finance to remove the Oil & Gas sector from its benchmark to reduce this risk.

In our thesis we address this recommendation from an exchange rate perspective. We have constructed two different portfolios of the Government Pension Fund Global; one where we include all the ten sectors the Fund is currently represented in to this date, and another where we exclude the Oil & Gas sector. Our intention is to apply the portfolios into different analyses to answer our research question:

*Will the Government Pension Fund Global's exposure to a stronger Norwegian krone change by withdrawing from oil- and gas shares?*

The selection of stocks is based on the asset allocation from the end of 2016. Both portfolios were constructed by minimizing the tracking error from the benchmark FTSE Global All Cap, in accordance with the mandate provided by the Ministry of Finance. The tracking error (TE) is not to exceed 1.25 percent. In the period from 2007 to 2017 the Fund had a tracking error of 46bp, while our portfolios with and without the Oil & Gas sector, had a respectively 51bp and 54bp in the period 2005 to 2016. From this we can conclude that our portfolios are representative for further analysis.

For our analysis we apply an OLS regression and other risk adjusted measures in different periods. In the regression analysis we use the two different portfolios as the dependent variable, and changes in the exchange rate and oil price as the independent variables. The exchange rate is represented by the Norwegian krone against the US dollar, Euro, Japanese Yen and the British Pound. These represent the four biggest exchange rates the Fund had invested in by the end of 2016. The oil price is represented by the WTI spot price.

The results from the regression analysis shows us that both portfolios are negatively affected by a stronger Norwegian krone, however the portfolio where we include the Oil & Gas sector we see a less negative effect. The same result can be seen in the descriptive statistics.

According to our results we find significantly greater exposure against an appreciation in the Norwegian krone for the Fund if the Oil & Gas sector is excluded from the portfolio. That being said, it depends on where the Fund decides to move these investments. The Oil & Gas sector makes up four percent of the total equity investments to this date. Even if the Fund excludes this sector, it is possible to achieve the same exposure to changes in the Norwegian krone. Regardless, this is something NBIM should take a closer look at before making their final recommendation.





# Innholdsfortegnelse

FORORD.....	3
SAMMENDRAG.....	5
ABSTRACT.....	7
<b>1 INNLEDNING OG BAKGRUNN.....</b>	<b>13</b>
1.1 Brevet fra Norges Bank til Finansdepartementet.....	13
1.2 Kronens påvirkning på Oljefondet.....	15
1.3 Tar ikke hensyn til valutasingninger.....	15
1.4 Problemstilling.....	16
1.5 Avgrensning av oppgaven.....	16
1.6 Oppbygning av oppgaven.....	17
<b>2 OLJEFONDETS INVESTERINGSSTRATEGI.....</b>	<b>19</b>
2.1 Rammer for forvaltningen.....	20
2.2 Oljefondets referanseindekser.....	20
<b>3 TEORI OG FOREGÅENDE LITTERATUR.....</b>	<b>23</b>
3.1 Forholdet mellom oljeprisen og valutakurser.....	23
3.2 Oljeimporterende og oljeeksporterende nasjoner.....	26
3.3 Forholdet mellom oljeprisen og den norske kronen.....	27
3.4 Virkningen av oljeprissjokk i aksjemarkedet.....	30
3.5 Hypotese.....	30
<b>4 KONSTRUKSJON AV PORTEFØLJER.....</b>	<b>33</b>
4.1 Porteføljoptimering.....	33
4.2 Data for konstruksjon av porteføljer.....	33
4.3 Forventet relativ volatilitet.....	35
4.4 Fremgangsmåte for konstruksjon av porteføljene.....	36
4.5 Begrensninger ved optimeringen.....	37
4.6 Valget av referanseindeks.....	38
4.7 Vår porteføljes forventede relative volatilitet.....	39
4.8 Tidsperspektiv og annen data.....	40
<b>5 TESTING AV TIDSSERIEDATA.....</b>	<b>41</b>
5.1 Regresjonsmodell.....	41
5.1.1 Forutsetninger for modellen.....	41
5.1.2 Utforming av regresjonslikningene.....	42
5.1.3 De avhengige variablene.....	42
5.1.4 De uavhengige variablene.....	42

5.1.5	Regresjonsmodellene anvendt i analysen .....	43
5.1.6	Løse problemet med heteroskedastisitet og autokorrelasjon .....	44
5.1.7	Testing for multikollinearitet .....	45
5.2	Testing for stasjonærhet .....	46
5.3	Prestasjonsmål .....	48
6	RESULTATER .....	51
6.1	Regresjon av porteføljene med og uten olje- og gassaksjer .....	51
6.2	Oppsummering av funn i regresjon av porteføljene .....	57
6.2.1	Regresjonsmodell 1 .....	57
6.2.3	Regresjonsmodell 2 .....	57
6.2.3	Regresjonsmodell 3 .....	57
6.3	Regresjon av sektorene .....	58
6.4	Oppsummering av funn i regresjonen av sektorene .....	62
6.5	Resultat av prestasjonsmål .....	64
6.6	Oppsummering av prestasjonsmålene .....	65
7	KONKLUSJON .....	67
	REFERANSELISTE .....	69
	Appendiks A .....	75
	Appendiks B .....	77

## Figurliste

<b>Figur 1.1:</b> Norges petroleumsvelstand.....	14
<b>Figur 2.1:</b> Oljefondets porteføljevfordeling. ....	19
<b>Figur 3.1:</b> Sammenhengen mellom oljeprisen i USD og den norske konkurransekursindeksen.....	28
<b>Figur 3.2:</b> Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og KKI i perioden 1986 til 2018 .....	28
<b>Figur 5.1:</b> Utviklingen i oljeprisen og den norske kronen mot USD i perioden 2005 til 2017 .....	49
<b>Figur B.1:</b> Sammenhengen mellom WTI spot prisen og NOK/USD i perioden 1986 – 2018 .....	77
<b>Figur B.2:</b> Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/USD i perioden 1986 – 2018 .....	77
<b>Figur B.3:</b> Sammenhengen mellom WTI spot prisen og NOK/EURO i perioden 1986 – 2018. ....	78
<b>Figur B.4:</b> Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/EURO i perioden 1986 – 2018. ....	78
<b>Figur B.5:</b> Sammenhengen mellom WTI spot prisen og NOK/JPY i perioden 1986 – 2018.....	78
<b>Figur B.6:</b> Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/JPY i perioden 1986 – 2018.....	78
<b>Figur B.7:</b> Sammenhengen mellom WTI spot prisen og NOK/GBP i perioden 1986 – 2018 .....	79
<b>Figur B.8:</b> Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/GBP i perioden 1986 – 2018. ....	79

## Tabell liste

<b>Tabell 4.1:</b> Oversikt over fordelingene av antall aksjer i Oljefondet og vår optimerte portefølje.....	34
<b>Tabell 4.2:</b> Oversikt over Oljefondets- og den optimerte porteføljens markedsverdi. ....	34
<b>Tabell 4.3:</b> Fordeling av vektene i porteføljen med olje- og gass aksjer .....	37
<b>Tabell 4.4:</b> Fordeling av vektene i porteføljen uten olje- og gass aksjer .....	38
<b>Tabell 4.5:</b> Alle referanseindeksene som er anvendt i analyse- og optimeringsdelen .....	38
<b>Tabell 4.6:</b> Oversikt over Tracking Error av optimeringen .....	39
<b>Tabell 5.1:</b> VIF test for multikollinearitet .....	51
<b>Tabell 5.2:</b> Test for stasjonærhet ved bruk av Augmented Dickey Fuller test .....	48
<b>Tabell 6.1:</b> Oversikt over valutasammensettingen av aksjene i de to porteføljene.....	52
<b>Tabell 6.2-A:</b> Resultater fra alle regresjonsmodellene av de to optimerte porteføljene for USD .....	52
<b>Tabell 6.2-B:</b> Resultater fra alle regresjonsmodellene av de to optimerte porteføljene for Euro.....	54
<b>Tabell 6.2-C:</b> Resultater fra alle regresjonsmodellene av de to optimerte porteføljene for JPY.....	55
<b>Tabell 6.2-D:</b> Resultater fra alle regresjonsmodellene av de to optimerte porteføljene for GBP.....	56
<b>Tabell 6.3:</b> Oversikt over valutasammensettingen av aksjene i de ti sektorene. ....	59
<b>Tabell 6.4-A:</b> Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene for USD .....	59
<b>Tabell 6.4-B:</b> Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene for Euro.....	60
<b>Tabell 6.4-C:</b> Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene for JPY.....	61
<b>Tabell 6.4-D:</b> Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene for GBP.....	62
<b>Tabell 6.5:</b> Prestasjonsmål fordelt inn i tre perioder.....	64
<b>Tabell B.1:</b> Korrelasjonsmatrise over WTI spot prisen og de fire valutaene anvendt i oppgaven .....	77



# 1 INNLEDNING OG BAKGRUNN

Vi skal i denne masteroppgaven se på hvordan endringer i valutakursene kan påvirke Statens Pensjonsfond Utland (heretter kalt Oljefondet) ved å trekke seg ut av olje- og gassaksjer. Temaet har vi valgt på bakgrunnen av brevet<sup>1</sup> Norges Bank sendte til Finansdepartementet og forholdet mellom oljeprisen og den norske kronen. I brevet kommer Norges Bank med en anbefaling om å trekke olje- og gassaksjer ut av porteføljen. Hensikten er å minimere Norges oljepriserisiko. Forholdet mellom oljeprisen og den norske kronen har historisk beveget seg i samme retning. Kort fortalt vil en høyere oljepris ofte føre til en sterkere norsk krone og vice versa. På grunn av dette forholdet vil en sterkere norsk krone ha en negativ påvirkning på Oljefondets verdi, mens en høyere oljepris vil ha positiv effekt på olje- og gassaksjer i porteføljen. Hvis oljefondet går ut av olje- og gassaksjer er vi redd for at Oljefondet kan miste en diversifiseringseffekt i forhold til en sterkere norsk krone. Hvordan endringer i valuta kan påvirke denne beslutningen er noe Norges Bank ikke nevner i sin anbefaling. Vi mener at dette spørsmålet er meget spennende og relevant å se på i forhold til å vurdere anbefalingen fra Norges Bank.

## 1.1 Brevet fra Norges Bank til Finansdepartementet

Norges Bank Investment Management (NBIM) skrev den 16. november 2017 et brev til Finansdepartementet. I dette brevet foreslår NBIM at Oljefondet bør trekke seg ut av olje- og gassaksjer. Bakgrunnen for forslaget ligger i at dette kan redusere sårbarheten i statens formue for et varig fall i oljeprisene (NBIM, 2017a).

Det er viktig å presisere at dette forslaget ikke forsøker å si noe om bærekraften til olje- og gasselskaper eller fremtidige estimater på oljeprisen. Dette forslaget baserer seg utelukkende på risikoredusering.

I brevet henvises det til Perspektivmeldingen i 2017<sup>2</sup>. Her kommer det fram at nåverdien av statens fremtidige olje- og gassinntekter kan anslås til om lag 4 000 milliarder kroner. I henhold

---

<sup>1</sup> Brevet fra NBIM til Finansdepartementet.

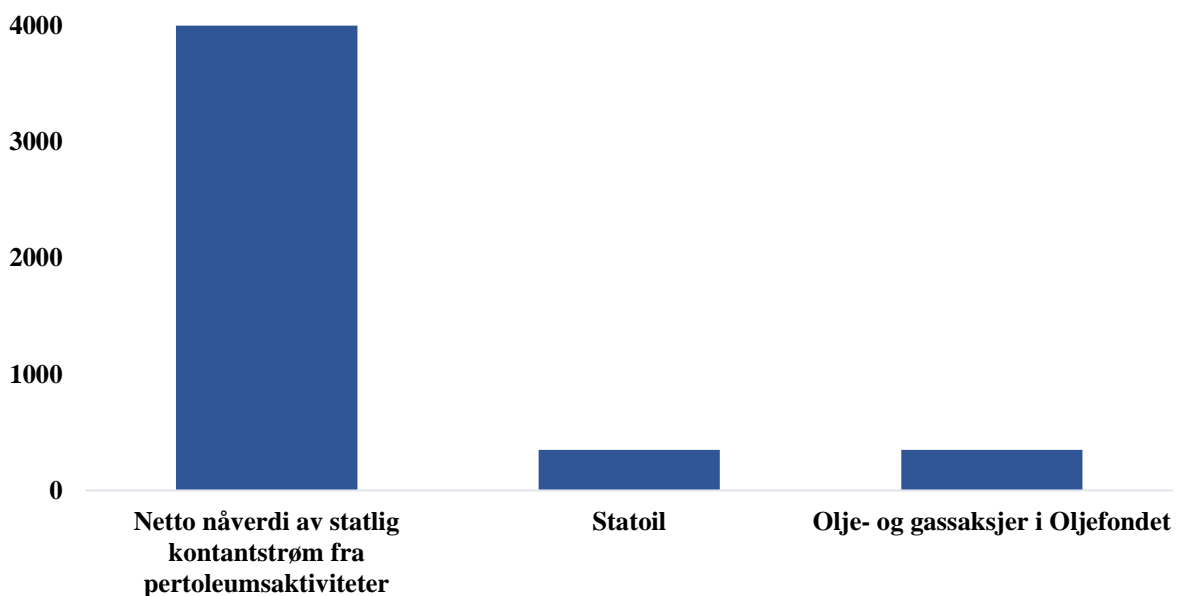
<https://www.nbim.no/contentassets/294b0318d5344a20ace3ffd31a03a590/20171114-fin-olje-og-gass-i-spu.pdf>  
Hentet 22.12.2016

<sup>2</sup> Framtidsutsikter for norsk økonomi. Tilråding fra Finansdepartementet 31. mars 2017. (Regjeringen Solberg)

til beregninger fra Finansdepartementet vil nåverdien mer enn halveres hvis et varig oljeprisfall på 100 kr per fat skulle inntreffe. Verdien av Oljefondet har i dag en verdi på om lag det dobbelte (8000 milliarder). Flere av investeringene i Oljefondet er mer eller mindre eksponert for endringer i oljeprisen. I første rekke gjelder dette investeringene i olje- og gassaksjer. Denne sektoren utgjør i dag omkring fire prosent av den totale verdien og rundt seks prosent av aksjeinvesteringene. Olje- og gassektorens andel er forventet å øke når Oljefondets aksjeandel skal øke opp mot 70 prosent (NBIM, 2017b).

Markedsverdien av statens aksjer i Statoil er i dag omtrent den samme som markedsverdien av olje- og gassaksjene i Oljefondet.

**Figur 1.1: Norges petroleumsvelstand**



Kilde: Regjeringen, 2017

Videre i brevet er det analyser som forklarer i hvilken grad de forskjellige sektorene blir påvirket av endringer i prisen på olje. I analysene kommer det frem at basic materials og olje- og gassektoren blir mest påvirket av endringer i oljeprisen. Det er denne analysen som gir grunnlaget for forslaget om å redusere oljeprisrisikoen ved å ekskludere olje- og gassaksjer fra Oljefondet.

---

Kan lastes ned fra:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/aefd9d12738d43078cbc647448bbeca1/no/pdfs/stm201620170029000d ddpdfs.pdf> Hentet: 04.02.2018

Til slutt i brevet står det «*Oljeprisindeksen i statens formue vil reduseres dersom fondet ikke investeres i olje- og gassaksjer. Banken foreslår at dette gjennomføres ved at selskaper klassifisert som olje- og gasselskaper av indeksleverandøren FTSE tas ut av referanseindeksen for aksjer. Dette vil bidra til å redusere oljeprisindeksen i statens formue*» (NBIM, 2017c).

## **1.2 Kronens påvirkning på Oljefondet**

Oljefondet er i dag verdt rundt 8 000 milliarder kroner. Dette er penger som Norge har generert gjennom oljeproduksjon, skatter og avkastning på aksjer og rentepapirer. Etterhvert som Oljefondet har økt i størrelse har valutasingninger hatt stor betydning for fondets verdi målt i kroner. Generelt øker Oljefondet i verdi når kronen blir svakere og motsatt når kronen blir sterkere.

En av faktorene regjeringen baserer sin pengepolitikk på er Oljefondets verdi i kroner. Dette gjør at kronens verdi i forhold til forskjellige valutaer spiller direkte inn på hvor mye penger regjeringen har til rådighet. Direktør i Oljefondet Yngve Slyngstad sa i 2017: «*Oljefondet er omtrent 1 000 milliarder større enn det hadde vært uten bevegelsene i kronekursen. Mye av de svingningene vi ser i fondet i dag er endringer i kronekursen og ikke endringer i finansmarkedene*» (Yngve Slyngstad, 2017).

## **1.3 Tar ikke hensyn til valutasingninger**

Til tross for at kronekursen er en av de viktigste faktorene for verdien av Oljefondet, nevnes ikke dette i brevet fra Norges Bank til Finansdepartementet. Det er ikke stilt spørsmål om hvilken effekt denne beslutningen vil ha ved endringer i valutakursene. I et intervju til Finansavisen 17. november 2017, får visesentralbanksjef Egil Matsen følgende spørsmål:

«*For norsk økonomi så dempes vel noe av svingningene fra oljeprisen av at kronekursen gjerne går motsatt vei?*» (Are Haram, Finansavisen 2017).

«*Det er ikke med i vår betraktning. Vanligvis ser vi bare på Oljefondet. Nå utvider vi perspektivet noe, ved å se på statens samlede formue, men vi tar ikke hensyn til eventuelle bevegelser i valutamarkedet eller andre størrelser.*» (Egil Matsen, 2017).

## 1.4 Problemstilling

Vi vil i vår masteroppgave se nærmere på hvordan endringer i valutakursene kan påvirke både Oljefondet med og uten olje- og gassaksjer. Med bakgrunn i oljeprisens forhold til den norske kronen og den norske kronens påvirkning av Oljefondets verdi har vi utarbeidet følgende problemstilling:

*Vil eksponeringen mot en sterkere norsk krone endre seg hvis Statens Pensjonsfond Utland velger å trekke seg ut av olje- og gassektoren?*

For å svare på denne problemstillingen vil vi replikere Oljefondet etter beste evne. I hovedsak vil vi konstruere en portefølje av Oljefondet tilnærmet slik den ser ut i dag og en portefølje hvor vi ekskluderer olje- og gassaksjer. Vi vil også konstruere porteføljer for hver enkelt sektor hvor Oljefondet er representert. Disse porteføljene vil vi konstruere med utgangspunkt i aktivaallokeringen per 31.12.2016 (den sist tilgjengelige per 01.01.2018). Analysen vil i hovedsak være i form av regresjonsmodeller og en rekke prestasjonsmål. Vi ønsker å få frem hvordan de forskjellige porteføljene blir påvirket av endringer i valutaene og oljeprisen. I analysen vil vi sammenligne forskjellene i porteføljene med og uten olje- og gassaksjer. Vi vil også analysere hver sektor individuelt. Dette for å klarere få frem ulikhetene i hvordan endringer i valutakursene påvirker de forskjellige sektorene.

## 1.5 Avgrensning av oppgaven

Vi vil ikke se på obligasjoner utstedt av oljeselskaper, som også vil bli utelukket hvis Oljefondet trekker seg ut av oljeaksjer. Vi har utelukkende sett på aksjemarkedet. Dette er noe som kan påvirke resultatet, men vi mener sammenhengen mellom aksjekurs og obligasjonsverdi bør ha samme tendenser. Derfor mener vi resultatene i våre analyser vil være et like godt estimat som om vi hadde inkludert disse.

Vi vil ikke vurdere forholdet mellom valutarisiko og oljeprisrisiko. Vi har utelukkende sett på hvordan endringer i den norske kronen vil påvirke Norges Pensjonsfond Utland, hvis de går ut av olje- og gassaksjer.



## **1.6 Oppbygning av oppgaven**

I kapittel 2 presenterer vi Oljefondets investeringsstrategi. Her gir vi en oversikt over forvaltningsmandatene som er viktig for våre optimeringer. I kapittel 3 presenteres relevant litteratur og teori, som kan være til hjelp for å underbygge våre hypoteser. Kapittel 4 består av konstruksjonen av våre replikerte porteføljer i henhold til forvaltningsmandatene satt av Finansdepartementet. I kapittel 5 presenterer vi regresjonsmodellene og de forskjellige variablene samt statistiske tester. I Kapittel 6 presenteres resultater og diskusjon fra regresjonsmodellene. Til slutt gir vi en fullstendig konklusjon i kapittel 7.

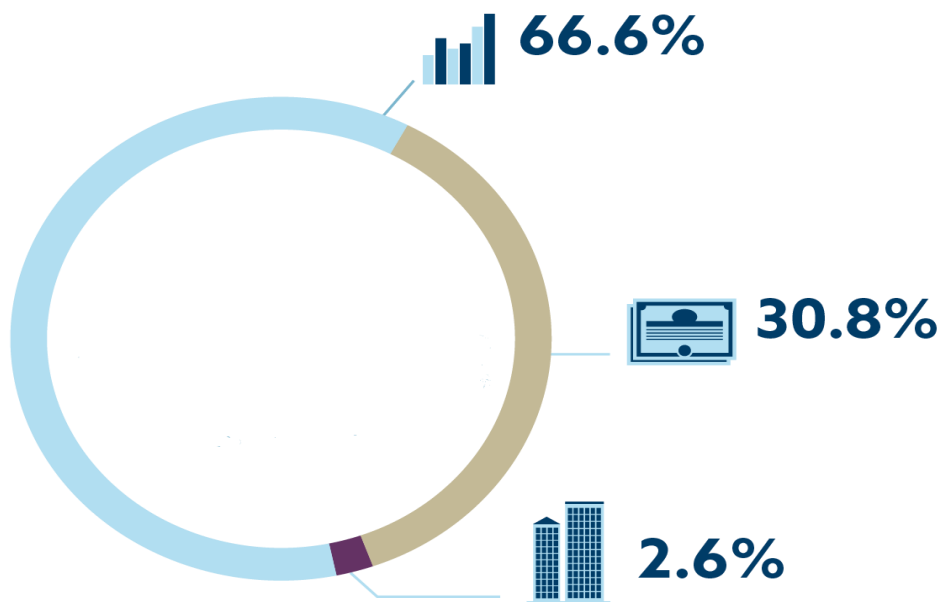


## 2 OLJEFONDETS INVESTERINGSSTRATEGI

Oljefondet har investeringer i rundt 9 000 børsnoterte selskaper og er knyttet til 72 land over hele verden. I utgangen av 2017 besto porteføljen av 66,6 % internasjonale aksjer, 30,8 % rentepapirer og 2,6 % eiendom.

Investeringsstrategien til Oljefondet er å utnytte fondets langsiktige tidshorisont og betydelige størrelse, for å generere høy meravkastning. Strategien til Oljefondet er utviklet over tid og basert på faglige utredninger, praktiske erfaringer og grundige vurderinger. Viktige veivalg er forankret i Stortinget og Oljefondet skal ikke brukes som et politisk virkemiddel.

**Figur 2.1:** Oljefondets porteføljevurdering med 66,6 % internasjonale aksjer, 30,8 % rentepapirer og 2,6 % i eiendom.



Kilde: NBIM, 2017

Investeringene til Oljefondet er godt spredt over de forskjellige verdensmarkedene for å få en bred eksponering mot global vekst. Målet for investeringene til Oljefondet er å ha godt diversifiserte investeringer som gir god risikospredning og best mulig avkastning i forhold til de rammer som er fastsatt av Finansdepartementet. Oljefondet er forvaltet av Norges Bank Investment Management (NBIM).

## **2.1 Rammer for forvaltningen**

Målet for forvaltningen til Oljefondet er å oppnå høyest mulig avkastning over tid ved å ta moderat risiko innenfor en gitt ramme. Utgangspunktet for denne rammen er at Oljefondet ikke bør oppnå vesentlig lavere avkastning enn den faktiske referanseindeksen. Det er ikke mulig å sette en grense på hvor mye lavere avkastning Oljefondet vil ha, derfor gjelder rammen for forvaltningen avvik. Dette avviket blir beregnet i form av standardavviket til den faktiske avkastningen til Oljefondet minus avkastningen til den faktiske referanseindeksen. NBIM presenter dette målet som forventet relativ volatilitet (et mer kjent navn på dette målet er tracking error). Denne forventede relative volatiliteten skal ikke overskride 1,25 prosentpoeng (NBIM, 2017b).

Oljefondet har i tillegg en rekke etiske retningslinjer. Disse retningslinjene hindrer oljefondet å investere i selskaper av en viss karakter. Kort fortalt skal ikke Oljefondet investere i selskap som produserer våpen, tobakk, alvorlig miljøskade, korrupsjon eller selskap som bryter med fundamentale humanitære prinsipper (NBIM, 2017d).

## **2.2 Oljefondets referanseindekser**

Oljefondets referanseindekser fastsettes av Finansdepartementet. For aksjeinvesteringene har referanseindeksen blitt levert av FTSE Group. Siden 2003 har denne referanseindeksen vært FTSE Global All Cap. For obligasjonsinvesteringene har referanseindeksen vært levert av Bloomberg Barclays (NBIM, 2017b).

FTSE Global All Cap dekker omkring 7 700 aksjer i 47 forskjellige land. Noe som tilsvarer rundt 98 % av verdens markedsverdi. Referanseindeksen Oljefondet opererer med avviker fra denne indeksen ved to tilfeller. Det ene avviket er at aksjene i Europa er vektet noe høyere og aksjene i USA og Canada er vektet noe lavere sammenlignet med de faktiske vektene. I tillegg er alle norske aksjer ekskludert. Det andre er i henhold til de etiske retningslinjene Oljefondet opererer med. Dette baserer seg på at alle aksjer som bryter de etiske retningslinjene blir ekskludert fra referanseindeksen.

Oljefondet har en strategisk referanseindeks og en faktisk referanseindeks. Den strategiske referanseindeksen tar for seg fondets formål og gjenspeiler de enkelte aktivklassenes strategiske rolle. I hovedsak forteller den strategiske referanseindeksen noe om fondets

investeringsretning og risikotoleranse, men er ikke tilpasset fondets ulike formål og særtrekk. Aksjeandelen i den strategiske referanseindeksen er satt til 62,5 %. Den faktiske referanseindeksen kan avvike fra den strategiske referanseindeksen i tråd med generell markedsutvikling og er mer skreddersydd for de faktiske investeringene fondet har. Andelen av aksjene og obligasjonene i denne referanseindeksen beregnes daglig. Det er begrensninger på hvor mye aksjeandelen i den faktiske referanseindeksen kan avvike fra den strategiske referanseindeksen (NBIM, 2012).



## 3 TEORI OG FOREGÅENDE LITTERATUR

### 3.1 Forholdet mellom oljeprisen og valutakurser

En av våre hypoteser i denne oppgaven er at overføring av sjokk i finansielle aktiva kan forekomme enten direkte eller indirekte via andre aktivaklasser. Dette kan også gjelde for oljeprisen og valutakurser.

Det har siden 90-tallet vært et flittig diskusjonstema blant akademikere, journalister og politikere, i forhold til hvilken sammenheng det er mellom oljeprisen og valutakurser. Det kan være vanskelig å forstå den negative korrelasjonen, da sammenhengen kan gå i begge retninger, også kjent som kausalitet. Spesielt er ideen om at en økning av den amerikanske dollaren trigger et fall i oljeprisen. Empirisk forskning er ikke så tydelig på hvilke faktorer som ligger til grunn for endringer. Noen studier finner at en økning i den reelle oljeprisen resulterer i en reell depresiering av den amerikanske dollaren, mens andre viser at en nominell depresiering i dollaren utløser et fall i oljeprisen. Litteraturen tar for seg tre direkte sammenhenger mellom oljeprisen og valutakurser: handelsbetingelsene, velstandseffekten og reallokeringen av porteføljen (Buetzer et al, 2016).

Handelsbetingelsene ble introdusert av Amano og van Norden (1998). Den underliggende ideen er å knytte oljeprisen til det prisnivået som påvirker den reelle valutakursen<sup>3</sup> (Bénassy-Quéré et al., 2007). For oljeimporterende nasjoner vil en økning i oljeprisen forverre handelsbalansen, og senere føre til en svekket valutakurs. Det motsatte for oljeeksporterende nasjoner. Dette vil da for Norges sin del bety at den norske kronen appresierer når oljeprisen stiger. Variasjonen i oljeprisen vil bestemme store deler av variasjonen i handelsbetingelsene (Backus og Crucini, 2000).

Effekten på den nominelle valutakursen oppstår hvis prisen på handelsvarer ikke lenger antas å være riktige. I slikt tilfelle er inflasjon og nominell valutakursdynamikk relatert til «Purchasing Power Parity» (PPP). Hvis prisen på olje øker vil vi forvente at valutaen i land med stor avhengighet av import av olje i handelssektoren vil synke grunnet en høyere inflasjon.

---

<sup>3</sup> Den reelle valutakursen (R) er definert som forholdet mellom prisnivået i utlandet og det innenlandske prisnivået.

Krugman (1983) og Gloub (1983) introduserte den underliggende ideen i velstandseffekten og reallokeringen av porteføljen. De dokumenterte med at høyere oljepriser vil overføre rikdom fra oljeimportørene til oljeeksportørene, noe som fører til en endring i valutakurser. Den grunnleggende ideen er at oljeeksporterende land vil oppleve en økt velstand hvis oljeprisen stiger (Bénassy-Quéré et al., 2007). Velstandseffekten reflekterer den kortsiktige effekten, mens reallokeringen av porteføljen reflekterer mellom- og langtidseffekter.

På en annen side kan den negative korrelasjonen oppstå fordi endringer i den amerikanske dollarkursen påvirker oljeprisen negativt. Mer spesifikt kan valutakursene endre oljeprisene via effekten den har på tilbuds- og etterspørselssiden og via finansielle markeder. På tilbudssiden av oljemarkedet vil en nedgang i dollarkursen mulig føre til at oljeprodusenter begrenser tilbudet, som vil øke oljeprisen. Dette for å stabilisere kjøpekraften av sine eksportinntekter i dollar (Wirjanto, 2003, Yousefi, 2005). Ved et slikt tilfelle vil den norske kronen styrke seg mot den amerikanske dollaren, som vil svekke Oljefondets verdi målt i den norske kronen. Motsatt vil en økning i dollaren øke etterspørselen etter olje, ettersom oljeimporten blir billigere i lokal valuta for land utenom USA. Videre peker flere land som for eksempel Kina på deres valuta som avhengig av den amerikanske dollaren. Avhengig av deres oljeintensitet kan en nedgang i dollaren føre til økning i oljeetterspørselen drevet av høyere eksport (Bénassy-Quéré et al., 2007).

Valutakursene kan påvirke oljeprisene direkte gjennom finansmarkeder eller indirekte via andre finansielle aktiva. Dette skjer gjennom rebalansering av porteføljen og hedging spesielt. Da olje handles i dollar vil futureskontrakter på olje være en god hedge mot et fall i dollaren. Det kan tyde på at denne finansielle kanalen har økt sin betydning over tid, da råolje futures har femdoblet seg siden tidlig 2000-tallet på handelsbørsen NYMEX. Fratzscher et al. fant bevis på denne sammenhengen til kontrast av hva litteraturen har diskutert med kausaliteten fra oljeprisen til valutakurser (Fratzscher et al. 2014). De empiriske bevisene på slike reverserte kausaliteter er relativt små.

Det eksisterer store mengder litteratur på effekten andre aktivapriser har på oljeprisen og valutakurser gjennom å analysere pengepolitikken rolle (Chen et al, 1986, Bernanke et al., 1997, Wei, 2003, Hamilton og Herrera, 2004). Litteraturen hevder at den negative korrelasjonen mellom valutakurser og oljeprisen kan være drevet av pengepolitikken. Valutakursmodeller inkluderer som regel renteendringer basert på «the Uncovered Interest Rate Parity» (UIP) og finner at de pengepolitiske effektene på forventninger har betydning for å forklare



valutakursendringer (Engel et al., 2007). Det er rikelig bevis for Dornbusch (1976) velkjente «exchange rate overshooting» hypotese, som sier at en økning i renten vil forårsake at den nominelle valutakursen vil stige øyeblikkelig for så å synke på linje med UIP (Bjørnland, 2009). Flere publiserte artikler har de senere årene pekt på lave renter som en driver til høye råvarepriser (Frankel, 2008).

Det er bevist at høyere oljepriser reduserer det amerikanske aksjemarkedet, og at denne effekten hovedsakelig eksisterer gjennom etterspørsel (Kilian og Park, 2009). For en omvendt effekt vil et positivt sjokk i aksjemarkedet medføre mer økonomisk aktivitet og høyere etterspørsel, som igjen vil øke prisen på olje. Et slikt sjokk vil reflektere en høyere forventet inntjening og vekst i børsnoterte selskaper, som vil gi mer handlekraft. Dette vil føre til en depresiering i den amerikanske dollaren og en appresiering i den norske kronen, som vil øke Oljefondets verdi i form av et styrket aksjemarked, men få en korrigerende basert på den styrkede kronen. Siden 2003 har etterspørselssjokk vært hovedfaktoren for prisen på råolje da en sterk oppsving i fremvoksende markeder sin etterspørsel etter råvarer presset oljeprisen opp (Hamilton 2009, Kilian 2009, Lombardi og Van Robays, 2011). I tilknytning til dette kan forklaringen for den negative korrelasjonen mellom valutakurser og oljeprisen være den sterke etterspørselsveksten i Kina. Dette løftet oljeprisen og ga samtidig en svakere amerikansk dollar, som Yuan er knyttet til (Chen og Chen, 2007).

Den langsiktige relasjonen mellom oljeprisen og valutakurser har blitt analysert i flere land over flere studier. De grunnleggende konklusjonene er at det eksisterer en langsiktig sammenheng mellom valutakurser og oljeprisen. Majoriteten av disse studiene har fokusert på sammenhengen mellom den reelle oljeprisen og den amerikanske valutakursen og funnet at det eksisterer en sammenheng mellom begge. En reell appresiering i den amerikanske dollaren korresponderer med en økning i den reelle oljeprisen over en langsiktig periode (Amano og van Norden, 1998, Bénassy-Quéré et al., 2007, Coudert et al., 2008 og Beckmann og Czudaj, 2013). Det er også gjennomført studier som ser på andre store valutaer og disse viste til statistiske signifikante verdier for at det eksisterer en langsiktig sammenheng mellom oljeprisen og den respektive valutakursen. Clostermann og Schnatz (2000) fastslo at det eksisterte en langsiktig sammenheng mellom USD/EURO kursen og oljeprisen, mens Chaudhuri og Daniel (1998) viste til en studie av 16 utvalgte OECD land, deriblant Norge, og fant en kointegrert sammenheng mellom dem. Chen og Chen (2007) gjorde en studie av G7 landene og fant at den reelle oljeprisen har bidratt signifikant til valutakursendringer.

## 3.2 Oljeimporterende og oljeeksporterende nasjoner

Handelsbetingelsene har inspirert flere studier ved å fokusere på valutakurser for oljeimportører og oljeeksportører. Funnene i disse studiene er bemerkelsesverdig forskjellige, også over landene. Habib og Kalamova (2007) finner ingen langsiktig sammenheng mellom den reelle valutakursen og oljeprisen for Norge og Saudi Arabia som er to store oljeeksportører. For Russland derimot, som også er en stor oljeeksportør, rapporterer de bevis for en langsiktig reell appresiering hvis oljeprisen øker. For den spanske peseta<sup>4</sup> (som ikke lenger er i bruk) viste Camarero og Tamarit (2002) at den reelle oljeprisen forklarer den reelle valutakursen, men Huang og Guo (2007) fant at reelle oljeprissjokk antyder en appresiering i den reelle valutakursen i Kina.

To nylig publiserte studier viser derimot til at det ikke er noen unik sammenheng mellom den reelle oljeprisen og den reelle valutakursen for oljeimporterende og oljeeksporterende nasjoner. Buetzer et al. (2016) identifiserte ulike sjokk i den reelle oljeprisen i en strukturell VAR modell med et utvalg av 43 nasjoner og fant ingen systematiske bevis for at valutakursen til oljeeksporterende nasjoner appresierer mot valutakursen til oljeimporterende, deriblant Norge. En forklaring for den manglende sammenhengen er at nasjoner med høyere oljeoverskudd griper inn i det utenlandske valutakursmarkedet, for å forhindre appresiering av egen valuta. Dette er nettopp det som skjedde for Norge sin del i 2004. Dette forklares nærmere i neste delkapittel.

Beckmann og Czudaj (2013) studerte en gruppe på ti økonomier og fant at resultatene både skiller seg mellom og innad i oljeeksporterende- og oljeimporterende nasjoner. De fant at den nominelle endringen i oljeprisen trigger den reelle valutakursen gjennom den nominelle valutakursen og prisdifferansen i en økonomi. En nominell appresiering mot den amerikanske dollaren er først og fremst observert i oljeeksporterende nasjoner, men en nominell depresiering er observert i både import- og eksportnasjoner. De fant også en reversert kausalitet, som betyr at den nominelle valutakursen har en innflytelse på den nominelle oljeprisen. Et mer generelt bevismateriale er at råvareproduserende land har en sterk sammenheng mellom en appresiering i den reelle valutakursen og en økning i prisen på den respektive råvaren. Bodart et al. (2012) utarbeidet en analyse av 68 økonomier og fant at en slik effekt eksisterer hvis den dominerende råvaren står for minst 20 prosent av den totale eksporten til nasjonen. For Norge sin del stod

---

<sup>4</sup> Peseta ble byttet ut med euro i 1999 på valutabørser. I 2002 mistet peseta sin legale status i Spania.

råolje for 25 prosent av samlet norsk vareeksport i 2017 (SSB, 2018). Dette betyr, ifølge Bodart et al. (2012), at den norske kronen appresierer hvis vi får en økning i oljeprisene.

### 3.3 Forholdet mellom oljeprisen og den norske kronen

For oljeeksporterende land, som Norge, spriker litteraturen for hvilken effekt oljeprisen har på den norske kronen. Golub (1983), Corden (1984), Johansson (2007), Bodart et al. (2012) Beckmann og Czudaj (2013) fant i sine studier at en økning i oljeprisen vil føre til en appresiering i den norske kronen og vice versa. Habib og Kalamova (2007) og Buetzer et al. (2016) fant derimot ingen slik sammenheng i sine studier.

I figur 3.1 presenterer vi en grafisk sammenhengen mellom den amerikanske dollaren og den norske konkurransekursindeksen (KKI)<sup>5</sup>. For å få en lettest graf er det hensiktsmessig å snu høyreaksen i figur 3.1, som viser til svingninger i KKI. Av figuren kan vi se at den norske konkurransekursindeksen (KKI) har en sterk negativ sammenheng over tid, spesielt etter tusenårsskiftet (med unntak av 2003–2004). Grunnen til den negative sammenhengen er at en stigende indeksverdi betyr en depresierende kronekurs. Fra grafen kan vi forvente en negativ korrelasjon, noe som også stemmer med en korrelasjon på -0,37 for hele perioden og -0,81 for perioden 2007–2018. Dette betyr at den norske kronen korrelerer mest når oljeprisen opplever stor volatilitet (noe den har gjort det siste tiåret). Dette indikerer en ikke-lineær sammenheng som Akram (2002) kom frem til.

---

<sup>5</sup> KKI/TWI er den nominelle effektive kronekursen beregnet på grunnlag av kursene på NOK mot valutaene for Norges 25 viktigste handelspartnere (Norges Bank). For beskrivelse på beregning av KKI besøk: <https://www.norges-bank.no/Statistikk/Valutakurser/Effektiv-kronekurs-beregnete-kurser/>

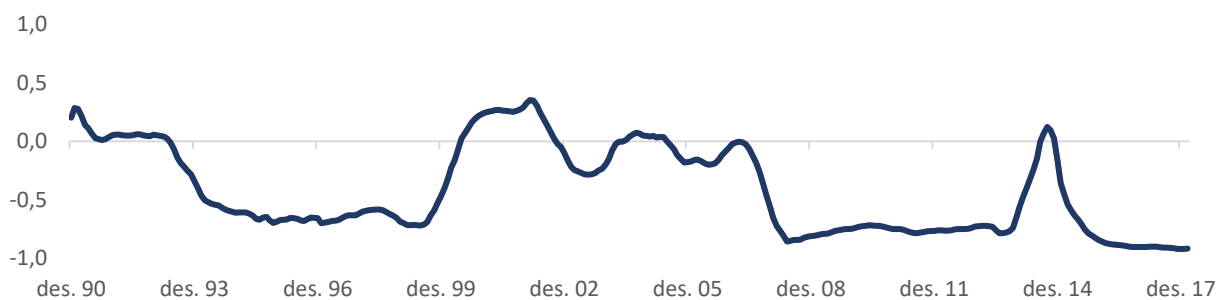
**Figur 3.1:** Sammenhengen mellom oljeprisen i USD (venstre akse) og den norske konkurransekursindeksen (KKI) (høyre akse) i perioden 01.01.1986–01.01.2018. I appendiks B er samme figur presentert for de fire valutaene anvendt i analysen.



Kilde: Norges Bank, Eia

Figur 3.2 viser utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og KKI ved bruk av et glidende gjennomsnitt på fem år. Figuren forteller oss at i perioder er disse sterkt negativt korrelert, som vil si at den norske kronen vil appresiere mot de fleste valutaer når oljeprisen øker og vice versa. Figur 3.2 forteller oss også at denne korrelasjonen ikke ligger konstant på et negativt nivå, men i korte og lengre perioder trekkes opp mot null og til og med over på positiv korrelasjon. Dette indikerer at det er flere andre faktorer som påvirker den norske kronen og ikke bare oljeprisen. Når det gjelder WTI prisen mot de fire valutaene anvendt i denne studien (NOK/USD, NOK/EURO, NOK/GBP og NOK/YEN) er disse presentert grafisk i appendiks B. Her har vi i tillegg lagt til en korrelasjonsmatrise, samt et fem års glidende gjennomsnitt av korrelasjonen mellom dem.

**Figur 3.2:** Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og KKI i perioden 01.01.1986–01.01.2018, ved bruk av et glidende gjennomsnitt på fem år. I appendiks B er samme figur presentert for de fire valutaene anvendt i analysen.



Kilde: Norges Bank, Eia

Modellen omtalt i Obstfeld og Rogoff (1995), som forklarer driftsbalansen, viser at når Norge opplever et positivt oljeprissjokk vil driftsbalansen forbedres gjennom konsumtilpasningen, som vil føre til at den norske kronen appresierer. Dette stemte ikke overens i perioden 2003 til 2004 da den norske kronen deprimerte kraftig, tross en økt oljepris. Grunnen til dette besvarte daværende visepresident i Oljefondet Jarle Berge (NBIM, 2004) at skyldtes de økte valutainntektene til staten gjennom høyere oljepris. Disse inntektene ble investert i utenlandske verdipapirer gjennom Oljefondet, som førte til at den norske kronen deprimerte, tross en økning i oljeprisen.

Akram (2002), på vegne av Norges Bank, utarbeidet en rapport som omhandlet oljeprisen og dens effekt på den norske valutakursen. Han presiserte at de fleste forskningsrapportene på området tok for seg den lineære sammenhengen mellom oljeprisen og den norske kronen. Dette kan lede til en underestimert av store fluktasjoner i oljeprisen som påvirker den norske valutakursen. Han konkluderte med at det eksisterer en ikke-lineær negativ sammenheng mellom verdien på den norske kronekursen og oljeprisen. Graden av den negative korrelasjonen mellom valutakursen og oljeprisen varierer med verdien og trenden i oljeprisen. Han fant at en endring i oljeprisen har en sterkere effekt på valutakursen når verdien på olje er under 14 dollar fatet, enn høyere verdier. Videre øker effekten av denne sammenhengen når oljeprisene viser en fallende trend. Ved høye oljepriser fant Akram (2002) ingen effekter, med mindre de viste en fallende eller økende trend.

Yip (2011) derimot gjorde en oppdatering av analysene til Akram (2002) i sin masterutredning og fant ut fra modellen en systematisk trend. Oljeprisen har både en lineær og ikke-lineær effekt på kronekursen på kort sikt, men ingen signifikant effekt på lang sikt. Han fant at når oljeprisen var under 62 dollar fatet ville en marginal økning på 1 prosent føre til en økning i den norske kronen på 0,042 %, og 0,171 % hvis oljeprisen var over 62 dollar fatet. Dette var funn som stemte overens med Akram (2002), bare med andre verdier på oljeprisen. Yip (2011) presiserte at det var forskjeller på noen av de signifikante verdiene, som han begrunnet med en mer volatil oljepris de siste årene, enn det Akram (2002) hadde i sitt.

Funnene til Akram (2002) og Yip (2011) indikerer kun signifikante sammenhenger i korte perioder og ingen over lange perioder. I de lange periodene er det raten mellom innen- og utenlandspriser som styrer valutakursen i henhold til PPP hypotesen. Det vil si at den norske valutakursen er konstant og uavhengig av oljeprisen i det lange løp. Dette motstrider det

Chaudhuri og Daniel (1998) fant da de analyserte den norske kronen blant 16 OECD land. De fant en kointegrert sammenheng mellom den og oljeprisen.

### **3.4 Virkningen av oljeprissjokk i aksjemarkedet**

Endringer i oljeprisen regnes ofte som en viktig faktor for å forstå fluktuasjonene i aksjekursene. I 2006 publiserte Financial Times to artikler hvor de så på fall i det amerikanske aksjemarkedet som en virkning av økt oljepris. Dette var forårsaket av bekymringer om den politiske ustabiliteten i Midtøsten. Til tross for slike synspunkter i finanspressen er det ingen konsensus om forholdet mellom oljeprisen og aksjekursene blant økonomer. Chen, Roll og Ross (1986), for eksempel, konkluderte med at endringer i oljeprisen ikke har noen effekt på aksjekursen. Kling (1985), derimot, konkluderte med at en økning i oljeprisen er tilknyttet et fall i aksjemarkedet. Jones og Kaul (1996) fant et stabilt negativt forhold mellom endringer i oljeprisen og den aggregerte avkastningen i aksjemarkedet. Samme år derimot, fant Huang, Masulis og Stoll (1996) ingen negativ relasjon mellom avkastning i aksjemarkedet og endringer i prisen på oljefutures. Kilian og Park (2007) utviklet en ny metodikk for å forstå svingninger i aksjemarkedet knyttet til sjokk i oljeprisen. Ved å flytte fokuset bort fra den gjennomsnittlige effekten av uventede endringer i oljeprisen identifiserte de det fundamentale tilbuds- og etterspørselssjokket etter olje. De fant at slike sjokk forklarer en femtedel av den lange variasjonen i den reelle avkastningen i det amerikanske aksjemarkedet. Våre hypoteser baserer seg ikke på hele aksjemarkedet, men kun olje- og gassektoren. Alle disse studiene bygger på hele aksjemarkeder. Vi vil i utgangspunktet kun forvente en sammenheng mellom oljeprisen og olje- og gassaksjer. Dette har allerede NBIM (2017a) vist i sin utredning hvor de fant statistisk signifikante verdier på at FTSE sektorindeksen for olje og gass blir påvirket av 12 måneders WTI futures.

### **3.5 Hypotese**

I litteraturen er det ingen enighet i sammenhengen mellom oljeprisen og valutakurser. Noen konkluderer med at oljeprisen har en direkte innvirkning på valutakursen, andre konkluderer med at det ikke eksisterer noen sammenheng. Dette gjelder for både oljeeksporterende- og oljeimporterende nasjoner. Det er derimot et overtall av studier som peker på at det eksisterer en sammenheng, og spesielt for oljeeksporterende nasjoner som Norge.

På bakgrunn av foregående teori er vår hypotese; Når oljeprisen synker, så synker både olje- og gassaksjer og den norske kronen. Oljefondet tjener på svekkelsen i kronen i form av økt verdi på Oljefondet, men taper i form av en svekkelse i aksjekursene til olje- og gasselskaper. Når oljeprisen stiger, vil både olje- og gassaksjer og den norske kronen stige. Oljefondet vil tape på en sterkere norsk krone, men vil tjene på olje- og gassaksjene. Vår hypotese er at olje- og gassaksjer kan fungere som en hedge mot en økning i den norske kronen og oljefondet kan miste en diversifiseringseffekt hvis de går ut av olje- og gassaksjer.





## 4 KONSTRUKSJON AV PORTEFØLJER

### 4.1 Porteføljeoptimering

Hvilken portefølje som er den beste er sannsynligvis et spørsmål like gammelt som aksjemarkedet selv. Det fundamentale gjennombruddet ved aktiva allokering og optimal porteføljeforvaltning er ofte datert tilbake til «*the Markowitz, mean-variance portfolio theory*» (Markowitz, 1952). Teorien antar at alle investorer er rasjonelle, risikoavers, og kan konstruere porteføljer for å optimalisere eller maksimere forventet avkastning basert på en grad av risiko. Modellen tar utgangspunkt i et marked uten skatter eller transaksjonskostnader og hvor shortsalg ikke er tillatt. Det er i etterkant utviklet utallige metoder for porteføljeoptimering. Markowitz (1952) startet et banebrytende arbeid i det å finne den optimerte porteføljen.

De teoretiske fremskrittene sammen med nye beregningsmetoder som vises i litteraturen om optimal porteføljeforvaltning gjenspeiler det pågående og progressive arbeidet på dette feltet. For NBIM vil det være viktig med en god aktivaallokering og porteføljeoptimering, uansett utfallet av beslutningen fra Finansdepartementet. Videre i kapittelet vil fremgangsmåte og konstruksjon av våre to porteføljer bli beskrevet.

### 4.2 Data for konstruksjon av porteføljer

For å konstruere porteføljene i vår empiriske analyse, har vi valgt å bruke månedlige observasjoner fra perioden 01.01.2005 til 01.01.2017. All data er hentet fra Thomas Reuters Datastream. Vi har hentet ut totalt 774 aksjer fordelt på de ti sektorene Oljefondet har plasseringer i. Fordelingene av aksjene i de forskjellige sektorene kan ses i tabell 4.1. Valget av antall aksjer i vår optimerte portefølje er basert på Oljefondets markedsverdi per 31.12.2016. Sektorene i vår portefølje utgjør minimum 60 % av Oljefondet sin totale verdi, som presenteres i tabell 4.2. Vi har satt et minimum på 25 aksjer i hver av sektorene for å få et representativt utvalg. Alle aksjene i porteføljen må være børsnotert før 01.01.2005.

**Tabell 4.1:** Oversikt over fordelingene av antall aksjer i Oljefondet og vår optimerte portefølje. Vi har satt en restriksjon på antall aksjer mellom 25 og 200 i hver av de ti sektorene. Aktivaallokeringen er hentet fra NBIM per 31.12.2016.

Sektorer	Antall aksjer i Oljefondet	Antall aksjer i vår optimering
Oil & Gas	379	27
Basic Materials	644	43
Consumer Goods	1177	84
Consumer Services	1173	133
Financials	1804	157
Healthcare	677	37
Industrials	1972	200
Technology	746	38
Telecom	141	30
Utilities	272	25
<b>Total</b>	<b>8985</b>	<b>774</b>

**Tabell 4.2:** Oversikt over Oljefondets markedsverdi og den optimerte porteføljens markedsverdi. Aktivaallokeringen er hentet fra NBIM per 31.12.2016. Alle tall i millioner kroner.

Sektorer	Markedsverdi Oljefondet	Markedsverdi i vår optimering	Prosent av Oljefondet
Oil & Gas	kr 300 892	kr 205 717	68,37 %
Basic Materials	kr 264 618	kr 166 823	63,04 %
Consumer Goods	kr 640 351	kr 429 636	67,09 %
Consumer Services	kr 480 461	kr 321 333	66,88 %
Financials	kr 1 143 558	kr 785 572	68,70 %
Healthcare	kr 477 063	kr 320 909	67,27 %
Industrials	kr 659 547	kr 418 675	63,48 %
Technology	kr 443 835	kr 304 808	68,68 %
Telecom	kr 152 499	kr 130 233	85,40 %
Utilities	kr 143 659	kr 87 126	60,65 %
<b>Total</b>	<b>kr 4 706 485</b>	<b>kr 3 170 832</b>	<b>67,37 %</b>

### 4.3 Forventet relativ volatilitet

Oljefondets ramme fra Finansdepartementet for forvaltningen er målt i avvik fra den faktiske referanseindeksen til Oljefondet som bygger på FTSE Global All Cap. Dette avviket er målt i forventet relativ volatilitet, også kalt tracking error. Dette målet skal ifølge rammen fra Finansdepartementet ikke overskride 1,25 prosentpoeng. Det er dette målet vi har lagt til grunn for vår optimering når vi har satt sammen våre porteføljer. Ved å minimere den forventede relative volatiliteten i optimeringen av porteføljene våre er målet å være innenfor avviksrammen som Finansdepartementet har satt (NBIM, 2017e).

Forventet relativ volatilitet, eller tracking error, er differansen mellom en porteføljes avkastning og referanseindeks. Tracking error er også referert som aktiv risiko, og brukes ofte i sammenheng med å identifisere den aktive forvaltningen til et fond (Pachamano & Fabozzi, 2016, s.151-179). Det finnes to måter å beregne tracking error. Den første er å trekke fra den kumulative avkastningen til referanseindeksen fra porteføljen:

$$E(r)_p - E(r)_m = \text{Tracking Error} \quad (4.1)$$

$E(r)$  er avkastningen til porteføljen ( $p$ ) og markedet ( $m$ ). Dette er en svakere og mindre anvendt metode for å beregne tracking error. Den andre metoden er imidlertid mer vanlig. Standardavviket til førstedifferansen i porteføljen og referanseindeksen blir beregnet over tid (Pachamano & Fabozzi, 2016, s.151-179). Formelen er som følger:

$$TE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E(r)_p - E(r)_m)^2}{N-1}} \quad (4.2)$$

$N$  er antall observasjoner. Lav tracking error betyr at porteføljen tilnærmet følger referanseindeksen. Høy tracking error indikerer det motsatte. Tracking error er en indikator på hvor aktivt eller passivt en portefølje forvaltes. Aktivt forvaltede porteføljer søker en avkastning høyere enn referanseindeksen. Noe som generelt krever god ekspertise og økt risiko. I slike tilfeller vil porteføljens tracking error være høy. Passive forvaltede porteføljer prøver å minimere tracking error ved å replikere referanseindeksen.

Tracking error kan beregnes over korte og lange tidsperioder. Derfor må det klargjøres hvor lang tidshorisont en portefølje opererer med. Oljefondets mandat er å ikke overskride en tracking error på 1,25 prosentpoeng. Avviket er målt i årlig avkastning. «En slik tidshorisont

*kan betraktes som et kompromiss mellom fondets langsiktige formål og behovet for å ha kontroll med den løpende utviklingen i fondets markedsverdi» (NBIM, 2000). Optimeringen av våre porteføljer basere seg på å minimere tracking error på årlig basis.*

#### **4.4 Fremgangsmåte for konstruksjon av porteføljene**

Vår konstruksjon av de forskjellige porteføljene består av to operasjoner. Først konstruerer vi ti porteføljer som er tilnærmet lik hver sin FTSE sektorindeks. Deretter bruker vi de ti replikerte sektorporteføljene til å konstruere to nye porteføljer som er tilnærmet lik FTSE Global All Cap. En med olje- og gassaksjer og en uten.

##### **Optimering av sektorporteføljene**

Vi startet med å sortere alle de logaritmiske endringene til hver enkelt aksje innenfor hver sektor. Deretter satte vi opp en optimeringsmodell som vektet de forskjellige aksjene i hver sektor. Aksjene ble vektet slik at tracking error mellom våre sektorporteføljer og sin respektive indeks ble lavest mulig. Grunnen til at vi har valgt å minimere tracking error er fordi det er det som gir mest mening. Ettersom mandatet for forvaltningen er å ikke overskride en tracking error på 1,25 prosentpoeng. Det betyr for eksempel at alle olje- og gassaksjene vi har med i vår portefølje er optimert for å få lavest tracking error mot indeksen FTSE Oil & Gas. Dette gir oss totalt 10 sektorporteføljer optimert mot sine respektive indekser.

##### **Optimering av porteføljene med og uten olje- og gassaksjer**

Etter vi satte sammen alle sektorporteføljene konstruerte vi to nye porteføljer. I den første porteføljen tok vi alle de ferdige sektorporteføljene og optimerte vektene til hver sektor mot indeksen til Oljefondet (FTSE Global All Cap). I den andre optimeringen gjorde vi det samme som i den første optimeringen, men her har vi ekskludert olje- og gassektoren fra optimeringen. På denne måten har vi fått to porteføljer som følger FTSE Global All Cap. En med olje- og gass og en uten.

Det er viktig å merke seg at de 12 konstruerte porteføljene er optimert i lokal valuta. I tillegg har vi konstruert de samme 12 porteføljene i NOK. Dette har vi gjort ved å beregne alle aksjekursene om til norsk valuta. Det er porteføljene i NOK vi vil bruke videre i våre analyser.

En av grunnene til at vi ikke har gjennomført hele optimeringen av alle aksjene mot FTSE Global All Cap i en og samme handling, er fordi excel har en restriksjon på 200 kolonner for optimering. Det er også hensiktsmessig for oss å bruke de ti optimerte sektorene til videre analyser.

## 4.5 Begrensninger ved optimeringen

Ved optimeringen av vektene til hver enkelt aksje har vi valgt å bruke tre restriksjoner. Den første restriksjonen er at ingen aksje kan være høyere vektet enn den opprinnelige vekten til den høyest vektete aksjen vi har med. Den andre restriksjonen er at ingen aksje kan være mindre vektet enn den opprinnelige vekten til den lavest vektete aksjen vi har med. Ellers kan aksjene vektes fritt mellom disse to ytterpunktene. Den siste restriksjonen er at summen av alle vektene må bli 100 %.

Ved optimeringen av sektorene har vi gjort det litt annerledes. Det første vi gjorde var å liste opp alle de opprinnelige sektorenes originale vekting siden 2005. Disse vektene er beregnet fra den årlige aktiva allokeringen til Oljefondet i perioden 2005 til 2016. Hensikten med dette er å kunne finne den laveste og høyeste vekten for hver av de ti sektorene i denne perioden. Dette gjorde det mulig å lage et utfallsrom for våre restriksjoner. Deretter tok vi standardavviket til hver av sektorene og trakk denne fra minimumsverdien og la til på maksimumsverdien. Det gjorde vi for at hver sektor skulle få et litt større utfallsrom. Standardavviket benyttet vi fordi sektorene som historisk har hatt mer volatile vekter skulle få et større utfallsrom, enn de vektene som har vært mindre volatile. Vektene for de respektive sektorene er presentert i tabell 4.3 og 4.4.

**Tabell 4.3:** Fordeling av vektene i porteføljen med olje- og gassaksjer. Vektene er bestemt ved å ta nedre og øvre vekting av de respektive sektorene i Oljefondets årlige aktiva allokering fra 2006 til 2017.

Portefølje med olje	Basic Mat.	Cons. Goods	Cons. Services	Financials	Health Care	Industrials	Oil & Gas	Tech	Telecom	Utilities
Øvre Begrensning	10.3%	15.7%	11.8%	31.9%	11.7%	15.4%	12.9%	13.8%	6.9%	6.9%
Nedre Begrensning	3.9%	8.6%	7.5%	16.2%	6.7%	9.7%	3.5%	5.8%	2.4%	2.2%
Originale Vekter 2016	5.6%	13.6%	10.2%	24.3%	10.1%	14.0%	6.4%	9.4%	3.2%	3.1%
Optimerte Vekter	3.9%	8.6%	11.8 %	16.2%	11.7%	9.7%	12.9%	13.8%	4.6%	6.9%

**Tabell 4.4:** Fordeling av vektene i porteføljen uten olje- og gassaksjer. Vektene er bestemt ved å ta nedre og øvre vekting av de respektive sektorene i Oljefondets årlige aktiva allokering fra 2006 til 2017.

Portefølje uten olje	Basic Mat.	Cons. Goods	Cons. Services	Financials	Health Care	Industrials	Tech	Telecom	Utilities
Øvre Begrensning	11,6%	16,5%	12,3%	34,4%	12,6%	16,7%	14,6%	15,5%	7,8%
Nedre Begrensning	4,0%	9,6%	8,6%	18,5%	7,6%	10,8%	3,4%	6,5%	2,4%
Optimerte vekter	4,0%	14,7%	8,6%	18,5%	12,6%	10,8%	14,6%	8,5%	7,8%

## 4.6 Valget av referanseindeks

Referanseindeksen vi har brukt i vår optimering er den samme som Oljefondet har som sin strategiske referanseindeks for aksjer, FTSE Global All Cap. Det er viktig å merke seg at mandatet NBIM har fått ifra Finansdepartementet gjelder avvik i fra den faktiske referanseindeksen. I den faktiske referanseindeksen er det gjort justeringer som omhandler ekskludering av norske selskaper og selskaper som bryter med de etiske retningslinjene. I tillegg er selskaper i Europa høyere vektet og selskaper i USA og Canada lavere vektet enn de faktiske vektene (NBIM, 2017d). Dette er justeringer vi ikke får gjort med vår referanseindeks. For sektorene har vi valgt å bruke FTSE sine sektorindekser. Vi har valgt å bruke FTSE sektorindeksene da det er disse NBIM legger til grunn i sine analyser i brevet til Finansdepartementet. Referanseindeksene er presentert i tabell 4.5.

**Tabell 4.5:** Referanseindeksene som er anvendt i analyse- og optimeringsdelen av våre porteføljer. All data er hentet fra Thomson Reuters Datastream.

Referanseindekser
FTSE Oil & Gas
FTSE Basic Materials
FTSE Consumer Goods
FTSE Consumer Services
FTSE Financials
FTSE Healthcare
FTSE Industrial
FTSE Technology
FTSE Telecom
FTSE Utilities
FTSE Global All Cap

## 4.7 Vår porteføljes forventede relative volatilitet

Som nevnt tidligere er mandatet NBIM har fått av Finansdepartementet at den forventede relative volatiliteten eller tracking error ikke skal overskride 1,25 %. I Oljefondet sin årsrapport<sup>6</sup> som omhandler avkastning og risiko har de gjort historiske simuleringer av Oljefondet for å finne sin forventede relative volatilitet. I rapporten kommer det frem at i perioden 2007–2017 så har Oljefondet hatt en forventet relativ volatilitet på 46 basispunkter (NBIM 2017e). Dette målet er beregnet for hele porteføljen som omhandler både aksjer, obligasjoner og eiendomsinvesteringer. I våre porteføljer har vi bare med aksjer. Med dette til grunn kan vi si at våre porteføljer er representative da våre porteføljer i perioden 2005-2016 har en forventet relativ volatilitet på 51 og 54 basispunkter. Selv om vår portefølje har hatt noe større avvik fra indeksen enn Oljefondet er dette naturlig fordi vi kun har sett på aksjeandelen, og ikke obligasjons- og eiendomsinvesteringer i vår portefølje. Noe som normalt ville trukke ned avviket. Alle tracking error for de respektive sektorene og porteføljene, i både original valuta og i den norske valuta, er presentert i tabell 4.6. Av tabellen ser vi at begge porteføljene er innenfor rammen på 1,25 prosentpoeng.

**Tabell 4.6:** Oversikt over Tracking Error av optimeringen. Alle TE er minimert ved hjelp av statistisk programvare.

	TE i original valuta	TE i NOK
Oil & gas	0.63 %	0.79 %
Basic Materials	1.08 %	1.37 %
Consumer goods	0.79 %	0.84 %
Consumer services	0.35 %	0.69 %
Financials	0.48 %	0.75 %
Healthcare	0.64 %	0.78 %
Industrials	0.40 %	0.84 %
Technology	0.88 %	1.41 %
Telecom	0.79 %	0.90 %
Utilities	0.73 %	0.87 %
Portefølje med olje	<b>0.51 %</b>	0.69 %
Portefølje uten olje	<b>0.54 %</b>	0.72 %

<sup>6</sup> Årsrapport «Risk and return» (2017). Kan hentes fra NBIM: <https://www.nbim.no/contentassets/db0b28dc13934aa6a56596d81d47a33a/return-and-risk-2017---government-pension-fund-global.pdf>

## 4.8 Tidsperspektiv og annen data

Vi har valgt å bruke data fra 01.01.2005–01.01.2016. Grunnen til dette er at vi i dette tidsperspektivet opplever både perioder med stabilitet og svingninger i kronen, oljeprisen og aksjemarkedet. Dette er hensiktsmessig fordi vi trenger å få med nok variasjon i markedet for å gjøre en god og representativ analyse.

Det eksisterer flere forskjellige indekser for oljeprisen for både spot og futures. Valget falt til slutt på WTI spot pris hentet fra Thomson Reuters Datastream. Grunnen til dette er at NBIM bruker WTI, og ikke Brent i sine analyser (NBIM, 2017a). Som den risikofrie renten har vi valgt 1 års norsk statsobligasjon (ST3X). Alle valutakurser er hentet fra Norges Bank for å kunne beregne alle aksjene om til norsk valuta.



## 5 TESTING AV TIDSSERIEDATA

Før vi kan anvende våre porteføljer i regresjon for å undersøke vår hypotese, må vi klargjøre robustheten av de konstruerte porteføljene. For å undersøke dette ser vi på de logaritmiske endringene i prisene for å oppnå de mest valide resultatene. Den logaritmiske formen vil i større grad oppfylle de statistiske kravene i en regresjonsmodell. Egenskapene vi vil teste for er multikollinearitet, stasjonærhet, hetroskedasitet og autokorrelasjon.

### 5.1 Regresjonsmodell

For å teste vår hypotese om at olje- og gassaksjer kan fungere som en hedge mot en økning i den norske kronen, og at Oljefondet kan miste en diversifiseringseffekt hvis de velger å selge seg ut av denne sektoren, har vi benyttet oss av regresjonstypen «Multippel lineær regresjon». Denne anvender metoden OLS, eller minste kvadraters metode (Brooks 2008, s.27-81). Metoden baserer seg på gitte betingelser av variablene for at estimatene i regresjonsmodellen skal være konsistente. Disse betingelsene er ofte referert som Gauss-Markov betingelsene.

#### 5.1.1 Forutsetninger for modellen

De fem forutsetningene i OLS metoden er:

$$E(\mu_t) = 0 \quad (5.1)$$

$$Var(\mu_t) = \sigma^2 < \infty \quad (5.2)$$

$$Cov(\mu_i \mu_j) = 0 \quad (5.3)$$

$$Cov(\mu_t x_t) = 0 \quad (5.4)$$

$$\mu_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (5.5)$$

Feilleddene  $E(\mu_t)$  har forventning lik null, som forteller at det forventede avviket mellom det observerte og det estimerte er lik null. Variansen til feilleddet  $Var(\mu_t)$ , også kjent som homoskedastisitet, er konstant og uendelig for alle verdier. Den tredje forutsetningen, også kjent som autokorrelasjon  $Cov(\mu_i \mu_j)$ , er at feilleddene er uavhengige av hverandre, og det eksisterer

ingen sammenheng mellom feilleddene og tilhørende  $x$ -verdi, også kalt multikolaritet  $Cov(\mu_t x_t)$ . Den siste forutsetningen er at feilleddet  $\mu_t$  er normalfordelte (Brooks 2004).

### 5.1.2 Utforming av regresjonslikningene

Med vår regresjon har vi lyst til å se på hvordan de forskjellige porteføljene og sektorene blir påvirket av endringer i oljeprisen, og endringer i den norske kronen. For å teste dette har vi utformet tre regresjonslikninger. Vi baserer våre regresjoner på en multipl linear regresjon, som på generelt grunnlag kan skrives slik:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_t \quad (5.6)$$

$\hat{Y}$  er den forventende verdien av den avhengige variabelen.  $X_1$  til  $X_p$  er de uavhengige variablene.  $\alpha$  er verdien av  $Y$  når alle de uavhengige variablene er lik null.  $\beta_1$  til  $\beta_p$  er de estimerte regresjonskoeffisientene, og  $\varepsilon_t$  er presentert ved feilleddet. Vi vil nå presentere de forskjellige variablene og regresjonsmodellene anvendt i våre analyser basert på likning (5.18).

### 5.1.3 De avhengige variablene

De avhengige variablene i våre regresjonsanalyser er de konstruerte porteføljene av Oljefondet med og uten olje- og gassaksjer, samt de ti replikerte sektorene. Alle de avhengige variablene i regresjonen er i NOK, og ikke i aksjenes respektive valutaer. Grunnen til valget av NOK er fordi vi mener det er hensiktsmessig da vi er interessert i å vite hvordan kronekursen har påvirket de forskjellige porteføljene i henhold til hypotesen i oppgaven.

### 5.1.4 De uavhengige variablene

I de forskjellige regresjonene har vi implementert to faktorer som våre uavhengige variabler. Disse er valutakurser og oljeprisen.

Valuta i regresjonen er presentert ved de fire største valutaene Oljefondet har eiendeler i per 31.12.2016. Disse er henholdsvis dollar (USD), euro (EUR), britisk pund (GBP) og japanske yen (JPY). Vi har valgt å se på de logaritmiske endringene i valuta. Forholdet vi ser på er hvor mye det vil koste for de forskjellige valutaene å kjøpe en norsk krone. Når endringen i dette forholdet blir positivt så styrkes den norske kronen og motsatt når forholdet blir negativt. Oljeprisen i regresjonen er presentert ved den logaritamiske endringen i spotprisen på WTI olje.

For begge de uavhengige variablene har vi implementert ett lag, altså  $t-1$ . Ett lag forteller oss om en verdi i «går» har noe å si for verdien i dag.

### 5.1.5 Regresjonsmodellene anvendt i analysen

#### Regresjonsmodell 1:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta_1 \Delta Valuta_t + \beta_2 \Delta Valuta_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5.7)$$

$\Delta Valuta_t$  er den logaritmiske endringen av hvor mye det vil koste å kjøpe én norsk krone og  $\Delta Valuta_{t-1}$  er den lagede variabelen av denne. I denne regresjonen får vi sett hvordan de forskjellige porteføljene blir påvirket av endringer i den norske kronen.

Vår hypotese er at en sterkere norsk krone vil påvirke alle sektorer og porteføljer negativt, men at olje- og gassektoren ikke vil være like sensitiv for slike endringer som de resterende sektorene. Grunnen til dette er fordi sammenhengen mellom oljeprisen og den norske kronen er slik at når oljeprisen øker så styrkes også den norske kronen. Denne sammenhengen vil dermed påvirke sektoren i hver sin retning. En økende oljepris vil i noen grad utligne den negative effekten en styrket kronekurs vil ha. Vi forventer en negativ koeffisientverdi i alle porteføljene, men mindre sensitiv i porteføljen med olje- og gassaksjer samt i olje- og gassektoren.

#### Regresjonsmodell 2:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta_1 \Delta WTIspot_t + \beta_2 \Delta WTIspot_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5.8)$$

$\Delta WTIspot_t$  er den logaritmiske endringen av hvor mye det vil koste å kjøpe et fat WTI olje, og  $\Delta WTIspot_{t-1}$  er den lagede variabelen av denne. I denne regresjonen får vi sett hvilken portefølje som er mest sensitiv for endringer i oljeprisen.

Vår hypotese er at basic materials og olje- og gassektoren er de sektorene som er mest påvirket av endringer i oljeprisen. Dette er også resultatet av beregningene i brevet NBIM (2017c) sendte til Finansdepartementet, hvor det er disse to sektorene som skiller seg ut. Vi forventer en positiv koeffisientverdi for begge porteføljene, men porteføljen med olje- og gassaksjer bør være mer sensitiv for endringer i oljeprisen.

### Regresjonsmodell 3:

$$\hat{Y} = \alpha + \beta_1 \Delta Valuta_t + \beta_2 \Delta Valuta_{t-1} + \beta_3 \Delta WTIspot_t + \beta_4 \Delta WTIspot_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5.9)$$

$\Delta Valuta_t$  er den logaritmiske endringen av hvor mye det vil koste å kjøpe én norsk krone,  $\Delta Valuta_{t-1}$  er den lagede variabelen av denne.  $\Delta WTIspot_t$  er den logaritmiske endringen i hvor mye det vil koste å kjøpe et fat WTI olje, og  $\Delta WTIspot_{t-1}$  er den lagede variabelen av denne. I denne regresjonsmodellen vil vi se på hvordan endringer i valuta og olje påvirker de forskjellige porteføljene og sektorene.

Vår hypotese er at en sterkere norsk krone vil påvirke olje- og gassaksjer negativt, og at en økning i oljeprisen vil påvirke olje- og gassaksjer positivt. For å kunne forklare hvordan olje- og gassaksjer kan fungere som en hedge forventer vi en negativ koeffisientverdi for endringer i valuta og en positiv koeffisientverdi for endringer i oljeprisen. Porteføljen med olje- og gassaksjer bør være mer sensitiv i forhold til endringer i oljeprisen. For sektorene bør det være sammen tendens som for porteføljene, men enda klarere forskjeller. Spesielt bør olje- og gassektoren skille seg ut i forhold til endringer i oljeprisen.

#### 5.1.6 Løse problemet med heteroskedastisitet og autokorrelasjon

Hvis feileddene i regresjonen bryter med betingelsene om heteroskedastisitet og autokorrelasjon, kan det føre til at estimeringen av koeffisientenes standardfeil blir gale. Dette vil føre til feil t-verdi, som igjen kan føre til at signifikantnivået til koeffisientene blir feiltolket.

En populær anvendt strategi for å teste for autokorrelasjon er en Durbin-Watson test (1951). Denne baserer seg på residualene i OLS. Testen kan skrives som:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (v_t - v_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n v_t^2} \quad (5.10)$$

Problemet med Durbin-Watson testen er at den kristiske verdien må bli evaluert ut fra en tabell, siden den er avhengig av både antall regresjoner ( $k$ ) og utvalgsstørrelsen ( $n$ ). For gitte grader av konfidensintervall, vil tabellen bestå av to verdier,  $d_L$  og  $d_U$ . Hvis den beregnede verdien faller under  $d_L$  vil nullhypotesen bli forkastet og det samme skjer hvis verdien overskrider  $d_U$ . Problemet oppstår når verdien havner mellom disse to. Da vil testen bli sett på som resultatløs og vi kan ikke konkludere om datasettet innehar autokorrelasjon.

En vel anvendt test for heteroskedastisitet er Breusch-Pagan testen (1979). Testen utføres ved formel:

$$N * R^2(\text{med } k \text{ frihetsgrader}) \quad (5.11)$$

En svakhet med denne testen er at den kun måler hvordan feilledet øker over den avhengige variabelen,  $Y$ . Hovedgrunnen til at vi ikke anvender noen av disse testene i våre tidsserier er fordi vi har totalt 64 regresjoner i våre analyser. Tiden det ville tatt å implementere alle disse inn i Durbin-Watson testen og Breusch-Pagan testen er unødvendig bruk av tid.

Av den grunn anvender vi i våre analyser metoden HAC (*Heteroskedasticity- and autocorrelation consistent standard errors*). Denne metoden ble utviklet av Newey og West (1987), og er ofte referert som «*Newey-West standard errors*». Dette er ikke en test for om det eksisterer heteroskedastisitet eller autokorrelasjon i feilledene, men en måte å estimere standardfeil på som tar hensyn til at det kan eksistere heteroskedastisitet og autokorrelasjon. Dette gjør at resultatene av regresjonsmodellene blir mindre pålitelige, men mer valide enn om vi ikke implementerer HAC. Vi kan dermed ikke konkludere med at det ikke eksisterer autokorrelasjon eller heteroskedastisitet i feilledene, men tatt hensyn til det gjennom HAC. I brevet til Finansdepartementet fra NBIM (2017c), blir denne metoden anvendt i OLS regresjonen. Dette er en god kvalitetssikring for å sikre at vi har valgt riktig metode. Newey-West standard errors vil bli rapportert under koeffisientene i regresjonene våre i kapittel 6.

### 5.1.7 Testing for multikollinearitet

Hvis det ikke eksisterer noen lineær sammenheng mellom variablene i regresjonen, sies de å være ortogonale. Multikollinearitet er et tilfelle i multiple regresjon der variablene i seg selv er svært korrelerte. Hvis målet med regresjonen er å forstå hvordan de forskjellige uavhengige variablene påvirker den avhengige variabelen, kan multikollinearitet være et stort problem. Multikollinearitet er et spørsmål om grad, ikke et spørsmål om nærvær eller fravær. I stor grad av multikollinearitet vil OLS estimatene være feilaktig beregnet. I litteraturen eksisterer det flere metoder for testing av multikollinearitet. En metode for å analysere muligheten for multikollinearitet er «variance influence factor» (VIF), presentert av Marquardt (1970), og kan skrives på følgende måte:

$$VIF(\hat{\beta}_j, \hat{\beta}_{j0}) = \frac{\text{var}(\hat{\beta}_j)}{\text{var}(\hat{\beta}_{j0})} = \frac{1}{1-R_j^2}, \quad j = 2, \dots, p, \quad (5.12)$$

$\hat{\beta}_j$  er en estimator for  $\beta_j$ .  $\hat{\beta}_{j0}$  er den korresponderende estimatoren under en modell med  $j^{th}$  ortogonale regresjoner av den avhengige variabelen.  $R_j^2$  er determinasjonskoeffisienten som er et resultat av å gjennomføre en regresjon på hver  $j^{th}$  variabel av de gjenværende eksogene variablene. Siden  $0 \leq R_j^2 \leq 1$ , vil VIF alltid gi høyere verdier enn 1. I litteraturen er det mulig å finne tommelfingerregler på hvilke verdier som VIF ikke bør overstige. En VIF på ti og noen ganger så lavt som fire har blitt brukt som en tommelfingerregel for å indikere ekstrem eller sterk multikollinearitet (O'brien, 2007).

**Tabell 5.1:** VIF test for multikollinearitet av de uavhengige variablene anvendt i regresjonsmodellene.

	Valuta <sub>t-1</sub>	WTI	WTI <sub>t-1</sub>
USD	1,72	1,52	1,22
EURO	1,20	1,23	1,10
JPY	1,60	1,46	1,19
PUND	1,10	1,19	1,09

Av tabell 5.1 kommer det frem at ingen av de uavhengige variablene innehar stor grad av multikollinearitet. Det vil si at problemet med multikollinearitet ikke vil eksistere i våre modeller.

## 5.2 Testing for stasjonæritet

For at våre tester skal være robuste og solide avhenger dette av at tidsseriene er stasjonære. Ikke-stasjonære tidsserier deles som regel inn i to kategorier, henholdsvis Random Walk med drift og deterministisk trend. I de siste tiårene har det blitt gjennomført betydelige mengder tester for unit roots<sup>7</sup>. En viktig årsak er at disse testene kan bidra til å evaluere arten av ikke-stasjonæritet, som mange makroøkonomiske data innehar. Spesielt bidrar de til å avgjøre om trenden er stokastisk, deterministisk eller en kombinasjon av begge. Said og Dickey (1984) kom med en viktig utvidelse av Dickey-Fuller testen. Den viser at t-testen for en unit root, som opprinnelig ble utviklet for en AR-prosess, forblir asymptotisk for en generell ARMA-prosess. Denne t-testen kalles vanligvis for Augmentet Dickey-Fuller (ADF) testen.

<sup>7</sup> Unit root er en stokastisk trend i en tidsserie, ofte kalt en «random walk med drift». Hvis en tidsserie har en unit root, vil den vise et systematisk mønster som er uforutsigbar.

Vi har videre i studien benyttet ADF testen for testing for stasjonæritet i datasettet. Denne er anvendt i flere anerkjente studier. Den stokastiske prosessen som ADF er, kan skrives slik:

$$y_t = \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5.13)$$

$|\varphi| \leq 1$  og  $\varepsilon_t$  er White Noise. Hvis  $|\varphi| = 1$  har vi en unit root, eller en Random Walk (uten drift), som er ikke-stasjonær. Hvis  $|\varphi| < 1$  har vi en stasjonær prosess. Vi vil ikke ta i betraktning tilfellet hvor  $|\varphi| > 1$ , hvor vi da vil ha å gjøre med en prosess som kalles en eksplosiv prosess som øker over tid. Vi kan bruke den vanlige lineære regresjonsmetoden, bortsett fra at vi ikke kan bruke den ordinære t-testen. I stedet følger koeffisienten en tau-fordeling. Hvis den kalkulererte tauverdien er mindre enn den kritiske verdien, har vi et signifikant resultat. Hvis ikke, må vi akseptere nullhypotesen. Det vil si at det eksisterer en unit root, og tidsseriene er ikke-stasjonære.

ADF testen baserer seg på antall lags i regresjonen, som må hensynstas. Ved for mange antall lags i testen vil standardfeilen øke og testen vil feile i flere tilfeller. Motsatt, vil ikke testen fange opp autokorrelasjon som kan eksistere lenger ute i ordenen. Det eksisterer flere metoder for å finne optimalt antall lags. Vi har valgt å bruke informasjonskriteriet «Bayesian information criterion» (BIC) i vår analyse. Da vi kun skal teste for den logaritmiske endringen i datasettet har vi valgt ADF testen med en konstant, men ingen trend.

**Tabell 5.2:** Test for stasjonærhet ved bruk av Augmented Dickey Fuller test på den logaritmiske porteføljen i både ordinær og NOK valuta. Antall lags er representert i den andre og fjerde kolonnen. De tau-statistiske verdiene er representert i den tredje og fjerde kolonnen av de to porteføljene.

	Portefølje i org. valuta		Portefølje i NOK	
	Antall lags	Tau-stat	Antall lags	Tau-stat
Oil & Gas	0	-11,839**	2	-8,587**
Basic Materials	5	-5,576**	5	-5,562**
Consumer goods	0	-9,406**	1	-8,683**
Consumer services	5	-3,531**	3	-3,935**
Financials	5	-4,643**	5	-4,750**
Healthcare	0	-11,936**	0	-11,043**
Industrials	5	-5,049**	2	-6,469**
Technology	5	-5,902**	5	-5,505**
Telecom	2	-5,504**	2	-5,743**
Utilities	0	-12,548**	0	-11,892**
<b>Portefølje m/olje</b>	<b>5</b>	<b>-4,772**</b>	<b>1</b>	<b>-8,947**</b>
<b>Portefølje u/olje</b>	<b>5</b>	<b>-4,768**</b>	<b>7</b>	<b>-3,041*</b>

\*Signifikant på et 5 % nivå

\*\*Signifikant på et 1 % nivå.

Tabell 5.2 forteller oss at alle sektorene er stasjonære på ett prosent nivå i begge porteføljene. Dette gjelder også for hele porteføljen, bortsett fra porteføljen i NOK uten olje. Denne er stasjonær på fem prosent nivå. Dette indikerer at vi kan implementere datasettet videre i vår analyse med statistisk signifikante nivåer for stasjonærhet.

### 5.3 Prestasjonsmål

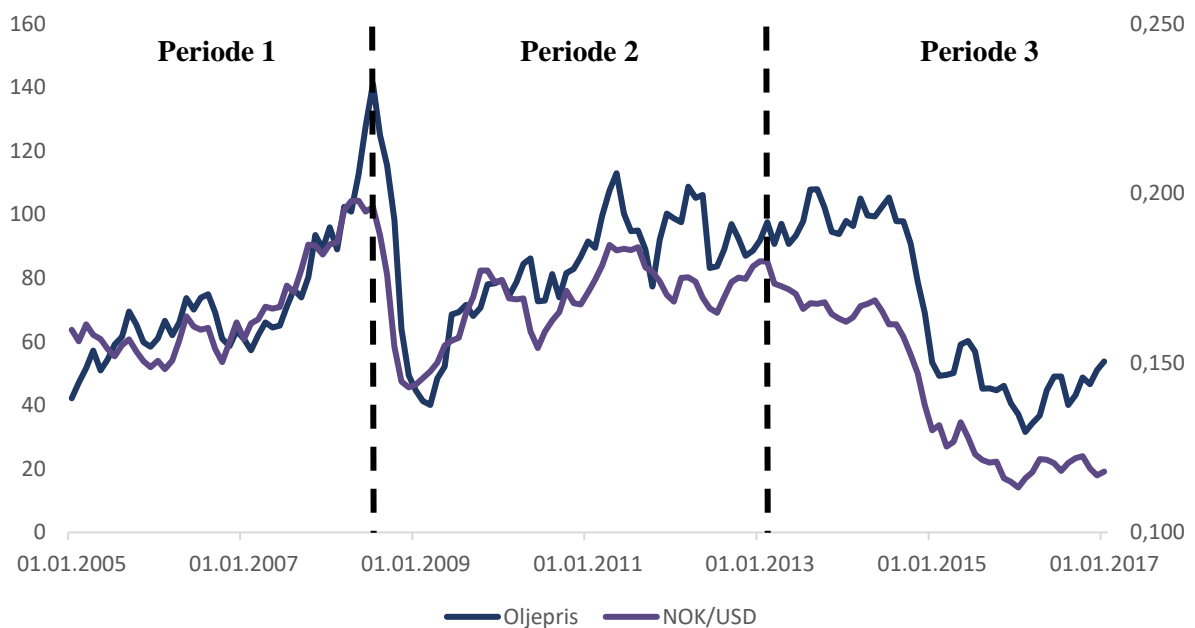
I resultatkapittelet vil vi se på en rekke forskjellige mål for avkastning og risiko. Disse er gjennomsnittlig årlig avkastning, årlig volatilitet (målt i årlig standardavvik), alpha ( $\alpha$ ) og beta ( $\beta$ ) målt mot FTSE Global All Cap, Sharpe ratio, Information ratio, VaR og CvaR. Informasjon om disse prestasjonsmålene er presentert i appendiks A.

Hensikten med denne analysen er å se på forskjeller i porteføljene i de tre periodene. Dette vil gjøre at vi lettere kan identifisere effekten av å kutte olje- og gassaksjer fra porteføljen. Vi vil se på disse målene i tre perioder. De forskjellige periodene har ulik karakteristikk i utviklingen av valuta og oljepris. Den første perioden er en periode hvor kronen har styrket seg mye i forhold til de andre valutaene (01.01.2005–01.06.2008). Den andre perioden er en periode hvor



kronekursen har vært mer volatil (01.07.2008–01.02.2013). Den tredje perioden er en periode hvor kronen har svekket seg i forhold til de andre store valutaene (01.03.2013–01.01.2017). Periodene er valgt ut ifra figur 5.1. Etter figuren presenterer vi tre forskjellige hypoteser for de tre periodene, som baserer seg på vår hovedhypotese om forholdet mellom den norske kronen og oljeprisen.

**Figur 5.1:** Utviklingen i oljeprisen og den norske kronen mot USD i perioden 01.01.2005 til 01.01.2017.



Kilde: Thomson Reuters, 2018

### Hypoteser for prestasjonsmål

Periode 1 (01.01.2005–01.06.2008). I perioden er oljeprisen økende og den norske kronen styrker seg mot de andre valutaene. Vår hypotese i forhold til dette er at begge porteføljene vil bli påvirket negativt av den norske kronen, men porteføljen med olje- og gassaksjer vil ha en større positiv effekt av den økende oljeprisen. Derfor er vår hypotese at porteføljen med olje- og gassaksjer vil prestere bedre i denne perioden.

Periode 2 (01.07.2008–01.02.2013). Oljeprisen og kronekursen er varierende. I periode 2 er det vanskelig å komme med en klar hypotese uten en dypere analyse av prisutviklingen til oljeprisen og kronen.

Periode 3 (01.03.2013–01.01.2017). Oljeprisen er synkende og den norske kronen svekkes i forhold til de andre valutaene. Vår hypotese i forhold til dette er at begge porteføljene vil tjene

på svekkelsen av den norske kronekursen, men porteføljen med olje- og gassaksjer vil ha en større negativ effekt av den synkende oljeprisen. Av dette vil vår hypotese være at porteføljen uten olje- og gassaksjer vil prestere bedre i denne perioden.

## 6 RESULTATER

I dette kapittelet vil vi presentere resultatene av de forskjellige regresjonsmodellene og prestasjonsmålene vi gjennomgikk i kapittel 5. Først vil vi ta for oss regresjonsanalysen av porteføljene med og uten olje- og gassaksjer. Her vil vi se på hvordan de to porteføljene blir påvirket av endringer i valutakurser og oljeprisen. Deretter vil vi presentere resultatene for alle de ti sektorene. Her vil vi se på hvordan de forskjellige sektorene blir påvirket av de samme uavhengige variablene. Til slutt vil vi presentere forskjellige prestasjonsmål i tre forskjellige perioder. Under hver resultattabell vil vi trekke frem de punktene som vi mener er de viktigste, før vi konkluderer mer grundig i en oppsummering. Det er viktig å presisere at det er porteføljene i NOK som gir grunnlaget for våre analyser.

### 6.1 Regresjon av porteføljene med og uten olje- og gassaksjer

Tabellene under viser resultatet av de tre regresjonsmodellene vi har utformet. I tabellene er de avhengige variablene de replikerte porteføljene av oljefondet med og uten olje- og gassaksjer. De uavhengige variablene er endringer i oljeprisen og endringer i den norske kronen imot forskjellige valuta. Hensikten med dette er å se etter forskjeller i hvordan de to forskjellige porteføljesammensettingene blir påvirket av endringer i valuta og oljepris. Det er verdt å merke seg at andelen olje- og gassaksjer er 12,9 % i den ene porteføljen og ekskludert i den andre.

Det er viktig å presisere at siden både valuta og prisen på olje vil påvirke hverandre og våre porteføljer, vil det oppstå «omitted variable bias» problem i regresjonsmodell 1 og 2. Det vil si at koefisientene i regresjonsmodell 1 og 2 kan være feil. På grunn av dette problemet vil vi legge regresjonsmodell 3 til grunn for vår konklusjon. Vi vil likevel inkludere regresjonsmodell 1 og 2 i oppgaven fordi vi mener forskjellene i koefisientene mellom porteføljene fortsatt kan gi indikasjoner på forskjeller i egenskapene til porteføljene.

Før vi presenterer resultatene i regresjonen er det hensiktsmessig å vite valutasammensettingen, da sammensetningen kan påvirke resultatet i regresjonen. Som vi ser i tabell 6.1 er USD, EURO og GBP i større grad representert enn JPY.

**Tabell 6.1:** Oversikt over valutasammensetningen av aksjene i de to porteføljene med og uten olje- og gassaksjer.

	Portefølje med olje- og gass	Portefølje uten olje- og gass
USD	27 %	22 %
EURO	23 %	26 %
GBP	19 %	21 %
JPY	7 %	8 %
Andre	24 %	23 %

**Tabell 6.2-A:** Resultater fra alle regresjonsmodellene av de to optimerte porteføljene med og uten olje- og gassektoren. USD valutaen er anvendt som den uavhengige variabelen i regresjonen samt oljeprisen WTI spot.

	Model 1		Model 2		Model 3	
	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)
Alpha	0,01 (-0,003)	0,01 (-0,003)	0,01 (-0,003)	0,01 (-0,003)	0,00 (-0,003)	0,01 (-0,003)
$\Delta\text{USD}_t$	-0,33* (0,144)	-0,35* (-0,146)			-0,49* (-0,165)	-0,49* (-0,166)
$\Delta\text{USD}_{t-1}$	0,34* (0,161)	0,32 (-0,179)			0,01 (-0,164)	0,03 (-0,178)
$\Delta\text{WTI}_t$			0,12* (-0,039)	0,10* (-0,044)	0,18* (-0,046)	0,16* (-0,049)
$\Delta\text{WTI}_{t-1}$			0,01 (-0,043)	0,02 (-0,043)	0,00 (-0,045)	0,00 (-0,046)
N	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,06	0,06	0,09	0,07	0,18	0,15

*Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .*

*Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank*

I tabell 6.2-A, for regresjonsmodell 1, ser vi at både porteføljen med og uten olje- og gassaksjer har et signifikant negativt forhold til endringer i valuta. Koeffisientverdien til porteføljen med olje- og gassaksjer er mindre negativ, og antyder at denne porteføljen er mindre sensitiv til endringer i den norske kronen i forhold til USD.

I regresjonsmodell 2 i tabellen over ser vi at begge porteføljene har et signifikant forhold til endring i oljeprisen, men som forventet er porteføljen med olje- og gassaksjer mer sensitiv til endringer i oljeprisen.

I regresjonsmodell 3 ser vi at når kronen styrker seg mot dollaren og oljeprisen stiger, så blir begge porteføljene påvirket like mye negativt av en sterkere norsk krone, men porteføljen med olje- og gassaksjer øker mer når prisen på olje øker. Dette resultatet gjenspeiler seg i regresjonsmodell 1, der porteføljen med olje- og gassaksjer er mindre sensitiv for endringer i den norske kronen mot dollaren.

Vi ser at koeffisienten for endring i valuta blir mer negativ fra modell 1 til modell 3 når endring i oljeprisen blir lagt til. Koeffisienten for endring i oljeprisen øker fra modell 2 til modell 3 når valuta blir lagt til. Samt at forklaringskraften til modellen øker når begge variablene er med i samme modell. Dette indikerer at ved å ha med alle variablene i modellen får vi en bedre modell og det kommer frem hvordan endringer i valuta og olje sammen påvirker porteføljene i hver sin retning.

**Tabell 6.2-B:** Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 av de to optimerte porteføljene med og uten olje- og gassektoren. EURO valutaen er anvendt som den uavhengige variabelen i regresjonen, samt oljeprisen WTI spot.

	Model 1		Model 2		Model 3	
	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)
Alpha	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	-0,003	-0,004	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
$\Delta\text{EURO}_t$	-0,17	-0,24			-0,32	-0,37
	-0,309	-0,323			-0,272	-0,29
$\Delta\text{EURO}_{t-1}$	-0,03	-0,06			-0,39	-0,39
	-0,318	-0,331			-0,335	-0,342
$\Delta\text{Oil}_t$			0,12*	0,10*	0,16*	0,14*
			-0,039	-0,044	-0,044	-0,048
$\Delta\text{Oil}_{t-1}$			0,01	0,02	0,02	0,03
			-0,043	-0,043	-0,05	-0,05
N	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,01	0,01	0,09	0,07	0,14	0,11

*Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .*

*Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank*

I regresjonsmodell 1, i tabell 6.2-B, ser vi at endringer i forholdet mellom den norske kronen og euro ikke påvirker noen av porteføljene signifikant. Men fortegnet er negativt og gir oss allikevel en indikasjon på at porteføljene svekkes når kronen styrker seg i forhold til euro.

I likhet med regresjonsmodell 3 for dollar (tabell 6.2-A) ser vi at når kronen styrker seg mot euro, og oljeprisen stiger så blir begge porteføljene påvirket negativt. Men porteføljen med olje- og gassaksjer øker mer når prisen på olje øker. Også her ser vi at koeffisienten for endring blir mer negativ fra modell 1 når endring i oljeprisen blir lagt til. Samt at forklaringskraften til modellen øker når begge variablene er med i samme modell.

**Tabell 6.2-C:** Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 av de to optimerte porteføljene med og uten olje- og gasssektoren. JPY valutaen er anvendt som den uavhengige variabelen i regresjonen, samt oljeprisen WTI spot.

	Model 1		Model 2		Model 3	
	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)
Alpha	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
$\Delta JPY_t$	-0,08	-0,11			-0,14	-0,15
	-0,107	-0,109			-0,123	-0,124
$\Delta JPY_{t-1}$	0,44*	0,46*			0,35*	0,41*
	-0,098	-0,11			-0,115	-0,126
$\Delta WTI_t$			0,12*	0,10*	0,08	0,05
			-0,039	-0,044	-0,046	-0,048
$\Delta WTI_{t-1}$			0,01	0,02	-0,02	-0,02
			-0,043	-0,043	-0,045	-0,046
N	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,12	0,13	0,09	0,07	0,15	0,14

*Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .*

*Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank*

I regresjonsmodell 1 i tabell 6.2-C ser vi at endringer i forholdet mellom den norske kronen og JPY ikke påvirker porteføljene signifikant, men fortegnet er negativt i t-0. I t-1 ser vi at fortegnet for endring i valuta har blitt signifikant positivt. Dette kan tyde på at endringer i den norske kronens forhold til JPY i forrige måned påvirker porteføljene i dag.

I regresjonsmodell 3 ser vi at koeffisienten for endring i valuta blir mer negativ fra regresjonsmodell 1 i t-0 og mindre positive i t-1, når endring i oljeprisen blir lagt til. For endring i oljeprisen blir koeffisienten mindre, og verdien er ikke lenger signifikant når endring i valuta blir lagt til i modellen. Dette resultatet kan tyde på at olje- og gassaksjer ikke har samme egenskaper i forhold til den norske kronen og JPY som de andre valutaene. Dette kan også komme av at JPY er mindre representert enn de andre valutaene (tabell 6.1).

**Tabell 6.2-D:** Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 av de to optimerte porteføljene med og uten olje- og gassektoren. GBP valutaen er anvendt som den uavhengige variabelen i regresjonen, samt oljeprisen WTI spot.

	Model 1		Model 2		Model 3	
	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)
Alpha	0,01*	0,01*	0,01	0,01	0,01*	0,01*
	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
$\Delta\text{GBP}_t$	-0,73*	-0,75*			-0,71*	-0,73*
	-0,166	-0,168			-0,147	-0,153
$\Delta\text{GBP}_{t-1}$	0,12	0,09			-0,06	-0,06
	-0,163	-0,177			-0,16	-0,171
$\Delta\text{WTI}_t$			0,12*	0,10*	0,13*	0,11*
			-0,039	-0,044	-0,038	-0,041
$\Delta\text{WTI}_{t-1}$			0,01	0,02	0	0
			-0,043	-0,043	-0,039	-0,039
N	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,16	0,17	0,09	0,07	0,26	0,23

*Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .*

*Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank*

I tabell 6.2-D ser vi i regresjonsmodell 1 (som i tabell 6.2-A, -B og -C) at porteføljen med olje- og gassaksjer er mindre sensitiv i forhold til endringer i den norske kronen mot GBP enn porteføljen uten olje.

I likhet med regresjonsmodell 3 for dollar (tabell 6.2-A) ser vi at når kronen styrker seg mot GBP og oljeprisen stiger, så blir begge porteføljene signifikant negativt påvirket av en sterkere norsk krone. Men porteføljen med olje- og gassaksjer øker mer når prisen på olje øker. I regresjonsmodell 3 ser vi at koeffisienten for endring i valuta blir mindre negativ fra modell 1 til modell 3 når endring i oljeprisen blir lagt til. Koeffisienten for endring i oljeprisen fra modell 2 til modell 3 øker når valuta blir lagt til. Forklaringskraften til modellen øker når alle variablene er med i samme modell.



## **6.2 Oppsummering av funn i regresjon av porteføljene**

Når vi ser på alle de fire tabellene samlet er forskjellene i porteføljen med og uten olje- og gassaksjer små. Selv om de er små så er det noen funn vi vil trekke frem i hver av regresjonsmodellene.

### **6.2.1 Regresjonsmodell 1**

Vi ser tendenser til at porteføljen med olje- og gassaksjer er mindre påvirket av endringer i valuta enn porteføljen uten. Porteføljen med olje- og gassaksjer har en koeffisientverdi som er nærmere 0 enn porteføljen uten olje- og gassaksjer. Noe som betyr at denne porteføljen er mindre sensitiv for endring i valuta. Dette er gjennomgående i alle de fire valutaene. Disse funnene er noe som stemmer overens med vår hypotese for regresjonsmodell 1. Det er viktig å presisere at regresjonsmodell 1 er påvirket av «omitted variable bias»

### **6.2.3 Regresjonsmodell 2**

Porteføljen med olje- og gassaksjer er mer påvirket av endringer i oljeprisen enn porteføljen uten. Dette resultatet er ikke overraskende. Det som kan være mer interessant er at porteføljen uten olje- og gassaksjer er signifikant positivt påvirket av oljeprisen. Dette resultatet kan tyde på at porteføljen uten olje- og gassaksjer fortsatt kan ha noe av den samme hedgingeffekten selv om olje- og gass aksjene er trukket ut. Det er viktig å presisere at regresjonsmodell 2 er påvirket av «omitted variable bias»

### **6.2.3 Regresjonsmodell 3**

I denne modellen kommer hedgingeffekten vi ser etter tydelig frem. Spesielt i tabellene for USD, GBP og EURO. Her ser vi tydelig at en sterkere norsk krone vil påvirke begge porteføljene negativt, og at en høyere oljepris vil påvirke porteføljene positivt. Denne hedgingeffekten er gjennomgående større i alle valutaene for porteføljen med olje- og gassaksjer. Dette ser vi fordi porteføljen med olje- og gassaksjer blir mindre negativt påvirket av en sterkere norsk krone, og mer positivt påvirket av en høyere oljepris. Videre ser vi at porteføljene er mest sensitive for endringer i den norske kronen i forhold til USD og GBP. Endringer i disse to valutaene påvirker porteføljene statistisk signifikant negativt. Endringer i oljeprisen påvirker mest i regresjonsmodellene hvor valutavariabelen er den norske kronen i

forhold til USD, GBP og EURO. For JPY ser vi ikke det samme resultatet. Endringer i den norske kronen i forhold til JPY påvirker ikke porteføljene på samme måte som USD, GBP og EURO. Dette kan komme av at JPY ikke i like stor grad er representert i porteføljene som de andre valutaene. Forklaringskraften til modellene er klart størst i regresjonsmodell 3 for alle valutaene, og det er denne regresjonsmodellen vi vil vektlegge i vår konklusjon.

Det vi kan trekke ut i fra denne analysen er at porteføljen med olje- og gassaksjer har en bedre hedgingeffekt i forhold til endringer i den norske kronen enn porteføljen uten olje- og gassaksjer. Dette er spesielt i forhold til USD, GBP og EURO.

### **6.3 Regresjon av sektorene**

For å se om det kan være olje- og gassektoren som utgjør forskjellen i regresjonsanalysen til porteføljene, vil vi dele opp å se på hvordan de forskjellige sektorene blir påvirket i regresjonsmodell 3. Vi velger kun å se på denne modellen for sektorene. Det er fordi regresjonsmodell 3 ikke er har problemet med «omitted variable bias». Denne modellen har også høyest forklaringskraft og er den modellen som best klarer å svare på vår hypotese.

Før vi går igjennom resultatene av regresjonen vil vi presisere at det er mye informasjon i tabellene. Vi vil kun ta for oss den informasjonen vi mener er viktigst for vår oppgave. I hovedsak vil vi se på hvordan olje- og gassektoren blir påvirket av de forskjellige variablene i forhold til de andre sektorene. Vi vil også her presentere valutasammensettingen for de forskjellige sektorene. Valutasammensettingen påvirker resultatene i regresjonen og er hensiktsmessig for å tolke svarene.

**Tabell 6.3:** Oversikt over valutasammensetningen av aksjene i de ti sektorene.

	Basic Mat. (nok)	Cons. Goods (nok)	Cons. Services (nok)	Finan- cials (nok)	Health Care (nok)	Indus- tri-als (nok)	Oil & Gas (nok)	Tech (nok)	Telecom (nok)	Utilities (nok)
USD	17 %	23 %	22 %	13 %	39 %	21 %	22 %	53 %	4 %	42 %
EURO	22 %	35 %	26 %	17 %	25 %	39 %	20 %	8 %	43 %	16 %
GBP	17 %	6 %	32 %	29 %	20 %	18 %	20 %	1 %	20 %	31 %
JPY	4 %	22 %	14 %	4 %	2 %	12 %	1 %	3 %	4 %	2 %
Andre	40 %	14 %	7 %	38 %	14 %	10 %	37 %	35 %	30 %	9 %

Kilde: NBIM, 2017

Vi ser i tabell 6.3 at det er Pund, Euro og USD som stort sett dominerer de forskjellige sektorene med noen unntak. Tabellene under (6.4-A, -B, -C og -D) viser resultatet av regresjonsmodell 3. I disse tabellene ser vi på hvordan endringer i valuta og oljepris påvirker de forskjellige sektorene.

**Tabell 6.4-A:** Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene. De uavhengige variablene er endringen i WTI spotprisen og USD ved tid  $t$  og  $t-1$ .

	Oil & Gas (nok)	Basic Mat. (nok)	Cons. Goods (nok)	Cons. Services (nok)	Finan- cials (nok)	Health Care (nok)	Indus- tri-als (nok)	Tech (nok)	Telecom (nok)	Utilities (nok)
Alpha	0,00	0,01	0,01*	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
	(0,003)	(0,006)	(0,003)	(0,004)	(0,006)	(0,003)	(0,004)	(0,003)	(0,004)	(0,003)
$\Delta\text{USD}_t$	-0,45*	0,03	-0,58*	-0,63*	-0,39	-0,68*	-0,45	-0,54*	-0,28	-0,58*
	(0,168)	(0,341)	(0,133)	(0,187)	(0,227)	(0,150)	(0,241)	(0,170)	(0,159)	(0,131)
$\Delta\text{USD}_{t-1}$	-0,16	0,22	0,07	0,10	0,09	-0,24	0,01	0,09	-0,05	0,05
	(0,176)	(0,252)	(0,173)	(0,177)	(0,312)	(0,158)	(0,228)	(0,153)	(0,194)	(0,155)
$\Delta\text{WTI}_t$	0,34*	0,41*	0,16*	0,11*	0,19*	0,10*	0,20*	0,18*	0,10*	0,07
	(0,042)	(0,076)	(0,045)	(0,048)	(0,084)	(0,045)	(0,055)	(0,052)	(0,052)	(0,038)
$\Delta\text{WTI}_{t-1}$	-0,02	-0,04	0,00	-0,05	0,02	0,05	-0,01	0,00	-0,02	0,06
	(0,044)	(0,086)	(0,041)	(0,053)	(0,068)	(0,050)	(0,051)	(0,050)	(0,045)	(0,045)
N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,36	0,33	0,19	0,12	0,08	0,20	0,13	0,19	0,05	0,17

Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .

Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank

I tabell 6.4-A ser vi at de fleste sektorene, utenom basic materials, blir påvirket signifikant negativt av en sterkere krone i forhold til USD. Det er interessant å se at basic materials i svært liten grad blir påvirket av svingningene i valuta, selv om andelen av dollar er høy. Videre ser vi at det er olje- og gassektoren og basic materials som er mest sensitiv i forhold til endringer i oljeprisen.

**Tabell 6.4-B:** Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene. De uavhengige variablene er endringen i WTI spotprisen og EURO, ved tid  $t$  og  $t-1$ .

	Oil & Gas (nok)	Basic Mat. (nok)	Cons. Goods (nok)	Cons. Services (nok)	Financials (nok)	Health Care (nok)	Industrials (nok)	Tech (nok)	Telecom (nok)	Utilities (nok)
Alpha	0,00 (0,003)	0,01 (0,005)	0,01* (0,003)	0,01 (0,004)	0,00 (0,006)	0,01* (0,004)	0,01 (0,004)	0,01 (0,004)	0,00 (0,003)	0,00 (0,003)
$\Delta\text{EURO}_t$	-0,12 (0,189)	0,68 (0,450)	-0,66* (0,267)	-0,50 (0,313)	-0,39 (0,436)	-0,37 (0,273)	-0,43 (0,345)	-0,15 (0,326)	-0,61* (0,285)	-0,29 (0,278)
$\Delta\text{EURO}_{t-1}$	-0,29 (0,297)	-0,76 (0,458)	-0,11 (0,280)	-0,38 (0,363)	-0,51 (0,556)	-0,66 (0,393)	-0,16 (0,376)	-0,25 (0,288)	-0,46 (0,273)	-0,53 (0,301)
$\Delta\text{WTI}_t$	0,29* (0,044)	0,47* (0,066)	0,13* (0,045)	0,08 (0,047)	0,20* (0,086)	0,04 (0,042)	0,17 (0,051)	0,15* (0,047)	0,11* (0,050)	0,05 (0,038)
$\Delta\text{WTI}_{t-1}$	-0,02 (0,046)	-0,01 (0,075)	0,02 (0,047)	-0,02 (0,060)	0,04 (0,067)	0,06 (0,056)	0,00 (0,052)	0,02 (0,057)	-0,01 (0,044)	0,08 (0,052)
N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,31	0,36	0,14	0,06	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10

*Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .*

*Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank*

I tabell 6.4-B ser vi i likhet med tabell 6.4-A at alle sektorene, utenom basic materials, blir påvirket negativt av en sterkere krone i forhold til euro. Men verdiene er i mindre grad signifikant negative. Videre ser vi at det er olje- og gassektoren og basic materials som er mest sensitiv i forhold til endringer i oljeprisen.

**Tabell 6.4-C:** Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene. De uavhengige variablene er endringen i WTI spotprisen og JPY, ved tid  $t$  og  $t-1$ .

	Oil & Gas (nok)	Basic Mat. (nok)	Cons. Goods (nok)	Cons. Services (nok)	Financials (nok)	Health Care (nok)	Industrials (nok)	Tech (nok)	Telecom (nok)	Utilities (nok)
Alpha	0,00 (0,003)	0,01 (0,006)	0,01* (0,003)	0,01 (0,004)	0,00 (0,005)	0,01* (0,004)	0,01* (0,004)	0,01* (0,003)	0,00 (0,004)	0,00 (0,003)
$\Delta\text{JPY}_t$	-0,08 (0,117)	0,38 (0,239)	-0,28* (0,099)	-0,23 (0,133)	-0,05 (0,197)	-0,31* (0,138)	-0,12 (0,172)	-0,11 (0,105)	-0,08 (0,118)	-0,20 (0,121)
$\Delta\text{JPY}_{t-1}$	-0,02 (0,160)	0,20 (0,198)	0,47* (0,122)	0,47* (0,134)	0,62* (0,215)	0,18 (0,139)	0,47* (0,138)	0,43* (0,113)	0,28 (0,151)	0,18 (0,129)
$\Delta\text{WTI}_t$	0,28* (0,045)	0,36* (0,074)	0,06 (0,044)	0,00 (0,050)	0,06 (0,075)	0,00 (0,050)	0,08 (0,051)	0,07 (0,047)	0,03 (0,051)	0,00 (0,044)
$\Delta\text{WTI}_{t-1}$	-0,03 (0,046)	-0,04 (0,079)	-0,02 (0,041)	-0,07 (0,053)	-0,03 (0,065)	0,03 (0,053)	-0,05 (0,049)	-0,02 (0,051)	-0,05 (0,045)	0,06 (0,047)
N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,32	0,07	0,01	0,06	0,01	0,08	0,09	0,02	0,04	0,30

*Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .*

*Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank*

I tabellen over ser vi at alle sektorene, utenom basic materials, blir påvirket negativt av en sterkere krone i forhold til JPY. Men kun to av sektorene er signifikant negative. En forklaring på dette kan være at valutandelen i JPY er lav. Videre ser vi at det er olje- og gasssektoren og basic materials som er mest sensitiv i forhold til endringer i oljeprisen.

**Tabell 6.4-D:** Resultater fra regresjonsmodell 3 av de optimerte sektorindeksene. De uavhengige variablene er endringen i WTI spotprisen og GBP, ved tid  $t$  og  $t-1$ .

	Oil & Gas (nok)	Basic Mat. (nok)	Cons. Goods (nok)	Cons. Services (nok)	Financials (nok)	Health Care (nok)	Industrials (nok)	Tech (nok)	Telecom (nok)	Utilities (nok)
Alpha	0,00 (0,003)	0,01 (0,006)	0,01* (0,003)	0,01* (0,003)	0,00 (0,005)	0,01* (0,003)	0,01* (0,004)	0,01* (0,003)	0,00 (0,003)	0,01 (0,003)
$\Delta\text{GBP}_t$	-0,51* (0,172)	-0,43 (0,315)	-0,77* (0,131)	-0,93* (0,175)	-0,94* (0,236)	-0,70* (0,161)	-0,68* (0,202)	-0,58 (0,155)	-0,63* (0,160)	-0,63* (0,149)
$\Delta\text{GBP}_{t-1}$	-0,05 (0,177)	0,25 (0,301)	-0,01 (0,160)	-0,09 (0,178)	-0,03 (0,295)	-0,28 (0,176)	-0,10 (0,210)	0,03 (0,182)	-0,20 (0,188)	0,00 (0,145)
$\Delta\text{WTI}_t$	0,27* (0,045)	0,43* (0,069)	0,10* (0,038)	0,06 (0,041)	0,16* (0,070)	0,01 (0,038)	0,16* (0,046)	0,13* (0,047)	0,08 (0,045)	0,01 (0,034)
$\Delta\text{WTI}_{t-1}$	-0,04 (0,042)	-0,02 (0,078)	0,01 (0,034)	-0,04 (0,045)	0,01 (0,055)	0,03 (0,046)	-0,02 (0,043)	0,01 (0,049)	-0,04 (0,040)	0,06 (0,041)
N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
R <sup>2</sup>	0,32	0,07	0,01	0,06	0,01	0,08	0,09	0,02	0,04	0,30

Newey and West (1987) standard errors er rapportert i parentes (ved bruk av 3-månders lag), \* indikerer signifikante verdier ved  $p < 0,05$ .

Kilder: Thomson Reuters Datastream, Norges Bank

I tabellen over ser vi at alle sektorene blir påvirket negativt av en sterkere krone i forhold til GBP. Basic materials er den eneste sektoren som ikke blir signifikant påvirket. Videre ser vi at det er olje- og gasssektoren og basic materials som er mest sensitiv i forhold til endringer i oljeprisen.

## 6.4 Oppsummering av funn i regresjonen av sektorene

Alle sektorene, unntatt basic materials, blir påvirket negativt av en sterkere norsk krone i forhold til USD, EURO og JPY. For GBP blir alle sektorene negativt påvirket. For endringer i valuta ser vi jevnt over at olje- og gasssektoren har en koeffisient som er litt nærmere 0 enn de andre sektorene. Dette kan indikere at denne sektoren er mindre sensitiv for endringer i valuta. Koeffisienten for endring i oljeprisen er klart størst i olje- og gasssektoren og basic materials sektoren. Dette er gjennomgående i alle valutaene, og indikerer at det er disse to sektorene som er mest sensitive i forhold til en endring i oljeprisen. Vi ser også at det er flere sektorer som blir

påvirket signifikant av endringer i oljeprisen, men i mindre grad. Forklaringskraften ( $R^2$ ) er jevnt over høyere for olje- og gassektoren. Noe som forteller oss at endring valuta og oljepris forklarer endringer i olje- og gassektoren bedre enn de andre sektorene.

Det vi kan trekke ut av dette resultatet er at når prisen på olje stiger og den norske kronen styrker seg, så er det olje og gass og basic materials sektoren som vil bli minst negativt påvirket av en sterkere krone og mest positivt påvirket av en høyere oljepris. Dette vil si at det er olje- og gassektoren og basic materials sektoren som vil fungere best som en hedge mot en sterkere norsk krone. Vi kan derfor si at forskjellene i analysen av porteføljene med og uten olje- og gassaksjer kan komme av at olje- og gassaksjer er ekskludert fra den ene porteføljen. Basic materials sektoren og olje- og gassektoren har noen av de samme egenskapene ovenfor oljeprisen. Derfor er det verdt å nevne at basic materials har en relativt lik andel i begge porteføljene. (3,9 % og 4 %).

Det kommer også frem i analysen at det er tendenser til at olje- og gassektoren best hedger seg mot en sterkere norsk krone i forhold til USD og GBP. Da en sterkere norsk krone i forhold til disse to valutaene signifikant påvirker olje- og gassektoren negativt. Forholdet mellom den norske kronen og EURO og JPY er også negativ, men ikke signifikant. Det samme resultatet gjenspeiler seg i regresjonsanalysen av porteføljene med og uten olje- og gassaksjer. Porteføljene er kun signifikant negative ved en økning av den norske kronen i forhold USD og GBP. Dette gir en indikasjon på at olje- og gassaksjer har best hedgingegenskaper mot disse to valutaene.

## 6.5 Resultat av prestasjonsmål

I analysen av prestasjonsmålene sammenligner vi tre forskjellige perioder. De forskjellige periodene har ulik karakteristikk i utviklingen av valuta og oljepris. Vi vil først og fremst sammenligne de forskjellige periodene og deretter sette funnene opp imot våre hypoteser for de forskjellige periodene.

**Tabell 6.5:** Prestasjonsmål fordelt inn i tre perioder bestemt ut i fra svingninger i den norske valutaen. Informasjon om de forskjellige prestasjonsmål finnes i appendiks A.

	Periode 1 (01.01.2005 – 01.06.2008)		Periode 2 (01.07.2008 – 01.02.2013)		Periode 3 (01.03.2013 – 01.01.2017)		Hele perioden	
	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)	Med olje- og gass (nok)	Uten olje- og gass (nok)
Årlig gj.snitt avkastning	5,39 %	4,56 %	2,73 %	3,34 %	14,30 %	15,25 %	7,26 %	7,57 %
Årlig gj.snitt standardavvik	11,87 %	11,84 %	17,33 %	17,48 %	11,32 %	11,73 %	14,03 %	14,21 %
Alpha ( $\alpha$ )	3,03 %	2,12 %	1,56 %	2,18 %	8,09 %	9,34 %	4,40 %	4,74 %
Beta ( $\beta$ )	0,53	0,55	0,45	0,45	0,56	0,53	0,49	0,48
Sharpe Ratio	0,21	0,14	-0,03	0,01	1,15	1,19	0,34	0,36
Information Ratio	1,86	0,22	0,18	1,01	4,81	5,61	2,01	2,35
VaR	-5,42 %	-5,84 %	-9,69 %	-11,13 %	-6,45 %	-6,74 %	-8,32 %	-7,95 %
CVaR	-6,70 %	-6,65 %	-11,79 %	-12,64 %	-6,42 %	-6,49 %	-9,44 %	-9,76 %

I tabell 6.5 er et utvalg avkastnings- og risikomål presentert for de tre inndelte periodene og for hele perioden.

Før vi tolker disse resultatene er det viktig å merke seg at vi kun ser etter tendenser. Porteføljene med og uten olje- og gassaksjer er konstruert i to forskjellige optimeringer. Dette kan påvirke porteføljene slik at delene uten olje- og gassaksjer ikke er like. Dette kan være en grunn til at forskjeller forekommer.

I periode 1 opplevde verdensmarkedet et kraftig oppsving i økonomien. Oljeprisen steg fra \$42 til \$141 fatet, noe som også kunne gjenspeile seg i den norske kronekursen. En styrket kronekurs vil senke avkastningen i porteføljen målt i NOK. Begge våre porteføljer opplevde en årlig gjennomsnittlig avkastning på henholdsvis 5,38 % og 4,56 %. I denne perioden oppnådde porteføljen med olje- og gassaksjer en høyere årlig avkastning til tilnærmet lik risiko målt i standardavvik. Porteføljen med olje- og gassaksjer oppnådde en bedre risikojustert avkastning,



målt ved Sharpe Ratio. Dette kan være en indikasjon på at olje- og gasssektoren hentet god avkastning på høyere oljepriser i denne perioden. Dette støtter opp under hypotesen vi hadde for denne perioden. Hypotesen var at porteføljen med olje- og gassaksjer ville ha en større effekt av den økende oljeprisen.

Periode 2 startet med finanskrisen og et volatilt marked. Oljeprisen stupte fra \$141 til under 50\$ på et halvt år, for så å ta seg opp til nivåer rundt \$80 fatet. Dette var en periode hvor den norske valutakursen opplevde store svingninger. Porteføljen uten olje- og gassaksjer oppnådde den høyeste avkastningen i perioden, men har en betydelig høyere nedsiderisiko i form av VaR og CVaR. Denne porteføljen har også den høyeste IR, som indikerer at porteføljen oppnådde en høyere avkastning på den delen av porteføljen som er forskjellig fra indeksen. Begge porteføljene presterer dårlig i forhold til den risikoen de tar på seg målt i sharpe ratio. Det kan tyde på at porteføljen uten olje- og gassaksjer presterer litt bedre i den andre perioden.

I periode 3 falt oljeprisen til under \$30 i løpet av en kort periode i Q1 i 2016. Dette førte til at kronekursen svekket seg i forhold til den amerikanske dollaren. Porteføljen uten olje- og gassaksjer presterte litt bedre enn porteføljen med olje- og gassaksjer. Denne tendensen støtter opp om hypotesen vi hadde for denne perioden. Hypotesen var at porteføljen med olje- og gassaksjer vil prestere litt dårligere som følge av en lavere oljepris. Dette var perioden Oljefondet genererte høyest meravkastning.

## **6.6 Oppsummering av prestasjonsmålene**

Det er vanskelig å trekke noen konklusjoner ut i fra denne statistikken, men det er noen tendenser vi vil trekke frem. Spesielt i periode 1 og 3 er det indikasjoner som underbygger våre hypoteser om prestasjonene i porteføljene. I den første perioden hvor oljeprisen og den norske kronen stiger presterer porteføljen med olje- og gassaksjer bedre. I den tredje perioden hvor oljeprisen og den norske kronen svekkes presterer porteføljen uten olje- og gassaksjer bedre. Disse to utfallene stemmer som sagt bra overens med vår hypotese, men vi kan ikke utelukke at det er andre faktorer enn olje- og gassaksjene som er skyld i forskjellene. For periode 2 og hele perioden er det vanskelig å tolke statistikken med grunnlag i vår hypotese.



## 7 KONKLUSJON

I flere anerkjente studier kommer det frem at det eksisterer en sammenheng mellom valutakursen til oljeeksporterende nasjoner og prisen på olje (Golub, 1983, Corden, 1984, Johansson, 2007). I andre studier kommer det frem at sammenhengen kan være varierende over tid (Akram, 2002). Andre finner derimot ingen statistisk signifikant sammenheng Buetzer et al. (2016). Dette forholdet er noe som alltid vil diskuteres. Det eneste som er sikkert er at olje er en naturressurs og den norske kronen er en valuta. Sammenhengen mellom disse vil være vanskelig å predikere i fremtiden. Med dette til grunn kan det være vanskelig å trekke noen klare konklusjoner. Derimot er det en del funn som vi mener er interessante.

Av regresjonsanalysen for de to porteføljene fant vi at forskjellene mellom de var små, men det var resultater som var verdt å nevne. Begge porteføljene ble generelt svekket av en sterkere norsk krone, men porteføljen med olje- og gassaksjer ble påvirket mer positivt av en høyere oljepris enn porteføljen uten. Dette antyder at porteføljen med olje- og gassaksjer kan være en bedre hedge mot en sterkere norsk krone. Når oljeprisen stiger, vil både olje- og gassaksjer og den norske kronen stige. Oljefondet vil tape på en sterkere norske krone, men vil tjene på olje- og gassaksjene i porteføljen.

I regresjonsanalysen av de forskjellige sektorene kom det frem at alle sektorene i forskjellig grad ble påvirket negativt av en sterkere norsk krone, med unntak av basic materials. Videre så vi at sektorene olje og gass og basic materials ble mest påvirket av en endring i oljeprisen. Dette resultatet forteller oss at hvis oljeprisen skulle gå opp samtidig som den norske kronen styrker seg, vil disse to sektorene bli minst påvirket av en sterkere norsk krone. Dette underbygger resultatet i regresjonsanalysen av de to replikerte porteføljene og kan forklare at det er olje- og gassaksjer som utgjør forskjellen i dette resultatet.

Ved regresjonsanalysen for både porteføljene og sektorene kom det frem at olje- og gassaksjer hedger seg best mot en sterkere norsk krone i forhold til USD og GBP. Da en sterkere norsk krone i forhold til disse to valutaene påvirker begge porteføljene signifikant negativt. En sterkere norsk krone i forhold til EURO og JPY påvirker også porteføljene negativt, men ikke signifikant. Det er viktig å nevne at valutasammensettingen til porteføljene og sektorene kan påvirke dette resultatet.

Analysen av prestasjonsmålene gjenspeiler de samme funnene som i regresjonsanalysene. Spesielt i periode 1 og 3. I periode 1 hvor kronen og oljeprisen styrker seg presterer porteføljen med olje- og gassaksjer bedre. I periode 3 hvor kronen og oljeprisen svekkes presterer porteføljen uten olje- og gassaksjer bedre. Dette stemmer overens med vår hypotese for egenskapene til olje- og gassaksjer.

For å svare på vår problemstilling:

*Vil eksponeringen mot en sterkere norsk krone endre seg hvis Statens Pensjonsfond Utland velger å trekke seg ut av olje- og gassektoren?*

Ifølge resultatene i vår analyse mener vi det er klare antydninger til at Statens Pensjonsfond Utlands eksponering mot en sterkere norsk krone vil endres til å være mer sensitiv hvis Oljefondet går ut av olje- og gassaksjer. Når det er sagt kan dette komme an på hvor Oljefondet velger å plassere midlene fra olje- og gassektoren. Olje- og gassektoren er en liten del av den totale porteføljen. Derfor er det mulig at Oljefondet klarer å oppnå en lik eksponering mot endringer i den norske kronen, selv om olje- og gassaksjer ikke lenger er involvert. Vi mener at dette er noe NBIM og Finansdepartementet burde se nærmere på og ta med i sine vurderinger.

# REFERANSELISTE

- Akram, Q. F. (2002). PPP in the medium run despite oil shocks: The case of Norway. *Central Bank of Norway Working Paper*, 4.
- Akram, Q.F. 2008. *Commodity prices, interest rates and the dollar*. Working Paper. Norges Bank.
- Allais, M., & Hagen, G. M. (Eds.). (2013). *Expected Utility Hypotheses and the Allais Paradox: Contemporary Discussions of the Decisions Under Uncertainty with Allais' Rejoinder* (Vol. 21). Springer Science & Business Media.
- Allais, M., & Hagen, G. M. (Eds.). (2013). *Expected Utility Hypotheses and the Allais Paradox: Contemporary Discussions of the Decisions Under Uncertainty with Allais' Rejoinder* (Vol. 21). Springer Science & Business Media.
- Amano, R. A., & Van Norden, S. (1998). Oil prices and the rise and fall of the US real exchange rate. *Journal of international Money and finance*, 17(2), 299-316.
- Ang, A., Brandt, M. W., & Denison, D. F. (2014). Review of the active management of the Norwegian Government Pension Fund Global. *External Report to the Norwegian Ministry of Finance*.
- Ang, A., Brandt, M.W. & Denison, D.F. 2014. *Review of the Active Management of the Norwegian Government Pension Fund Global*.
- Backus, D. K., & Crucini, M. J. (2000). Oil prices and the terms of trade. *Journal of international Economics*, 50(1), 185-213.
- Beckmann, J., & Czudaj, R. (2013). Oil and gold price dynamics in a multivariate cointegration framework. *International Economics and Economic Policy*, 10(3), 453-468.
- Beckmann, J., & Czudaj, R. (2013). Oil prices and effective dollar exchange rates. *International Review of Economics & Finance*, 27, 621-636.
- Beckmann, J., Czudaj, R., & Arora, V. (2017). The Relationship between Oil Prices and Exchange Rates: Theory and Evidence.
- Beckmann, J., Czudaj, R., & Arora, V. (2017). The Relationship between Oil Prices and Exchange Rates: Theory and Evidence.
- Beckmann, J., Czudaj, R., & Arora, V. (2017). The Relationship between Oil Prices and Exchange Rates: Theory and Evidence.
- Bénassy-Quéré, A., Coupet, M., & Mayer, T. (2007). Institutional determinants of foreign direct investment. *The World Economy*, 30(5), 764-782.
- Bernanke, B. S., & Mishkin, F. S. (1997). Inflation targeting: a new framework for monetary policy?. *Journal of Economic perspectives*, 11(2), 97-116.
- Bernanke, B. S., Gertler, M., Watson, M., Sims, C. A., & Friedman, B. M. (1997). Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks. *Brookings papers on economic activity*, 1997(1), 91-157.

- Bjørnland, H. C. (2009). Monetary policy and exchange rate overshooting: Dornbusch was right after all. *Journal of International Economics*, 79(1), 64-77.
- Bodart, V., Candelon, B., & Carpantier, J. F. (2012). Real exchanges rates in commodity producing countries: A reappraisal. *Journal of International Money and Finance*, 31(6), 1482-1502.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1287-1294.
- Brooks, C. (2008). Introductory. *Econometrics for Finance* (2nd ed. s.27-81). Cambridge University Press.
- Camarero, M., & Tamarit, C. (2002). A panel cointegration approach to the estimation of the peseta real exchange rate. *Journal of Macroeconomics*, 24(3), 371-393.
- Chaudhuri, K., & Daniel, B. C. (1998). Long-run equilibrium real exchange rates and oil prices. *Economics letters*, 58(2), 231-238.
- Chen, N. F., Roll, R., & Ross, S. A. (1986). Economic forces and the stock market. *Journal of business*, 383-403.
- Chen, N. F., Roll, R., & Ross, S. A. (1986). Economic forces and the stock market. *Journal of business*, 383-403.
- Chen, S. S., & Chen, H. C. (2007). Oil prices and real exchange rates. *Energy Economics*, 29(3), 390-404.
- Clostermann, J., & Schnatz, B. (2000). The determinants of the euro-dollar exchange rate-Synthetic fundamentals and a non-existing currency.
- Corden, W. M. (1984). The normative theory of international trade. *Handbook of international economics*, 1, 63-130.
- Coudert, V., Mignon, V., & Penot, A. (2008). Oil price and the dollar. *Energy Studies Review*, 15(2).
- Dahlquist, M., Polk, C., Priestley, R., & Ødegaard, B. A. (2015). *Norges Bank's Expert Group on Principles for Risk Adjustment of Performance Figures-Final Report* (Doctoral dissertation, University of Stavanger).
- Dangi, A. (2013). Financial Portfolio Optimization: Computationally guided agents to investigate, analyse and invest!?. *arXiv preprint arXiv:1301.4194*.
- Dominguez, K. M. (1998). The dollar exposure of Japanese companies. *Journal of the Japanese and International Economics*, 12(4), 388-405.
- Dornbusch, R. (1976). Expectations and exchange rate dynamics. *Journal of political Economy*, 84(6), 1161-1176.
- Durbin, J., & Watson, G. S. (1951). Testing for serial correlation in least squares regression. II. *Biometrika*, 38(1/2), 159-177.
- Engel, C., Mark, N. C., West, K. D., Rogoff, K., & Rossi, B. (2007). Exchange Rate Models Are Not as Bad as You Think [with Comments and Discussion]. *NBER Macroeconomics annual*, 22, 381-473.
- FISCHEL, D.R., FIORE, C.R. & KENDAL, T.D. 2017. *Fossil Fuel Divestment and Public Pension Funds*.

- Frankel, J. (2008). An explanation for soaring commodity prices. *VoxEU.org* (Accessed on March 25, 2008).
- Fratzscher, M., Schneider, D., & Van Robays, I. (2014). Oil prices, exchange rates and asset prices.
- Fratzscher, M., Schneider, D., & Van Robays, I. (2014). Oil prices, exchange rates and asset prices.
- Fratzscher, M., Schneider, D., & Van Robays, I. (2014). *Oil prices, exchange rates and asset prices*.
- Golub, S. S. (1983). Oil prices and exchange rates. *The Economic Journal*, 93(371), 576-593.
- Golub, S. S. (1983). Oil prices and exchange rates. *The Economic Journal*, 93(371), 576-593.
- Guercio, D.D & Tkac, P.A. 2002. *The Determinants of the Flot of Funds of Managed Portefolios: Mutual Funds vs. Pension Funds*. The Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 37, No. 4, pp. 523-557. University of Washington School of Business Administration.
- Habib, M. M., & Kalamova, M. M. (2007). Are there oil currencies? The real exchange rate of oil exporting countries.
- Habib, M. M., Bützer, S., & Stracca, L. (2016). Global Exchange Rate Configurations: Do Oil Shocks Matter?. *IMF Economic Review*, 64(3), 443-470.
- Habib, M. M., Bützer, S., & Stracca, L. (2016). Global Exchange Rate Configurations: Do Oil Shocks Matter?. *IMF Economic Review*, 64(3), 443-470.
- Hamilton, J. D. (2009). *Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08* (No. w15002). National Bureau of Economic Research.
- Hamilton, J. D., & Herrera, A. M. (2004). Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: The role of monetary policy: A comment. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 36(2), 265-286.
- Huang, R. D., Masulis, R. W., & Stoll, H. R. (1996). Energy shocks and financial markets.
- Huang, Y., & Feng, G. U. O. (2007). The role of oil price shocks on China's real exchange rate. *China Economic Review*, 18(4), 403-416.
- Jones, C. M., & Kaul, G. (1996). Oil and the stock markets. *The Journal of Finance*, 51(2), 463-491.
- Kilian, L. (2009). Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. *American Economic Review*, 99(3), 1053-69.
- Kilian, L., & Park, C. (2009). The impact of oil price shocks on the US stock market. *International Economic Review*, 50(4), 1267-1287.
- Kilian, L., & Park, C. (2009). The impact of oil price shocks on the US stock market. *International Economic Review*, 50(4), 1267-1287.
- Kilian, L., & Park, C. (2009). The impact of oil price shocks on the US stock market. *International Economic Review*, 50(4), 1267-1287.

- Kling, J. L. (1985). Oil price shocks and stock market behavior. *The Journal of Portfolio Management*, 12(1), 34-39.
- Krugman, P. (1983). New theories of trade among industrial countries. *The American Economic Review*, 73(2), 343-347.
- Lin, C. C., Fang, C. R., & Cheng, H. P. (2010). Relationships between oil price shocks and stock market: an empirical analysis from greater China. *China Economic Journal*, 3(3), 241-254.
- Lombardi, M. J., & Van Robays, I. (2011). Do financial investors destabilize the oil price?.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The journal of finance*, 7(1), 77-91.
- Markowitz, H. M. (2010). Portfolio theory: as I still see it. *Annu. Rev. Financ. Econ.*, 2(1), 1-23.
- Marquardt, D. W. (1970). Generalized inverses, ridge regression, biased linear estimation, and nonlinear estimation. *Technometrics*, 12(3), 591-612.
- Marschinski, R., Rossi, P., Tavoni, M., & Cocco, F. (2007). Portfolio selection with probabilistic utility. *Annals of Operations Research*, 151(1), 223-239.
- NEPC, Impact Investing Committee (2017). *Fossil Fuel Divestment: Considerations For Institutional Portfolios*.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987). Hypothesis testing with efficient method of moments estimation. *International Economic Review*, 777-787.
- Norges Bank Investment Management. 2000. *Relativ volatilitet som mål for markedsrisiko*. Oslo, Norges Bank.
- Norges Bank Investment Management. 2012. *Bruk av indekser i forvaltningen*. Oslo, Norges Bank.
- Norges Bank Investment Management. 2016b. *Return and Risk*. Government Pension Fund Global.
- Norges Bank Investment Management. 2017a. *Investment strategy for the Government Pension Fund Global*. Brev til Finansdepartementet. Oslo, Norges Bank.
- Norges Bank Investment Management. 2017b. *Statens Pensjonsfond Utland Årsrapport 2017*. Oslo, Norges Bank.
- Norges Bank Investment Management. 2017c. *Petroleum Wealth And Oil Price Exposure of Equity Sectors*. Discussion Note.
- Norges Bank Investment Management. 2017d. *Mandat for forvaltningen* Oslo, Norges Bank.
- Norges Bank Investment Management. 2017e. *Avkastning og risiko*. Oslo, Norges Bank.
- Novotný, F. (2012). The link between the Brent crude oil price and the US dollar exchange rate. *Prague Economic Papers*, 2(2012), 220-232.
- O'Brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & Quantity*, 41(5), 673-690.



- Obstfeld, M., & Rogoff, K. (1995). Exchange rate dynamics redux. *Journal of political economy*, 103(3), 624-660.
- Pachamanova, D. A., & Fabozzi, F. J. (2010). Optimization Modeling. *Portfolio Construction and Analytics*, 151-179.
- Paul, R. K. (2006). Multicollinearity: Causes, effects and remedies. *IASRI, New Delhi*.
- Persson, T. A., Azar, C., Johansson, D., & Lindgren, K. (2007). Major oil exporters may profit rather than lose, in a carbon-constrained world. *Energy Policy*, 35(12), 6346-6353.
- Plantinga, A. & Scholtens, B. 2016. The financial impact of divestment from fossil fuels
- Ready, R. C. (2017). Oil prices and the stock market. *Review of Finance*, rfw071.
- Roy Ballentine, C. F. P. (2013). Portfolio optimization theory versus practice. *Journal of Financial Planning*, 26(4), 40.
- Sadorsky, P. (1999). Oil price shocks and stock market activity. *Energy economics*, 21(5), 449-469.
- Said, S. E., & Dickey, D. A. (1984). Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. *Biometrika*, 71(3), 599-607.
- Salmerón, R., García, J., García, C. B., & Martín, M. L. (2017). A note about the corrected VIF. *Statistical Papers*, 58(3), 929-945.
- Sarykalin, S., Serraino, G., & Uryasev, S. (2008). Value-at-risk vs. conditional value-at-risk in risk management and optimization. *Tutorials in Operations Research*, 270-294.
- Siame-Namini, S., & Hudson, D. (2017, January). Volatility Spillover between Oil Prices, US Dollar Exchange Rates and International Agricultural Commodities Prices. In *Presentation at the 2017 Annual Meeting of the Southern Agricultural Economics Association. Mobile, Alabama*.
- Smedsrud, G. & Kristiansen, J. 2011. *The relationship between exchange rates and commodity prices*. Masteroppgave ved Handelshøyskolen, NMBU.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1953). *Theory of Games and Economic Behavior: 3d Ed*. Princeton University Press.
- Wei, C. (2003). Energy, the stock market, and the putty-clay investment model. *American Economic Review*, 93(1), 311-323.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.
- Yip, T.K.C (2011). *Effekten av oljepris på norske kroner*. Masteroppgave ved Institutt for Samfunnsøkonomi, NTNU.
- Yousefi, A., & Wirjanto, T. S. (2003). Exchange rate of the US dollar and the J curve: the case of oil exporting countries. *Energy Economics*, 25(6), 741-765.

Yousefi, A., & Wirjanto, T. S. (2005). A stylized exchange rate pass-through model of crude oil price formation. *OPEC Energy Review*, 29(3), 177-197.

Zhang, Y. (2013). The Links between the Price of Oil and the Value of US Dollar. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(4), 341.

# Appendiks A

## A.1 Årlig gjennomsnittlig avkastning

$$\mu = \frac{\sum x_i}{N} * 12 \quad (\text{A.1})$$

## A.2 Årlig gjennomsnittlig standardavvik

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}} * \sqrt{12} \quad (\text{A.2})$$

Hvor:

$x_i$  = verdien av den  $i^{\text{ende}}$  observasjonen

$\mu$  = gjennomsnittet

$N$  = antall observasjoner

## A.3 Alpha ( $\alpha$ )

$$\alpha = R_p - [R_f + (R_m - R_f)\beta] \quad (\text{A.3})$$

Hvor:

$R_p$  = Realiserte avkastning på porteføljen

$R_m$  = Avkastning i markedet

$R_f$  = Risikofri rente

## A.4 Beta ( $\beta$ )

$$\beta = \frac{\text{Kov}(R_p, R_m)}{\sigma^2(R_m)} \quad (\text{A.4})$$

Hvor:

$R_p$  = Realiserte avkastning på porteføljen

$R_m$  = Avkastning i markedet

$\sigma^2$  = Variansen

## A.5 Sharpe Ratio

$$SR = \frac{(\bar{R}_p - R_f)}{\sigma_p} \quad (\text{A.5})$$

Hvor:

$R_p$  = Forventet gj.snitt avkastning på porteføljen

$R_f$  = Risikofri rente

$\sigma_p$  = Standardavviket til porteføljen

## A.6 Information Ratio

$$IR = \frac{(R_p - R_i)}{S_{p-i}} \quad (\text{A.6})$$

Hvor:

$R_p$  = Forventet avkastning på porteføljen

$R_f$  = Avkastning på referanseindeks

$S_{p-i}$  = Tracking error (standardavviket av differansen mellom avkastningen på porteføljen og referanseindeksen)

## A.7 VaR (Value-at-Risk)

$$VaR_\alpha(X) = \min\{z | F_X(z) \geq \alpha\} \quad \text{for } \alpha \in ]0,1[ \quad (\text{A.7})$$

Av definisjon er  $VaR_\alpha(X)$  den lavere  $\alpha$ -prosenten av den tilfeldige variabelen X. Value-at-risk er godt kjent i mange forskjellige områder som involverer usikkerheter, slik som militæret, atomkraft, materialer, luftrommet, finans, etc. Innen finans er denne flittig anvendt for å kunne måle bredden av daglige, månedlige og årlige tap i porteføljen, også kalt haletap.

## A.8 CVaR (Conditional Value-at-Risk)

$$CVaR_\alpha(X) = \int_{-\infty}^{\infty} z dF_X^\alpha(z)$$

Hvor:

$$F_X^\alpha(z) = \begin{cases} 0, & \text{hvor } z < VaR_\alpha(X) \\ \frac{F_X(z) - \alpha}{1 - \alpha}, & \text{hvor } z \geq VaR_\alpha(X) \end{cases}$$

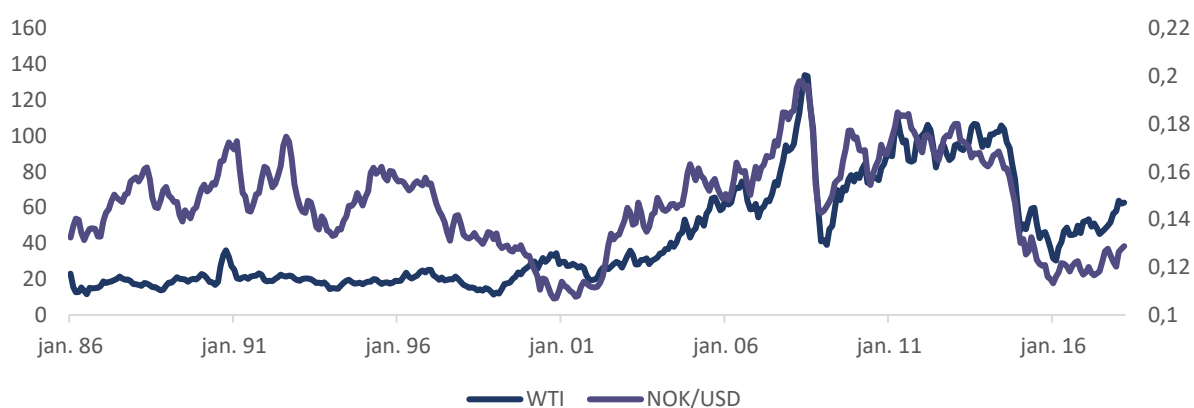
## Appendiks B

**Tabell B.1:** Korrelasjonsmatrise over WTI spot prisen og de fire valutaene anvendt i oppgaven, samt KKI indeksen i perioden 01.01.1986–01.01.2018.

	WTI	NOK/USD	NOK/GBP	NOK/YEN
NOK/EURO	0,267*			
NOK/USD	0,582			
NOK/GBP	0,560	0,666		
NOK/YEN	-0,189	0,380	-0,048	
KKI	-0,370	-0,726	-0,525	-0,423

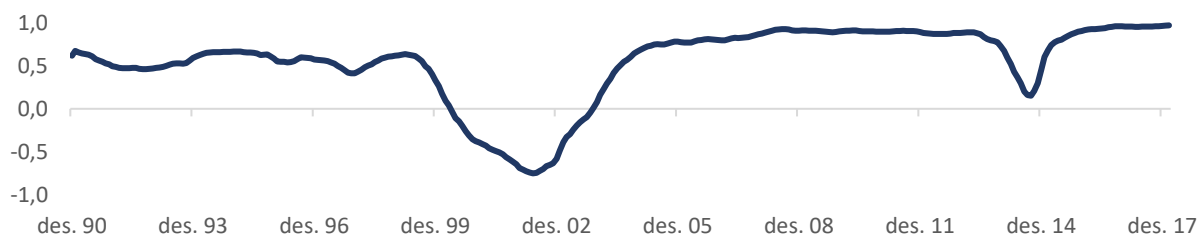
\*indikerer at NOK/EURO er beregnet fra tidsperioden 01.01.1999–01.01.2018.

**Figur B.1:** Sammenhengen mellom WTI spot prisen i USD (venstre akse) og den norske valutakursen mot den amerikanske dollaren (høyre akse) i perioden 01.01.1986–01.01.2018.



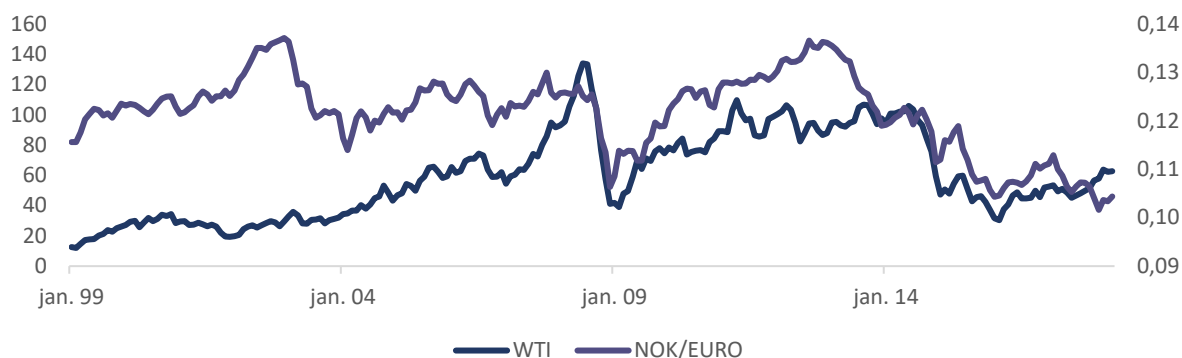
Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.2:** Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/USD i perioden 01.01.1986–01.01.2018, ved bruk av et glidende gjennomsnitt på fem år.



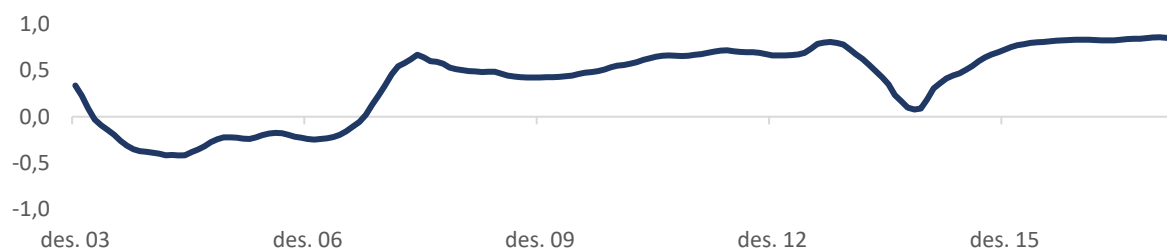
Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.3:** Sammenhengen mellom oljeprisen i USD (venstre akse) og den norske valutakursen mot euro (høyre akse) i perioden 01.01.1986–01.01.2018.



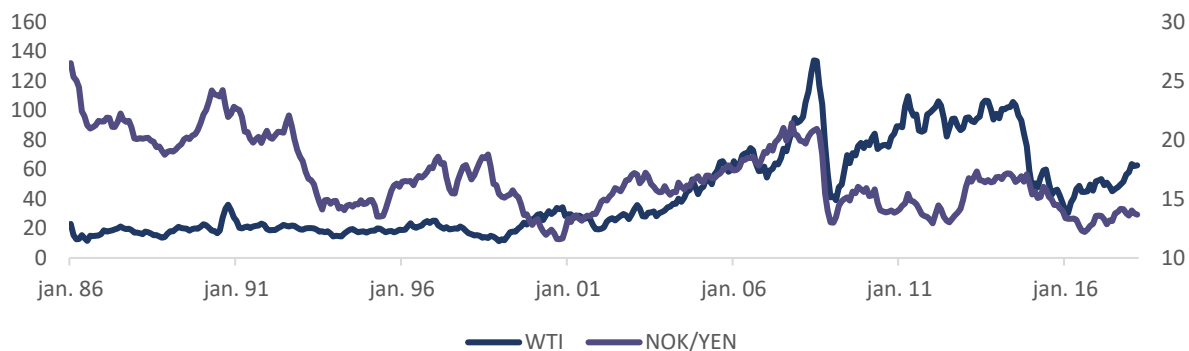
Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.4:** Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/EURO i perioden 01.01.1999–01.01.2018, ved bruk av et glidende gjennomsnitt på fem år.



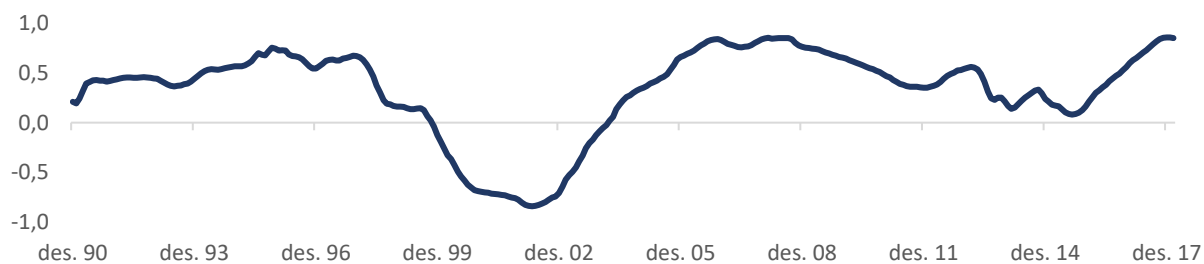
Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.5:** Sammenhengen mellom oljeprisen i USD (venstre akse) og den norske valutakursen mot den japanske valutaen Yen (høyre akse) i perioden 01.01.1986–01.01.2018.



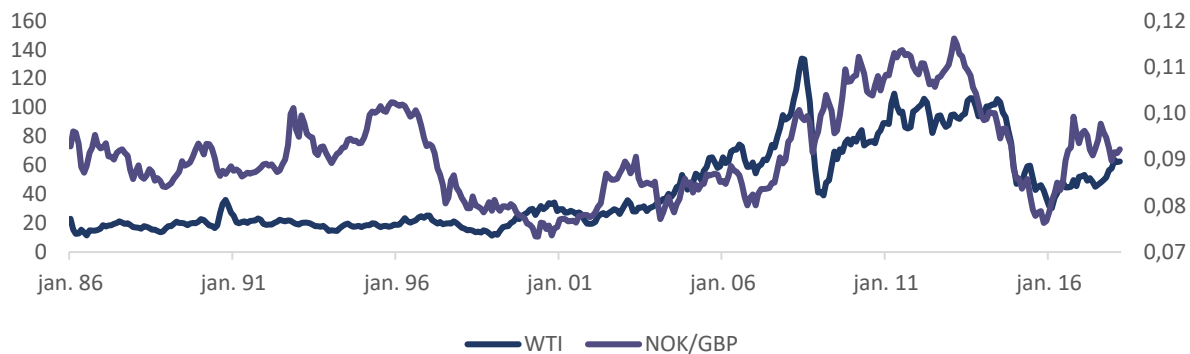
Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.6:** Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/YEN i perioden 01.01.1986–01.01.2018, ved bruk av et glidende gjennomsnitt på fem år.



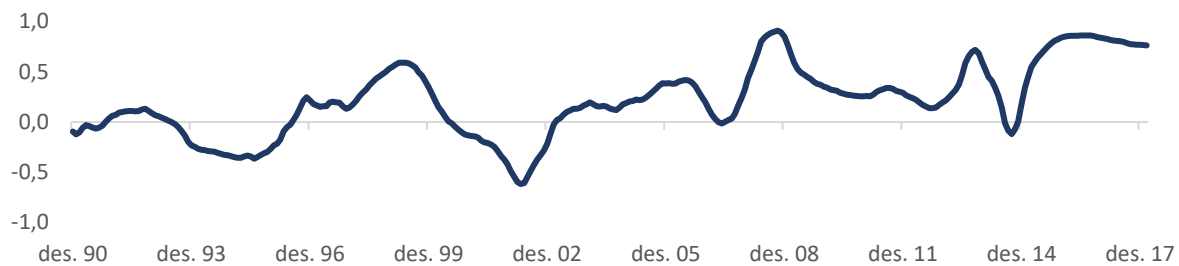
Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.7:** Sammenhengen mellom oljeprisen i USD (venstre akse) og den norske valutakursen mot den britiske valutaen GBP (høyre akse) i perioden 01.01.1986–01.01.2018.



Kilde: Norges Bank, Eia

**Figur B.8:** Utviklingen i korrelasjonen mellom WTI og NOK/GBP i perioden 01.01.1986–01.01.2018, ved bruk av et glidende gjennomsnitt på fem år.



Kilde: Norges Bank, Eia







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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway