



# Oljepris – makroøkonomi eller geopolitikk?

*En studie av WTI-oljens avkastning og volatilitet fra 1987 til 2013*

**Steffen Evjen**

**Veileder: Tore Leite**

Masterutredning innen finansiell økonomi

NORGESHANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

## Sammendrag

Denne utredningen har som formål å ta for seg utviklingen i oljeprisen fra januar 1987 og fram til desember 2013. Hovedmålet er å undersøke hvordan makroøkonomiske og geopolitiske faktorer har påvirket oljeprisens avkastning og volatilitet gjennom denne tidsperioden. I tillegg undersøkes også spotkontrakten og de fire første futureskontraktene som handles av West Texas Intermediate-oljen på NYMEX-børsen. Målet med dette er å se om makroøkonomiske og geopolitiske faktorer gir ulik effekt avhengig av kontraktslengden.

Analysene er gjennomført ved å benytte en multivariat regresjonsanalyse gjennomført på hele tidsserien samt. to separate tidsserier (fra 1987 til 1998 og 1999 til 2013). Motivasjonen for denne oppdelingen er at OPEC fra 1999 startet med det man i dag kjenner som organisert prisstyring. I disse analysene er totalt seks makroøkonomiske faktorer og seks geopolitiske faktorer inkludert.

Resultatene fra analysene tyder på at dannelsen av oljeprisen har opplevd et strukturelt brudd et sted mellom de to tidsperiodene som utredningen tar for seg. Prisstigningene under den første tidsperioden var drevet av geopolitiske hendelser som førte til et negativt tilbudssjokk. Dette underbygges spesielt ved at Gulf-krigen fremstår som eneste signifikante variabel i volatilitetsmodellen. Under den andre tidsperioden har derimot realøkonomiske faktorer som industriell produksjon, valutakurs og aksjeindeks hatt langt større og signifikant påvirkning på oljeprisen. Det er hovedsakelig et varig etterspørselspress fra fremvoksende markeder i tillegg til kostnadsinflasjon i oljesektoren som har vært årsaken til denne markante prisstigningen. Fra å ligge på et langsiktig normalnivå nært 20 dollar per fat under første tidsperiode, kan funn tyde på at normalnivået ved andre tidsperiode – og i fremtiden – vil ligge på et langt høyere nivå.

Generelt sett har både de makroøkonomiske og de geopolitiske faktorene en langt større effekt på spotkontrakten og de tidlige kontraktene. Spesielt de geopolitiske hendelsene som ikke anses å være særskilt langvarig har ingen signifikant effekt overhodet på den lengste kontrakten (4-måneders future) denne utredningen tar for seg.

## Forord

Denne utredningen er skrevet i sammenheng med mitt siste semester som masterstudent ved Norges Handelshøyskole. Valg av tema var i mine øyne relativt enkelt etter som jeg har stor interesse for oljesektoren. Tidligere har jeg skrevet utredning om oljesektoren på selskapsnivå, så jeg følte det var naturlig å bevege seg over på et mer makroøkonomisk plan denne gang.

Man hører stadig vekk i nyhetsbildet om oljeprisbevegelser og geopolitiske hendelser som er med på å spille en viktig rolle i prisbildet. Men hvor stor rolle spiller egentlig geopolitikken? Og hvordan har dens rolle sammen med den kontinuerlige makroøkonomiske utviklingen variert over tid? Dette er noen av de sentrale spørsmålene jeg har forsøkt å besvare her.

Under arbeidet med denne utredningen har jeg fått en solid dose kunnskap rundt et tema som er forsynet med en betydelig mengde forskning. Prosessen har både vært lærerik og spennende, men kanskje viktigst av alt føler jeg at jeg har tilegnet meg en forståelse av de makroøkonomiske mekanismene i oljesektoren som jeg forhåpentligvis kan dra nytte av ved en senere anledning.

Jeg ønsker å takke veileder Tore Leite for oppfølging underveis i prosessen med gode råd og tips.

---

# Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>2</b>
<b>FORORD .....</b>	<b>3</b>
<b>INNHOLDSFORTEGNELSE .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE OVER FIGURER OG TABELLER.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>7</b>
1.1 PROBLEMSTILLING.....	7
1.2 STRUKTUR .....	8
<b>2. TEORI.....</b>	<b>9</b>
2.1 SPOT- OG FUTURESMARKEDET.....	9
2.2 OLJEPRISTEORI .....	14
2.3 INDIKATORTEORI.....	19
<b>3. BAKGRUNN.....</b>	<b>28</b>
3.1 OLJEMARKEDET .....	28
3.2 GEOPOLITISK RISIKO.....	36
<b>4. METODE.....</b>	<b>39</b>
4.1 REGRESJON .....	39
4.2 ROBUSTHETSANALYSE AV MODELLEN .....	41
<b>5. DATA .....</b>	<b>44</b>
5.1 OLJEPRISER .....	44
5.2 INDIKATORER .....	44
5.3 GEOPOLITISKE HENDELSER .....	45
<b>6. RESULTATER.....</b>	<b>47</b>
6.1 DESKRIPTIV STATISTIKK .....	47
6.2 MODELLSPESIFIKASJONER.....	50
6.3 HELE PERIODEN: 1987 – 2013.....	51

---

6.4	FØRSTE TIDSPERIODE: 1987 – 1998.....	55
6.5	ANDRE TIDSPERIODE: 1999 – 2013 .....	58
<b>7.</b>	<b>ANALYSE.....</b>	<b>61</b>
7.1	MAKROØKONOMISKE FAKTORER .....	61
7.2	GEOPOLITISKE FAKTORER .....	67
<b>8.</b>	<b>KONKLUSJON .....</b>	<b>69</b>
	<b>LITTERATURLISTE.....</b>	<b>71</b>
	<b>APPENDIKS.....</b>	<b>76</b>

## Liste over figurer og tabeller

FIGUR 1: OVERSIKT OVER RÅOLJEKVALITET SORTERT ETTER OLJEFELT (DOWNEY 2009, 36) .....	15
FIGUR 2: GJENNOMSNIITLIG ÅRLIG OLJEPRIS FRA 1932 TIL 2012 .....	16
FIGUR 3: OLJEMARKEDETS PRISMEKANISME PÅ KORT OG LANG SIKT (MANKIW 2011) .....	18
FIGUR 4: INDUSTRIELL PRODUKSJON I USA FRA 1987 TIL 2013 (2007 = 100) .....	22
FIGUR 5: HISTORISK SEKTORVEKTING I S&P500 FRA 1993 TIL 2013 .....	24
FIGUR 6: HISTORISK UTVIKLING AV SPR OG KOMMERSIELLE OLJELAGRE I USA FRA 1982 TIL 2013 .....	25
FIGUR 7: OLJEUTVINNING OG VERDIKJEDEN .....	28
FIGUR 8: GLOBAL FORDELING AV OLJERESERVER (BP 2013) .....	29
FIGUR 9: GLOBAL FORDELING AV OLJEPRODUKSJON (BP 2013) .....	30
FIGUR 10: OPEC - UBENYTTET PRODUKSJONSKAPASITET (1994-2014) .....	31
FIGUR 11: OLJEPRODUKSJON I USA (1966-2012) .....	33
FIGUR 12: USAS OLJEIMPORT I 2012 (BP 2013) .....	34
FIGUR 13: PRISDIFFERANSE MELLOM BRENT-OLJE OG WTI (BP 2013) .....	35
FIGUR 14: DAGLIGE SLUTTKURSER FOR WTI, SPOT FRA 1987 TIL 1998 (EIA) .....	62
FIGUR 15: DAGLIGE SLUTTKURSER FOR WTI, SPOT FRA 1999 TIL 2013 (EIA) .....	63
FIGUR 16: GJENNOMSNIITLIG ÅRLIG PRIS PÅ WTI OG MARGINALKOSTNAD (BERNSTEIN RESEARCH, BLOOMBERG 2012) .....	65
FIGUR 17: SPOTPRIS SAMMENLIGNET MED 4-MÅNEDERS FUTURES KONTRAKT .....	68
TABELL 1: TESTRESULTATER RUNDT STASJONARITET .....	43
TABELL 2: DESKRIPTIV STATISTIKK AV ANALYSEVARIABLER (1987-2013) .....	48
TABELL 3: KORRELASJONSMATRISER FRA HELE PERIODEN, FØRSTE TIDSPERIODE OG ANDRE TIDSPERIODE .....	49
TABELL 4: REGRESJONSANALYSE FOR AVKASTNING GJENNOM HELE PERIODEN (1987-2013) .....	51
TABELL 5: REGRESJONSANALYSE FOR ANNUALISERT VOLATILITET GJENNOM HELE PERIODEN (1987-2013) .....	53
TABELL 6: REGRESJONSANALYSE FOR AVKASTNING GJENNOM FØRSTE TIDSPERIODE (1987-1998) .....	55
TABELL 7: REGRESJONSANALYSE FOR ANNUALISERT VOLATILITET GJENNOM FØRSTE TIDSPERIODE (1987-1998) .....	56
TABELL 8: REGRESJONSANALYSE FOR AVKASTNING GJENNOM ANDRE TIDSPERIODE (1999-2013) .....	58
TABELL 9: REGRESJONSANALYSE FOR ANNUALISERT VOLATILITET GJENNOM ANDRE TIDSPERIODE (1999-2013) .....	59

---

# 1. INNLEDNING

Råolje har det siste århundret vært den desidert viktigste innsatsfaktoren i verdensøkonomiens maskineri. Som den største globale energikilden foran kull og naturgass, er oljeprisutviklingen relevant for de fleste aktørene i markedet – enten det er oljeselskaper, investorer, spekulanter eller institusjonelle forvaltere. Med denne utredningen håper jeg å finne svar på hva slags faktorer som har vært mest avgjørende for oljeprisutviklingen gjennom de siste 26 årene. Hovedambisjonen bak utredningen er å utvikle et rammeverk hvor det kan bekjentgjøres i hvilken grad oljeprisens avkastning og volatilitet påvirkes av makroøkonomiske faktorer og indikatorer som kan observeres av aktørene i markedet. Forhåpentligvis vil ikke dette bare tydeliggjøre hvilke faktorer som har vært viktige for oljeprisens historiske utvikling fram til i dag, men også gi rot for hvordan en aktør i oljemarkedet i fremtiden bør reagere på den kontinuerlige makroøkonomiske utviklingen.

## 1.1 Problemstilling

Utredningen tar utgangspunkt i prisutviklingen i spot- og futuresmarkedet for West Texas Intermediate (WTI) råoljen. Ved å se på data fra 1987 og frem til i dag tar utredningen sikte på å gjøre rede for hvilken innflytelse makroøkonomiske variabler og indikatorer har hatt for oljeprisutviklingen. Dette er hovedsakelig størrelser som markedsaktørene kan observere direkte i markedet, og dermed umiddelbart ta stilling til i deres handlinger. Spotmarkedet for WTI-oljen er en viktig handelskanal for rask leveranse av råolje, og har til tider opplevd ekstreme historiske svingninger. Futuresmarkedet benyttes også for fremtidige leveranser av råolje, men er i tillegg et viktig instrument for aktører som ønsker å sikre seg eller spekulere. Historisk sett har ikke spot- og futuresmarkedet innen råolje nødvendigvis vært helt samkorrelert. Derfor kan det være av interesse å betrakte hvilke faktorer som påvirker prisingen i råoljemarkedet, og undersøke nærmere hvorvidt ulike faktorer har varierende innvirkning på spot- og futureskontrakter.

Denne utredningen har i all hovedsak to problemstillinger som den ønsker å besvare. Disse bygger på det som er blitt nevnt i foregående avsnitt, og kan konkretiseres ytterligere:

- (1) Hvilken rolle har makroøkonomiske og geopolitiske faktorer spilt for utviklingen av oljeprisen fra 1987 og fram til 2013?*

*(2) Har disse makroøkonomiske og geopolitiske faktorene ulik innvirkning på oljeprisens utvikling i spot- kontra futuresmarkedet med tanke på; i) avkastning, og ii) volatilitet?*

I første omgang ønskes det dermed å redegjøres for hvordan både makroøkonomien og geopolitiske hendelser har påvirket oljeprisen historisk sett. Deretter vil det belyses om hvorvidt man ser forskjeller i påvirkningsgrad på spot- kontra futureskontrakter.

## 1.2 Struktur

Utredningen starter i kapittel 2 med en innføring i teori rundt spot- og futuresmarkedet, oljepris og de makroøkonomiske indikatorene som danner rammeverket i modellen. Deretter følger en kort introduksjon til oljemarkedet og de geopolitiske hendelsene i kapittel 3. Kapittel 4 og 5 gjennomgår metode og datainnsamling. I kapittel 6 presenteres resultatene fra de ulike modellene, og deretter følger en analyse og konklusjon i henholdsvis kapittel 7 og 8. Til slutt ligger det vedlagt litteraturliste og diverse appendikser.



## 2. TEORI

Teoridelen av denne utredningen vil være strukturert i to deler, hvor den første delen tar for seg mekanismene i spot- og futuresmarkedet for råolje (og industrielle råvarer generelt). Deretter redegjøres det ytterligere for prisdannelsen i oljemarkedet i siste del, med hovedvekt på grunnleggende mikroøkonomisk teori.

### 2.1 Spot- og futuresmarkedet

#### *Forward og futures-kontrakter*

Olje så vel som bl.a. naturgass, kull, gull og andre råvarer kan handles både i spotmarkedet og i forward- og futuresmarkedet. Ved å handle i forward/futures-markedet (forskjellen mellom de to skal forklares snart), har en aktør muligheten til å kjøpe en vare til en forhåndsbestemt pris til levering på en forhåndsbestemt dato. I forwardmarkedet har en slik avtale alltid to parter, hvorav den ene er kjøper og den andre er selger. Forwardkontrakter er fortrinnsvis alltid avtalt direkte mellom to parter, men kan også være administrert gjennom en mer organisert børs som f.eks. London Metals Exchange (Pindyck 2001). Det er på sistnevnte punkt at forwardmarkedet skiller seg fra det langt mer likvide futuresmarkedet (som denne utredningen vil fokusere på). I futuresmarkedet foregår mer eller mindre all handel via organiserte børser. Blant råvarefutures er de mest kjente bl.a. Chicago Mercantile Exchange (CME), Intercontinental Exchange (ICE) og New York Mercantile Exchange (NYMEX), hvor sistnevnte i 2008 gjennom et oppkjøp ble en del av CME. Disse fungerer som oppgjørssentraler for råvarehandlene. I motsetning til en forwardkontrakt, hvor kjøper betaler selger ved levering av varen, ender en futureskontrakt svært sjeldent i fysisk levering. Grunnen til dette er at disse kontraktene i all hovedsak blir benyttet som sikringsinstrumenter eller til ren spekulasjon. Derimot tas det oppgjør av oppgjørssentralen daglig, hvor partene må betale prisendringen som har oppstått til deres fordel eller ulempe. Hovedforskjellen mellom futures- og forwardmarkedet er dermed at førstnevnte baseres etter prinsippet om såkalt ”*marked to market*”, som betyr at det er daglige oppgjør og tilhørende overføring av penger etter hver endt handelsdag. Dette gjør at futuresmarkedet fungerer godt for aktører som ønsker å benytte seg av sikringsinstrumenter, ved at man på forhånd har muligheten til å låse inn en bestemt pris til en bestemt forfallsdato. I tillegg minimeres også risikoen for at motparten ikke

er i stand til å gjøre opp sin forpliktelse gjennom at oppgjørssentralen fungerer som en nøytral mellompart i handelen.

### *Convenience yield, cost of carry, backwardation og contango*

I den tradisjonelle teorien rundt futures-prising er *convenience yield* et vesentlig begrep. Convenience yield kan best beskrives som en fleksibilitetsfordel for innehaveren av den aktuelle råvaren. Dette kan uttrykkes mer formelt på følgende måte:

$$\psi_{t,T} = (1 + r_T)S_t - F_{t,T} + k_T$$

Her er  $\psi_{t,T}$  den kapitaliserte marginale convenience yielden fra tid  $t$  til  $t + T$ .  $S_t$  er spotpris på tid  $t$ ,  $F_{t,T}$  er futures-pris for levering på tid  $t + T$ ,  $k_T$  er den fysiske lagringskostnaden per enhet, og  $r_T$  er den risikofrie renten i perioden  $T$ . Det fremgår av denne formelen at convenience yielden for et typisk investeringsaktivum (bl.a. aksjer, obligasjoner etc.) må være lik null, siden den fysiske lagringskostnaden også vil være lik null, ellers ville det oppstått arbitrasjemuligheter (Hull 2012).

Men dersom en aktør skal holde lager av råvaren og få denne fleksibilitetsfordelen  $\psi$ , må han eller hun nødvendigvis også "betale" prisen for dette i form av kostnaden  $k$ . Dette er fortrinnsvis den fysiske lagringskostnaden (som for råolje kan være f.eks chartering av tankskip), og alternativkostnaden (f.eks tapte renteinntekter) ved å innta en spotposisjon i råvaremarkedet. Disse kostnadene blir i litteraturen referert til som *cost of carry*.

Ut fra denne formelen kan man nå gjøre seg opp enkelte betraktninger rundt mekanismene i spot- og futuresmarkedet. I teorien skiller man mellom *backwardation* og *contango*. Førstnevnte er en betegnelse på en tilstand hvor spotprisen er høyere enn de diskonterte futures-prisene, og sistnevnte er betegnelsen på en tilstand hvor spotprisen er lavere enn de diskonterte futures-prisene (Thøgersen, Brudvik og Henriksen 2000). Dersom convenience yielden i tillegg anses å være høy omtales dette som *sterk backwardation*. Man kan også ha en situasjon hvor det er *svak backwardation*, og da vil convenience yield (netto av fysiske lagringskostnader) være positiv, men ikke stor. Mer formelt kan dette skrives som:  $F_{t,T} > S_t > F_{t,T}/(1 + r_T)$ . Tidligere forskning av Thøgersen, Brudvik og Henriksen (2000), Pindyck (2001) og Litzenberger og Rabinowitz (1995) finner at futuresmarkedet for olje historisk sett stort sett har vært svakt eller sterkt backwardated. Spesielt finner de også støtte for ekstra sterk backwardation i perioder med ekstrem volatilitet.

---

For en utvinnbar råvare som olje er det forventet at futures-markedet vil være i en eller annen form for backwardation majoriteten av tiden. Bakgrunnen for dette kan forklares i standard opsjonsteori, hvor man kan betrakte det å eie oljereserver under bakken som en kjøpsopsjon med utøvelsespris (strike) lik utvinningskostnaden, og payoff lik spotprisen på olje. Dersom markedet ikke hadde vært backwardated ville ikke produsentene (eierne) ha noe insentiv til å utøve denne opsjonen (Litzenberger og Rabinowitz 1995). Det følger også av tradisjonell opsjonsteori at dersom volatiliteten på spotmarkedet er uvanlig høyt, vil opsjonen bli enda mer verdifull, og man burde som produsent kreve enda høyere grad av backwardation i futures-markedet. (Dixit og Pindyck 1994). Dette viser Pindyck (2001, 14) gjennom at convenience yielden er høyest under perioder med ekstrem volatilitet, som for eksempel den første Gulf-krigen mellom august 1990 og februar 1991.

### *Non-arbitrage relationship*

Et annet element i denne tradisjonelle prisingsteorien for råvaremarkedet tar for seg det såkalte ”non-arbitrage relationship” (Lautier 2009). Her er lagringskostnadene og lagernivå vesentlige faktorer. Som tidligere nevnt vil futures-markedet være i contango dersom spotprisen er lavere enn de diskonterte futures-prisene. Dette vil føre til at en aktør i markedet kan få arbitrasjegevinster dersom man kjøper olje fysisk i spotmarkedet, for så å selge den samme oljen i futures-markedet. En forutsetning for å få arbitrasjegevinst på dette er selvsagt at lagringskostnaden er lav nok. Med andre ord:

$$F_{t,T} - S_t > k_{t,T}$$

Dersom lagringskostnaden  $k$  fra periode  $t$  til leveringstidspunkt  $T$  er lavere enn differansen mellom futures- og spotprisen, vil enhver aktør med mulighet gjennomføre en såkalt ”cash and carry”; nemlig å kjøpe olje i spotmarkedet og selge i futures-markedet. Dette fører til at det blir et tilbudspress på olje i futures-markedet, som etter standard mikroøkonomisk teori vil føre til et prisfall helt til likevekten er gjenopprettet. Samtidig vil det også oppstå et etterspørselspress i spotmarkedet, og arbitrasjemuligheten vil forsvinne. Denne situasjonen opplevde markedet i 2008 og 2009, da futures-markedet for råolje var i contango. Én av tolv oljetankere ble benyttet til lagring av råolje, hvor aktørene hadde kjøpt for umiddelbar levering i spotmarkedet, med hensikt om å selge oljen videre i futures-markedet (Financial Times 2009).

Motsatt vei kan man også oppleve arbitrasjemuligheter når det er backwardation i markedet. Da vil en aktør kunne gjennomføre en ”reversert cash and carry”, ved å selge i spotmarkedet og kjøpe via futures-kontrakter. Gjennom de samme mikroøkonomiske mekanismene vil likevekten være gjenopprettet når differansen mellom futures- og spotprisen er lik lagringskostnaden (Lautier 2009).

Men som tidligere nevnt har forskning vist at oljemarkedet historisk sett har vært i en tilstand av svak eller sterk backwardation. Grunnen til dette er nettopp fleksibiliteten – convenience yielden – man har ved å fysisk holde en industriell råvare som olje. Kaldor (1939) var den første til å foreslå teorien rundt convenience yield. Han påpekte at fordelene ved å fysisk eie et lager av råvaren er svært stor, fordi man kunne nyttiggjøre seg av råvaren umiddelbart dersom det skulle være nødvendig, og at man ikke behøvde å ta kostnaden ved utallige og repeterende ordre, eller å vente på levering av råvaren. Sistnevnte er en risikofaktor i seg selv, noe som ble illustrert ved ekstrem volatilitet og uvanlig høy convenience yield under Gulf-krigen tidlig på 90-tallet, da markedet fryktet leveringsstans fra en vesentlig aktør på tilbudssiden. Denne fordelene vil også bli satt desto mer pris på dersom råvarelagrene er ansett som relativt lave.

### *Prisoppdagelsemekanismen og manipulasjon*

Selv om både spot- og futures-kontrakter av ulike terminer blir priset etter det samme underliggende aktivumet, er det likevel ikke gitt at de vil reagere likt på ny informasjon i markedet. En rekke studier har forsket på sammenhengen mellom spot- og futures-priser, og majoriteten av forskningen rundt dette fenomenet i oljemarkedet viser at futures-prisene påvirker spotprisene, men ikke vice versa (Bekiros og Diks 2008). Hovedgrunnen til dette skal være at futures-prisene reagerer raskere på nyheter på grunn av lavere transaksjonskostnader og fleksibiliteten rundt short-salg. Det argumenteres for at handel i spotmarkedet har en lengre implementasjonsfase i forhold til futures-markedet, hvor både spekulatører og fysiske tradere kan handle kontrakter umiddelbart. Dermed vil spotprisene reagere med en viss forsinkelse på futures-prisene, fordi både hedgere og spekulatører benytter seg av futures-markedet for å tilpasse seg ny markedsinformasjon.

Det eksisterer også mye forskning rundt futures-priser og spotpriser, og om hvorvidt førstnevnte fungerer som en ”prisoppdager” (*price discovery*) for sistnevnte. Det vil si at aktørenes fremtreden i futures-markedet gjenspeiler deres fremtidige prisforventninger til spotmarkedet. Historisk sett har dette temaet vært gjenstand for mye forskning, men til tross for dette er konklusjonene omstridt. Garbade og Silber (1983) utviklet en modell som

---

konkluderte med at prisoppdagelse foregår i de futures-markedene med størst andel aktører, og at omtrent 75 % av ny markedsinformasjon blir innlemmet i futures-prisene. I ettertid har forskere kommet til varierende konklusjoner, bl.a. Quan (1992) som tok for seg råoljemarkedet og ikke fant noen holdepunkter for det Garbade og Silber hadde konkludert med ni år tidligere. Quan sitt arbeid ble i forskerkretser senere kritisert for å ha benyttet et feilstrukturert datasett med tanke på valg av data og tidsintervall. Noen år senere kom Silvapulle og Moosa (1999) frem til at både spot- og futures-prisene reagerte på ny markedsinformasjon samtidig, og at også spotprisene gir feedback til futures-prisene. De konkluderte imidlertid med at futures-prisene definitivt spilte en større rolle enn spotprisene i prisoppdagelsesmekanismen, men at sistnevnte også utgjør en liten rolle i så måte. Nyere forskning fra Silvério og Szklo (2012) viser at futures-prisene for WTI-olje har fungert som en prisoppdager for spotprisene de siste ti årene, og at styrken har tiltatt over tid.

Silvapulle og Moosa (1999, 178) nevner også i sin forskning et postulat fra Newberry (1992), som sier at futures-markedet gjør det mulig for aktører å manipulere fremtidige prisbevegelser. De påpeker at store aktører har mulighet til å påvirke prisene og deretter også ha innvirkning på hvordan den fremtidige produksjonen vil være. Som eksempel er det nærliggende å trekke frem OPEC, som *kan* finne det profitabelt å gripe inn i futures-markedet med det formål å påvirke produksjonsavgjørelsene til deres konkurrenter i spotmarkedet. Denne teorien forutsetter at det faktisk eksisterer en kausal link fra futures- til spotprisene.

### *Handel av råoljefutures i praksis*

Per dags dato (2014) foregår i hovedsak all organisert handel av WTI-kontrakter (*Light Sweet Crude Oil, West Texas Intermediate*) via CME Group (Chicago Mercantile Exchange). Futures- og opsjonskontraktene som blir handlet i WTI-markedet er de mest likvide og transparente kontraktene i energisektoren. Man kan handle alt fra nærmeste måned (kalt 1. posisjon), til en kontrakt med levering hele ni år frem i tid. Likviditeten i de lange kontraktene – over ett år frem i tid – er imidlertid nokså lav. Hver kontrakt består av 1,000 fat med olje. Dersom kontrakten skal leveres fysisk, skal det leveres til Cushing, Oklahoma som er hovedbasen for olje- og gassinfrastruktur i USA. De fleste kontraktene går imidlertid sjeldent til fysisk levering, og futures-kontraktene blir i større grad benyttet av ulike aktører i markedet som ønsker et sikringsinstrument eller kun til ren spekulasjon (CME Group 2014).

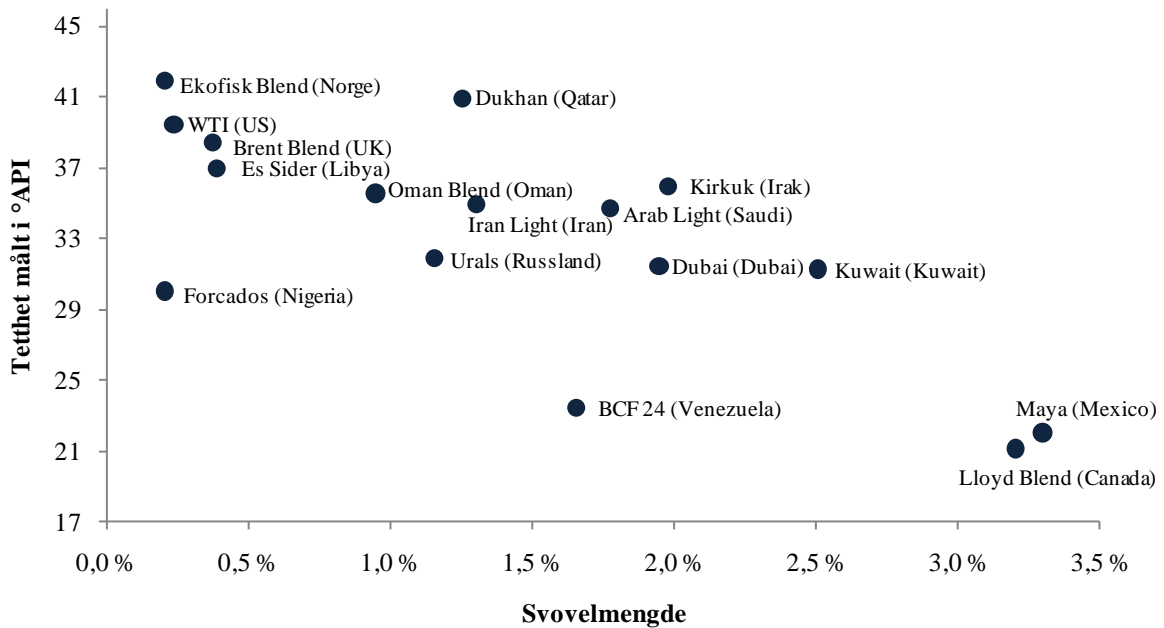
## 2.2 Oljepristeori

### *En kort introduksjon til råolje*

Selv om råolje ofte i mediene og litteraturen blir klassifisert som en homogen råvare, er det ikke nødvendigvis så enkelt i virkeligheten. Uansett hvor råoljen blir pumpet opp fra bakken – enten det er offshore eller onshore – vil aldri to oljefelt pumpe opp råolje av eksakt lik spesifikasjon og kvalitet. Dette gjør også at hvert eneste oljefelt vil operere med ulike priser på oljen som kommer opp fra under jordoverflaten. For å gjøre det enklere for markedsaktører å forholde seg til prisbildet er det imidlertid blitt opprettet såkalte *benchmarks* som samler priser på råoljen fra oljefelt lokalisert rundt samme område. De mest kjente benchmarksene er Brent Crude, West Texas Intermediate og Dubai Crude, og prisene på disse blir satt i futures-markedet og ”OTC” (*over-the-counter*). Disse har handelsbase i henholdsvis London, New York og Singapore. Råolje som pumpes opp fra oljefelt som ikke inngår i noen av disse (eller andre) benchmarkene, prises med en *premium* eller *discount* i forhold til benchmarkprisene. Størrelsen på premium/discounten avhenger av bl.a. transportkostnader, skattelovgivning og kvalitetsforskjeller på råoljen (Downey 2009, 319).

Når det gjelder kvaliteten på råolje måles dette i mengden av svovel råoljen innehar, og tettheten på råoljen. Generelt sett vil høyere svovelmengde senke verdien av råoljen. Dersom det er høy mengde svovel (over 1,5 %) klassifiseres råoljen som *sur*, hvorimot råolje med en svovelmengde på under 0,5 % anses som *søt*. Tettheten av råoljen klassifiseres etter en *API gravity index* som rangeres fra 0° til 100°, hvor 0° er *tung* og 100° er *lett*. Jo lettere råoljen er, jo mer verdifull vil den være. Nedenfor er en graf som illustrerer hvordan råoljen fra de mest kjente oljefeltene plasserer seg i henhold til kvaliteten.

## Råoljekvalitet målt i tetthet og svovelmengde



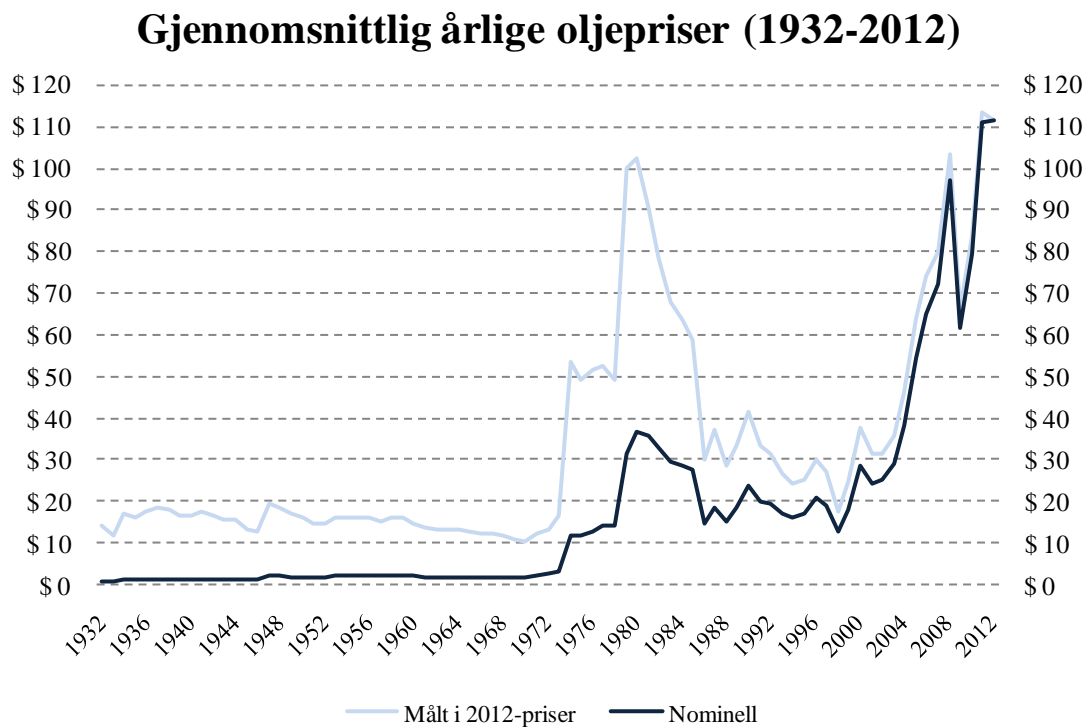
Figur 1: Oversikt over råoljekvalitet sortert etter oljefelt (Downey 2009, 36)

Her ser vi at råolje basert fra den vestlige delen av verden (bl.a. Norge, USA og Storbritannia) generelt er ansett som lett og søt. De store oljeproduiserende landene i Midtøsten pumper opp olje som er litt tyngre og sur. Det er viktig å skille mellom de ulike oljetyperne fordi oljeraffineriene som oftest ikke er i stand til å behandle de ulike spesifikasjonene av råolje like bra. Fra 1985 og fram til i dag har det vært en stigende trend for sur og tung råolje. Data fra EIA viser at den gjennomsnittlige API-tettheten har sunket fra 32,5° i 1985 til rundt 30° i 2008, og svovelmengden har økt fra rundt 1 % i 1985 til 1,46 % i 2008 (Downey 2009). Praktisk sett betyr dette at raffineriene sitter igjen med en mindre del av de verdifulle sluttproduktene (f.eks. bensin), som en følge av av råoljen de bearbeider er tyngre enn tidligere. Høyere svovelmengde betyr at raffineriene blir nødt til å benytte seg av mer avansert utstyr som kan gjøre marginen svakere, alt annet like.

### Historisk oljepris

Gjennom historien har oljeprisen vært utsatt for ekstreme svingninger. Før finanskrisen i 2008 nådde den et historisk toppnivå (i nyere tid) i reelle priser med en gjennomsnittlig årlig pris på 103 dollar per fat. Går man lengre tilbake i tid vil man imidlertid finne priser som langt overstiger dette. Prisen på et fat råolje i 1860 var 18 dollar per fat – eller hele 375 dollar målt etter dagens pengeverdi. Dette viser hvor viktig og høyt etterspurt råolje har vært helt fra

midten av 1800-tallet og fram til i dag. Grafen nedenfor illustrerer oljeprisen i nominelle og reelle priser (målt i årlige gjennomsnittspriser) fra 1930 fram til 2012 (BP 2013).



Figur 2: Gjennomsnittlig årlig oljepris fra 1932 til 2012

Her kan man se at oljeprisen lå på et stabilt nivå helt fra 1930-tallet fram til 1970. Deretter ser man tildels enorme svingninger, med to store topper rundt 1980 og i dag. Historien viser at politisk uro og kriger definerer prisbildet i like stor grad som den totale etterspørselsveksten. Den store pristoppen rundt 1980 kom f.eks. som en følge av at Sjahan i Iran mistet makten, hvorpå oljeproduksjonen i Iran sank betraktelig. Situasjonen eskalerte ytterligere da Iran og en annen stor oljeprodusent i Irak gikk til krig mot hverandre (Downey 2009). Plutselig sto verden i fare for å miste oljetilbudet fra to av de største aktørene på markedet, noe som gjorde at snittprisen i 1980 var på hele 102,6 dollar målt i dagens pengeverdi.

De siste årene (fra 2001 og utover) kan prisstigningen i større grad tilkjennes et stort etterspørselspress fra land i fremvoksende markeder – spesielt Kina og India. I tillegg til at man har sett stor industriell vekst og økt velstand blant innbyggerne i disse landene, har også lave renter på et globalt nivå ført til en stadig økning i råvarepriser (Vansteenkiste 2011).



---

### *Prismekanismen i råoljemarkedet*

I all hovedsak kan prismekanismen og prisdannelsen for råolje beskrives som et marked styrt av tilbud og etterspørsel. Det er imidlertid enkelte elementer som er særegne for prismekanismen i råoljemarkedet, og viktige å ha rede på dersom man skal forstå hvordan prisen utvikler seg på kort- og lang sikt. Kvalitetsforskjellen på råolje pumpet opp fra ulike steder i verden er en av faktorene man bør ha oversikt over. Dette er viktig fordi raffineriene som bearbeider råoljen og omdanner det til kommersielle sluttprodukter som bensin, parafin, fyringsolje etc. ikke nødvendigvis er konstruert til å takle alle former for råolje. Som et eksempel på dette kan man ta uroen i Libya i februar i 2011 som førte til et prishopp på råolje på hele seks prosent i løpet av kun én dag. Libya er ingen stor oljeprodusent, og står kun for rundt 2 % av den globale årlige oljeproduksjonen. Grunnen til det ekstreme prishoppet bunnet imidlertid delvis som en følge av at Libya produserer lett olje som er søt (med andre ord med lav svovelmengde). Saudi Arabia – med ubenyttet produksjonskapasitet – blir umiddelbart ansett som en klar substitutt til den manglende produksjonen fra Libya. Men Saudi Arabia produserer derimot en surere olje med høyere svovelmengde (se Figur 1), og denne typen råolje er ikke raffineriene i Europa og Asia konstruert til å håndtere like godt som den oljen Libya produserer (Simkins og Simkins 2013, 19). Dermed vises det at lokale spesifikasjoner spiller inn på prisutviklingen, og at det ligger mer bak oljeprisen enn kun de kvantitative tallene på tilbudssiden.

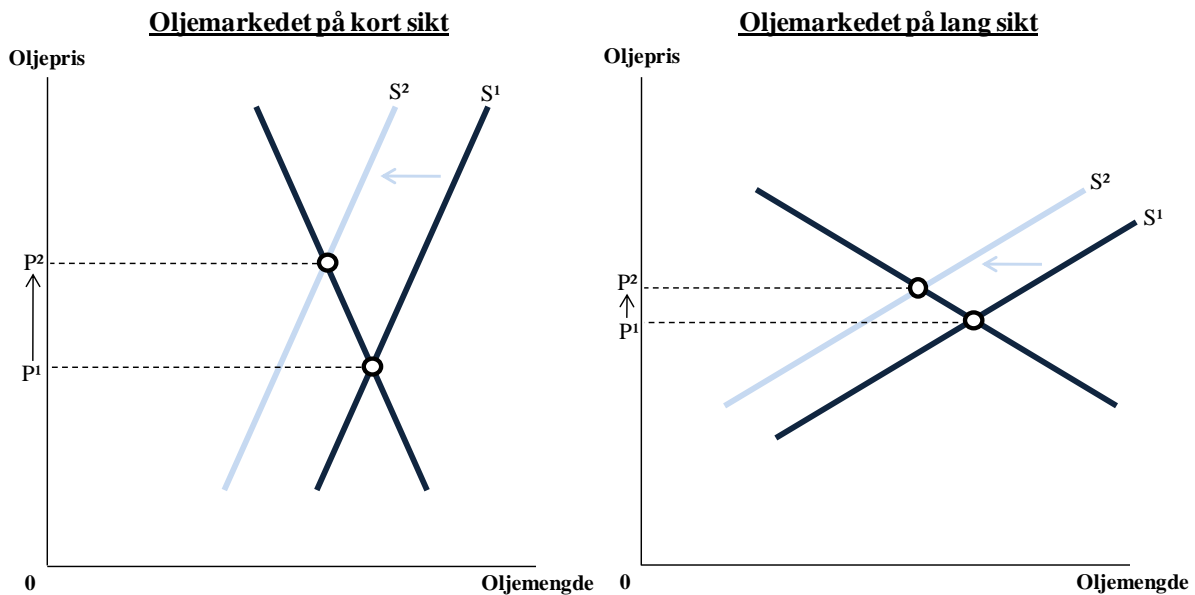
### *Oljemarkedet på kort- og lang sikt*

Når man skal beskrive prismekanismen i oljemarkedet er det viktig å skille mellom tilbud og etterspørsel på kort- og lang sikt. Grunnen til dette er at både tilbud og etterspørsel på kort sikt anses å være uelastisk, hvorpå det på lang sikt vil være adskillig mer elastisk (Mankiw 2011, 103-105):

- *På kort sikt:* Aktørene i markedet er til enhver tid klar over hvor mye olje det eksisterer i markedet. Det vil ta tid å omstille seg for aktørene på tilbudssiden, f.eks. fordi man ikke kan øke utvinningen av olje umiddelbart, og raffineriene kan være under kapasitetspress. På etterspørselssiden har flere av produktene liten grad av substitutter, f.eks. bensin og parafin (flybensin). Dermed vil ikke de som etterspør produktene umiddelbart endre konsumet sitt som følge av prisøkning.

- *På lang sikt:* Her er situasjonen annerledes. Tilbudssiden vil som en følge av prisøkningen intensivere leteaktivitet og utvinning, samt. investere i økt kapasitet på raffinerier. Etterspørselssiden reagerer med å skifte til produkter som er mer effektive, f.eks. biler med mindre bensinforbruk.

Dette belyses grafisk nedenfor, hvor figuren til venstre viser oljemarkedet på kort sikt, og figuren til høyre viser oljemarkedet på lang sikt.



Figur 3: Oljemarkedets prismekanisme på kort og lang sikt (Mankiw 2011)

Som vi ser av grafene vil både tilbud- og etterspørselskurvene være langt brattere på kort sikt i forhold til på lang sikt. Dette reflekterer at man typisk vil se en umiddelbar (stor) økning i prisen på kort sikt, hvorpå den vil stabilisere seg på et lavere nivå på lang sikt. I dette tilfellet har man et eksempel på at tilbudskurven skyves innover – altså faller produksjonen av olje – et eksempel man har sett OPEC gjøre virkelighet ut av opptil flere ganger i historien. Kartellet som står for godt over halvparten av den totale oljeproduksjonen holdt tilbake produksjonen ved flere tilfeller gjennom 1970- og 80-tallet. Erfaringsmessig kunne man se et umiddelbart hopp i oljeprisen på kort sikt, men på lang sikt var produsentene basert utenfor OPEC i stand til å veie opp for manglende oljetilbud, som førte til at prisen stabiliserte seg på et lavere nivå.

---

## 2.3 Indikatorteori

Formålet med denne utredningen er å undersøke hvordan både avkastning og volatilitet blir påvirket av ulike makroøkonomiske faktorer. En lignende tilnærming er blitt gjennomført tidligere, bl.a. av Coleman (2011). I sin forskningsartikkel tar Coleman sikte på å finne variabler som på best mulig måte kan forklare utviklingen i oljeprisen fra 1984 fram til 2007. Forklaringsvariablene han benytter i forskningen har rot i både finansielle, politiske, og mer oljespesifikke faktorer.

Selv om grunnprinsippene fra Coleman sin forskning også er aktuelle i denne utredningen, er det likevel enkelte forhold som gjør at de skiller seg fra hverandre. Coleman tar kun for seg hvordan faktorer påvirker én bestemt oljepris. Med dette menes det at han ikke skiller aktivt mellom spot- og futureskontrakter. Denne utredningen tar derimot sikte på å se om hvorvidt makroøkonomiske faktorer har ulik påvirkning på avkastningen og volatiliteten både i spotmarkedet i tillegg til de fire nærmeste futureskontraktene for WTI. Et annet avvik mellom utredningene er at Coleman benytter mange fundamentale makroøkonomiske faktorer som sine påvirkningsvariabler. Dette er bl.a. variabler som markedsaktører ikke nødvendigvis kan observere umiddelbart. Eksempler på dette er bruttonasjonalprodukt for G7-landene, tre-års glidende gjennomsnitt av letekostnader etter olje, OECD sin importavhengighet, og OPEC sin markedsandel. Dette er uten tvil faktorer som er vesentlige for å forklare utviklingen i oljepris (som også Coleman sin forskning viser), men de vil likevel ikke være av særlig hensikt for de problemstillingene denne utredningen går inn for å undersøke og besvare.

Det denne utredningen ønsker å belyse er hvordan oljeprisens avkastning og volatilitet er blitt påvirket av makroøkonomiske og geopolitiske faktorer som i større eller mindre grad er *direkte observerbare* for aktørene i markedet. Her inngår indekser, valutakursendringer, og makroøkonomiske indikatorer og variabler som blir publisert for markedet til faste tidspunkt. I tillegg tas det også hensyn til oljeprisens påvirkning av politisk uro og krig. Med andre ord ønskes det å bringe klarhet i hvordan markedsaktører burde agere i henhold til publiserings- og endringsverdiene på disse faktorene. I tillegg er ambisjonen med utredningen også å se på hvordan makroøkonomiske og geopolitiske faktorer har spilt sin rolle i oljeprisutviklingen historisk sett.

### *Makroøkonomiske faktorer*

Etter et dyptgående litteratursøk har utredningen til slutt falt ned på seks makroøkonomiske faktorer som skal inkluderes i analysen. Det har vært ønskelig at disse seks variablene skal omfatte både tilbud- og etterspørselssiden for oljemarkedet. I tillegg skal de – som tidligere nevnt – være observerbare i markedet, slik at de kan bli hensyntatt relativt umiddelbart av aktørene.

De seks makroøkonomiske faktorene som blir inkludert i analysene er:

- Oljeproduksjon i USA
- Industriell produksjon i USA
- Standard & Poors 500 Index
- Amerikanske oljelagre (ekskludert de strategiske petroleumsreservene)
- Yield-kurven
- USD/EUR-kursen

Det man umiddelbart kan legge merke til er at samtlige av disse faktorene mer eller mindre tar for seg utvikling i og rundt USA. Dette har imidlertid vært formålet med utredningen, siden WTI-oljen som skal analyseres i ekstremt liten grad blir eksportert til utlandet. Siden mer eller mindre all denne oljen produseres, raffineres og konsumeres innenlands i USA virker det passende å benytte disse innenriksbaserte variablene til analysen.

I tillegg til disse seks makroøkonomiske faktorene, vil også historiske politiske hendelser som har stor påvirkningskraft på oljeprisen bli inkludert i analysene. USA importerte i 2012 hele 10,5 millioner fat olje fra andre deler av verden. Over 50 % av oljen ble importert fra Midtøsten, Afrika, og Sør- og Sentral-Amerika. Historisk sett har disse delene av verden vært utsatt for politisk ustabilitet, uro og krig. I fagterminologi er dette kjent som *geopolitisk risiko*. Det er derfor spesielt interessant å se hvordan oljeprisutviklingen har vært for WTI-oljen når den geopolitiske risikoen blant disse oljeeksportørene tiltar.

Neste del av dette kapittelet vil gå ytterligere i detalj på hva de seks makroøkonomiske faktorene innebærer, og hvordan de historisk sett har vært linket opp mot oljeprisutviklingen.

#### **Oljeproduksjon i USA**

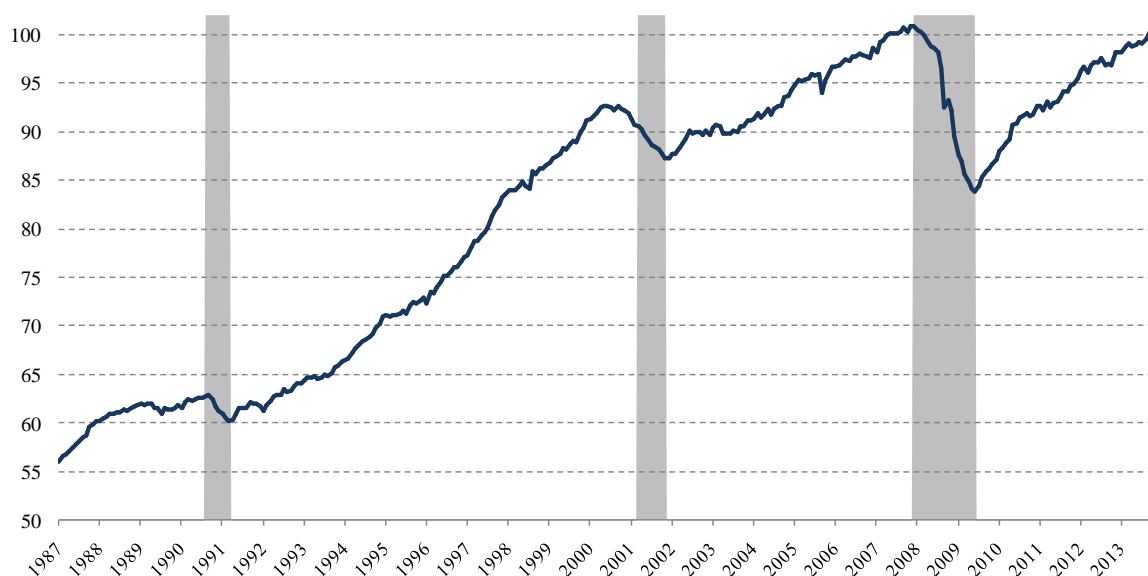
Grunnen til at denne faktoren blir inkludert i analysene er at den omfatter nivået av innenrikstilbud av olje i USA. Siden faktorene i analysen tar sikte på å omfatte både tilbud-

og etterspørselselementer, er det innlysende at oljeproduksjon bør inkluderes som en variabel. Som man kan se i kapittel 3 har produksjonen i USA endret seg kraftig gjennom historien. USA har også gått fra å være relativt lite avhengig til å bli veldig avhengig av importert olje. Før ”peak oil” på 1970-tallet produserte USA på egen hånd over 80 % av sitt eget oljekonsum. Siden den gang har dette tallet dalt kraftig, før det nådde bunnen på 33 % i 2006. Deretter har USA imidlertid – som en følge av skiferoljerevolusjonen – økt produksjonsnivåene sine betraktelig, og i 2012 bestod omtrent halvparten av konsumet av egenprodusert olje (BP 2013). Dermed er nivået på oljeproduksjonen i USA en særskilt viktig variabel å inkludere i analysen – både fordi den sier noe om tilbudskurven i markedet, men også fordi den gjør USA sårbar for det som måtte oppstå av (midlertidig) tilbudsstans blant eksportørene som dekker opp den etterspørselen innenlandsk oljeproduksjon ikke rekker over.

### **Industriell produksjon i USA**

Dette er en indikator som måler det reelle tilvirknings- og produksjonsnivået blant alle amerikanske industribedrifter innenfor produksjon, gruvedrift, og selskaper som leverer gass og strømtjenester. Indikatoren publiseres av Federal Reserve på månedlig basis og har blitt utgitt helt tilbake til januar 1919 og fram til i dag. Måten indikatoren er utviklet på er via innhenting fra to datakilder. Den første hvor man måler tilvirkning og produksjon av varer (output) målt i antall fysiske enheter. Den andre kilden er datainnhenting på hvor stor mengde av input det er i produksjonsprosessen, hvor man deretter drar slutninger av størrelsen av output i nærmeste fremtid når produksjonsprosessen er avsluttet. Utviklingen i indikatoren fra 1980 og fram til i dag er illustrert i grafen nedenfor. Perioder med økonomisk resesjon er markert med grå bakgrunn, og det belyser at indikatoren er en solid målestokk på generell økonomisk aktivitet i USA.

### Industriell Produksjon i USA fra 1987 til 2013 (2007 = 100)



Figur 4: Industriell Produksjon i USA fra 1987 til 2013 (2007 = 100)

Industriell produksjon har historisk sett vært en populær variabel å ta for seg innenfor forskning på oljeprisbevegelser. Den er ikke bare blitt benyttet som en variabel som påvirker oljeprisen, men også som en variabel som *blir* påvirket av oljeprissjokk. Blant førstnevnte fant Ewing og Thompson (2007) at oljeprisen former seg etter utviklingen av industriell produksjon. Dette er også i tråd med lignende forskning Serletis og Shahmoradi (2005) har gjort på naturgasspriser. På den annen side finner Cuñado og de Gracia (2003) i sin forskning på europeiske land frem til at en økning i oljepris har negativ innvirkning på industriell produksjon. Forholdet er imidlertid asymmetrisk etter som et oljeprisfall ikke nødvendigvis har like stor grad av positiv innvirkning på industriell produksjon. Ahmed, Bashar og Wadud (2012) kommer frem til de samme funnene som Cuñado og de Gracia ved bruk av amerikanske data. De kommer også i tillegg frem til at et oljeprissjokk ikke bare vil føre til en svekkelse i industriell produksjon over en lengre periode, men også at volatiliteten i industriell produksjon vil øke på kort sikt.

Tidligere forskning har benyttet industriell produksjon både som en faktor som påvirker oljeprisbevegelser – og en faktor som *blir påvirket* av oljeprisbevegelser. I denne utredningen vil bli indikatoren bli anvendt i tråd med forskningen til Ewing og Thompson (2007), og Serletis og Shahmoradi (2005). Det antas at industriell produksjon er en solid indikator på det generelle konjunkturbildet. Sadorsky (2001, 19) påpeker også at etterspørselen etter

---

petroleumsprodukter er høyt korrellert med industriell produksjon, slik at den dermed kan anvendes som en helhetlig etterspørselsindikator videre i analysene.

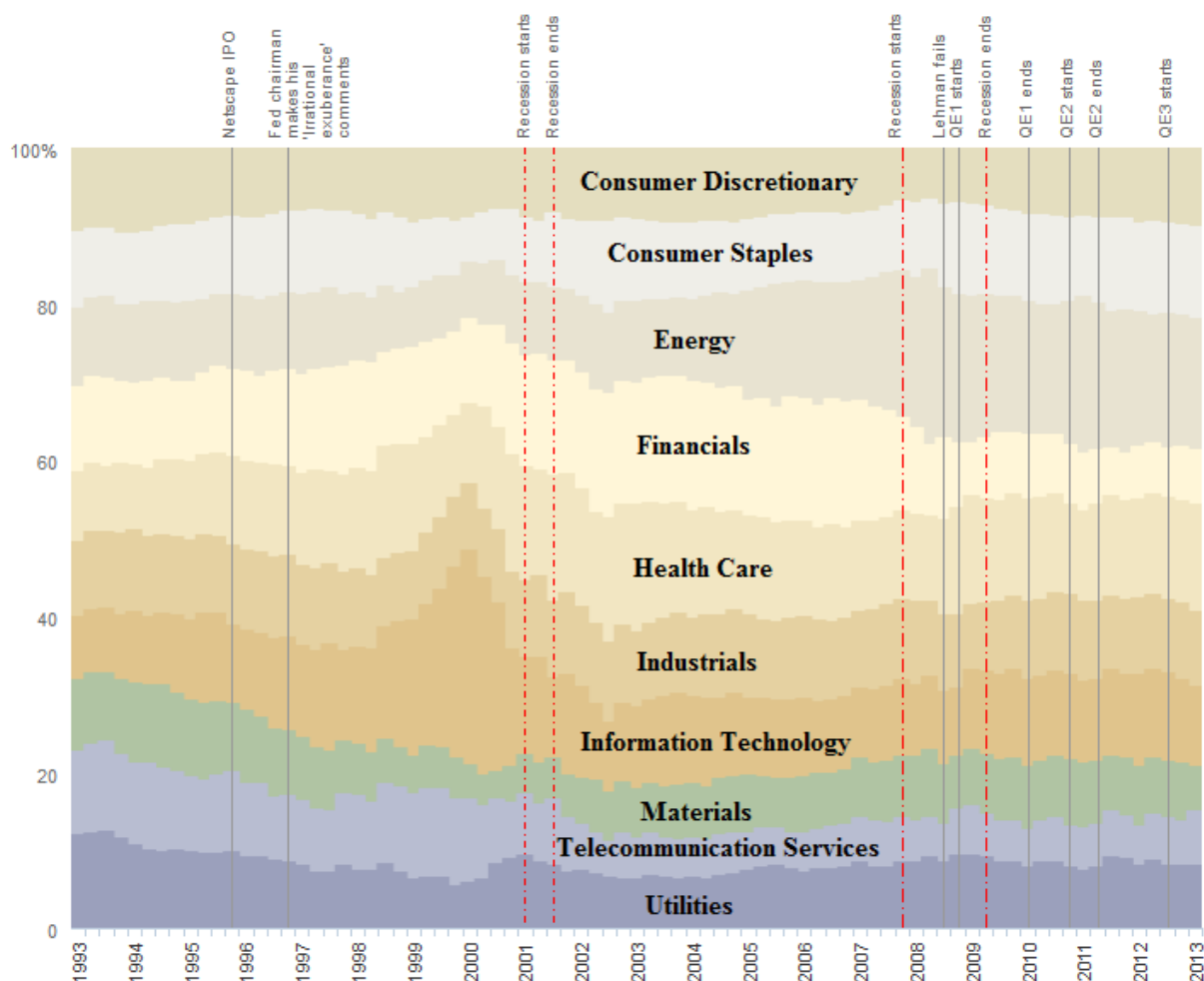
### **Standard & Poors 500 Index**

Sammenhengen mellom aksjemarkedet og oljeprismarkedet har historisk sett vært gjenstand for omfattende forskning. Kilian og Park (2009) viser til at selv om media vil ha det til at oljeprisen driver aksjemarkedet, gir ikke empiriske funn tvetydige svar på dette. Deres hovedfunn er at aksjemarkedet i USA reagerer ulikt på oljeprissjokk, avhengig av om prissjokket er drevet av sjokk langs tilbuds- eller etterspørselskurven. Mer spesifikt finner de at aksjemarkedet reagerer negativt når det inntreffer en større enn normal risiko rundt fremtidig oljetilbud. Når det forekommer bekymring rundt det fremtidige oljetilbudet – ofte som en følge av geopolitisk risiko – kan dette føre til et etterspørselsjokk på nåværende tidspunkt (Barsky og Kilian 2004). Kilian og Park (2009) finner ellers at positive etterspørselssjokk etter industrielle råvarer fører til både økning i oljepriser og stigning i aksjemarkedet. Dette er en effekt vi har vært vitne til i andre halvdel av 2000-tallet, hvor høy etterspørsel etter råvarer – hovedsakelig fra Kina – har ført til en stigende trend i både oljepris og de globale aksjemarkedene.

Mollick og Assefa (2013) har sett på hvordan oljeprisen har påvirket det amerikanske aksjemarkedet gjennom to tidsperioder – fra januar 1999 til juni 2008, og juli 2008 til august 2010. I likhet med Kilian og Park (2013) finner de at oljepris har negativ innvirkning på aksjemarkedene i den første tidsperioden fra januar 1999 til juni 2008. Denne sammenhengen begrunner de med at USA hovedsakelig er et oljeimporterende land. Dette står også i stil med funn gjort av Park og Ratti (2008), hvor de finner signifikant positiv sammenheng mellom oljepris og aksjeavkastning i Norge, som er et oljeeksporterende land. I perioden fra juli 2009 til august 2010 finner Mollick og Assefa (2013) imidlertid en klar positiv sammenheng mellom oljepris og aksjeavkastning.

Det kan også nevnes at Park og Ratti (2008) har sett på volatiliteten i oljeprisen målt opp mot aksjeavkastning, og de finner at økt oljeprisvolatilitet har negativ innvirkning på aksjeavkastning i flere europeiske land. Denne sammenhengen gjelder imidlertid ikke for USA. Dette er av interesse fordi denne utredningen ønsker å se på hvordan sammenhengen er mellom både avkastning og volatiliteten i oljeprisen.

S&P500 er en verdivektet aksjeindeks som har vært den ledende variabelen for å måle nivået på det amerikanske aksjemarkedet helt siden den ble introdusert i 1923. National Bureau of Economic Research (NBER) har klassifisert aksjeindeksen som en ledende indikator på konjunkturnivået. Vektingen av ulike sektorer i S&P500 har endret seg over tid, som illustrert i grafen nedenfor.



Figur 5: Historisk sektorvektning i S&P500 fra 1993 til 2013

Her ser vi at energisektoren har vært vektet rundt 10 prosent av aksjeindeksen fra 1993 og fram til 2003. Deretter har den økt gradvis opp til toppen på 20 prosent i 2011. Ved begynnelsen av 2013 var den vektet nesten 17 prosent av den totale indeksen. På generelt grunnlag kan man se ut fra de historiske vektene at oljekonsumerende sektorer er i en større overvekt kontra oljeproduiserende sektorer. Dette henger også sammen med at USA er et oljeimporterende land. Til sammenligning består per dags dato 44 prosent av Oslo Børs Benchmark Index av selskaper som er involvert i én eller flere deler av verdikjeden i oljesektoren. Dette henger også sammen med funn fra forskning som tidligere nevnt.

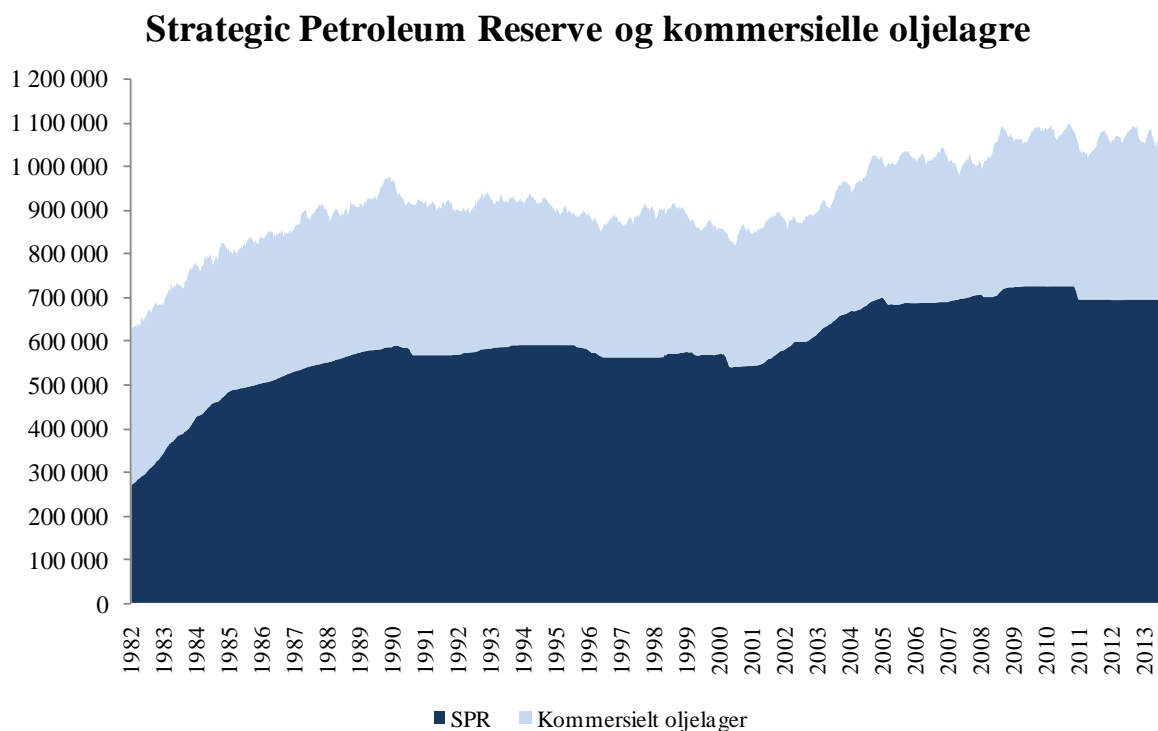


## Amerikanske oljelager

Når man diskuterer amerikanske oljelagre er det viktig å skille mellom de strategiske oljelagrene (kjent som SPR – *Strategic Petroleum Reserve*), og de kommersielle oljelagrene som blir publisert av EIA på ukentlig basis. Det er sistnevnte som er av interesse i denne utredningen, etter som dette tallet blir fulgt nøye av analytikere når det publiseres.

Opprinnelsen til SPR stammer fra oljekrisen USA opplevde under oljeembargoen fra de arabiske landene i 1973-74. Mangelen på oljeimport til USA skapte sjokkbølger i landet, og president Ford bestemte i ettertid at USA til enhver tid skulle ha nok oljelager til å ikke havne i samme situasjon igjen. Hovedsakelig avsatt til bruk i nødstilfeller er SPR i dag verdens største oljelager, som rommer en kapasitet på 727 millioner fat. For øyeblikket består SPR av 695 millioner fat olje, en mengde som har vært lik helt siden midten av 2011.

I denne utredningen rettes blikket imidlertid mot de kommersielle oljelagrene som endrer seg med langt større fluktuasjoner fra uke til uke. Dette er illustrert i grafen nedenfor som viser den historiske utviklingen i SPR og de kommersielle oljelagrene fra 1982 fram til 2014.



Figur 6: Historisk utvikling av SPR og kommersielle oljelagre i USA fra 1982 til 2013

Her ser vi at de kommersielle oljelagrene fluktuerer i langt større grad, mens SPR oppfører seg langt mer statisk over tid.

Generelt sett kan man si at de kommersielle oljelagrene fungerer på to måter (Ye, Zyren og Shore 2006):

- i) De kan benyttes (operasjonelt) fra uke til uke som en buffer for å jevne ut eventuelle tilbuds- og etterspørselsfluktuasjoner i markedet.
- ii) Endringer i oljelagermengden kan være en indikator på hvordan nivået er på tilbud- og etterspørselssiden i markedet.

I tillegg til dette har de også en viktig rolle å spille når markedet står overfor geopolitisk risiko, hvor det kan være fare for at tilbuds nivået i markedet endrer seg drastisk (Stevens 2005). Historisk sett har man opplevd et sterkt invers forhold mellom oljelagernivå og oljepris (Ghouri 2006). Dette funnet bekreftes også av Kohl (2002, 212). Ye, Zyren og Shore (2006) finner også at forholdet mellom oljelagernivå og oljepris ikke nødvendigvis behøver å være lineært. De utvikler en ikke-lineær modell som fanger opp sammenhengen mellom de to variablene langt bedre – spesielt dersom oljelagernivåene er veldig lave eller veldig høye.

### **Yield-kurven**

Yield-kurven er ansett som en av de mest pålitelige indikatorene på fremtidig økonomisk aktivitet. Kvantifisert er yield-kurven definert som differansen mellom lange og korte renter. Mer spesifikt er det normal praksis å se på ti-årsrenten på statsobligasjoner minus tre-månedersrenten på statsobligasjoner. Gjennom historien har dette vært en solid indikator på fremtidig vekst i konsum, bruttonasjonalprodukt, investeringer og industriell produksjon. I tillegg har den også vært ansett som den beste indikatoren til å predikere fremtidige amerikanske resesjoner (Estrella og Mishkin 1996). Generelt har man sett en negativ sammenheng mellom yield-kurven og den påfølgende realøkonomiske aktiviteten i de fire til seks neste kvartalene (FED 2014).

Yield-kurven – eller rentenivået i økonomien mer generelt – har ofte blitt påvist en signifikant sammenheng med utviklingen i oljepris. Barsky og Kilian (2002) påpeker at flere historiske oljeprisstigninger har vært foregått av perioder med et uvanlig lavt rentenivå. De viser blant annet til prisøkningen i 1973-74 og 1979-80. I tillegg falt også oljeprisen kraftig i 1982 etter en periode med et uvanlig høyt rentenivå. De mener at den globale etterspørselen etter olje ble

---

drevet av såkalt *monetary expansion* eller en økning i pengemengden. Denne påstanden underbygges også av Pindyck (2003).

### **USD/EUR-kursen**

Siden oljeprisen handles i amerikanske dollar, vil etterspørselen etter olje til enhver tid være avhengig av hvilket nivå valutaen ligger på. Dersom man tar utgangspunkt i en appresiering av dollaren mot all annen valuta og holder oljeprisen uendret, vil dette føre til at den ”reelle” oljeprisen øker for land som ikke har amerikanske dollar som sin valuta. Dette vil igjen gå utover den generelle etterspørselen etter olje. En depresiering av dollaren vil ha motsatt virkning, og føre til økt etterspørsel etter olje (Barsky og Kilian 2004). Beckmann og Czudaj (2013) finner at – på nominelt nivå – vil en depresiering i dollaren føre til en økning i oljeprisen. De peker på to ulike grunner til denne prisøkningen; en prisreaksjon som følge av direkte valutaeffekter, og endring i etterspørsel etter olje.

Lizardo og Mollick (2010) finner en klar sammenheng mellom den historiske utviklingen i oljepris og amerikanske dollar målt opp mot andre valutaer fra 1970-tallet og fram til 2008. Økning i oljepris fører til depresiering av dollaren mot netto oljeeksporterende valutaer som Canada, Mexico og Russland. Et interessant aspekt ved funnene deres er at valutaen til netto oljeimporterende land, som Japan, depresierer i forhold til den amerikanske dollaren ved en økning i oljepris. Verdien på amerikanske dollar vil også depresierte mot land som verken er netto oljeimportører eller eksportører, som f.eks. den Europeiske Unionen som helhet som er den valgte valutaen i denne utredningen.

Zhang et al. (2008) sine funn står også i stil med det som er nevnt ovenfor, men deres resultater opplever forskjeller dersom man undersøker sammenhengen mellom amerikanske dollar og oljepris på kort- og lang sikt. På lang sikt stemmer deres funn godt overens med det som tidligere er nevnt. På kort sikt er resultatene derimot langt mindre pålitelig, og de mener at valutakurssammenhengen har begrenset omfang dersom man ser på umiddelbare reaksjonsmønstre.

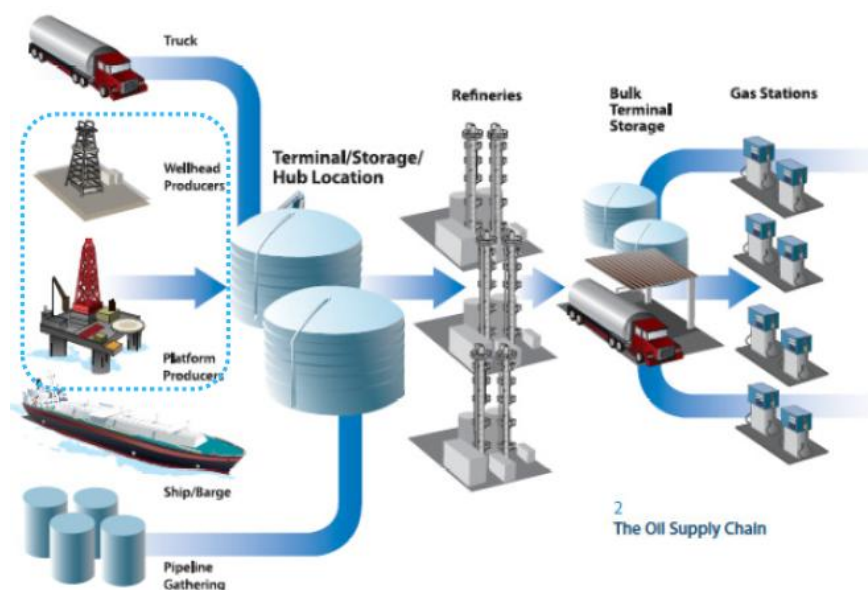
### 3. BAKGRUNN

#### 3.1 Oljemarkedet

##### *Råolje, raffinering og produkter*

Råolje er en flytende blanding av hydrokarboner som eksisterer i reservoarer i berggrunnen av jorden. Etter å ha blitt pumpet opp fra grunnen blir råoljen transportert i fat (som rommer 159 liter) via skip, tankbiler eller rørledninger. Disse frakter oljen til et knutepunkt for mellomlagring, før det sendes videre til et raffineri som skal bearbeide oljen til ferdige produkter som konsumenter kan få nytte av (se Figur 7). Råoljen i seg selv er et produkt uten noen praktisk anvendelse. Gjennom destillering blir råoljen utsatt for høy varme, og man skiller ut diverse ferdige produkter ved ulike koketemperaturer. På den lettere enden vil man bl.a. skille ut bensin på ca. 150°C, parafin (jet fuel) på ca. 200°C, og varmeolje og diesel på ca. 250-300°C. Blant de tyngre stoffene har vi motor- og girolje på 400°C, mens det meste som foredles utover denne temperaturen er resteprodukter som f.eks. asfalt og tjære.

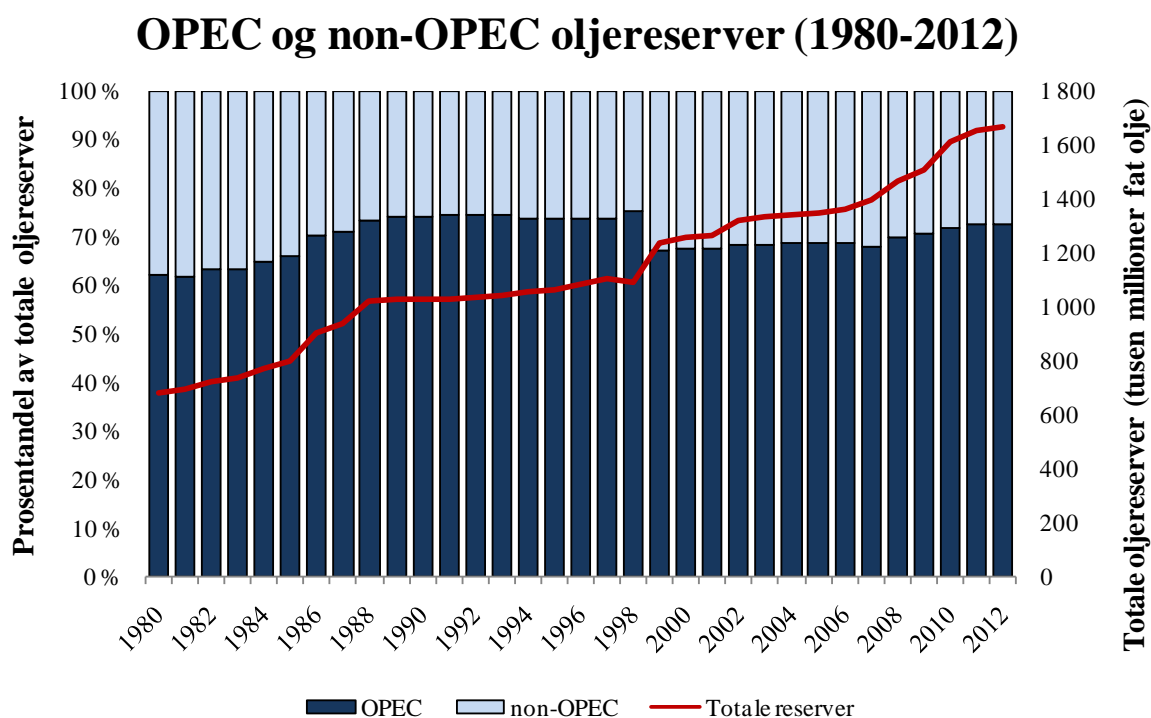
Grunnen til at tungolje generelt sett har mindre verdi enn lettolje er fordi den vil avgi en større del av de tyngre produktene som motor- og girolje, som har mindre verdi på markedet i forhold til lettere produkter som bensin og parafin. I USA stod bensin for 45 % av de ferdige produktene raffineriene foredlet i 2013. 30 % var diesel og varmeolje, og parafin som brennstoff for fly stod for i underkant av 10 % (EIA 2013a).



Figur 7: Oljeutvinning og verdikjeden

## Aktører i oljemarkedet

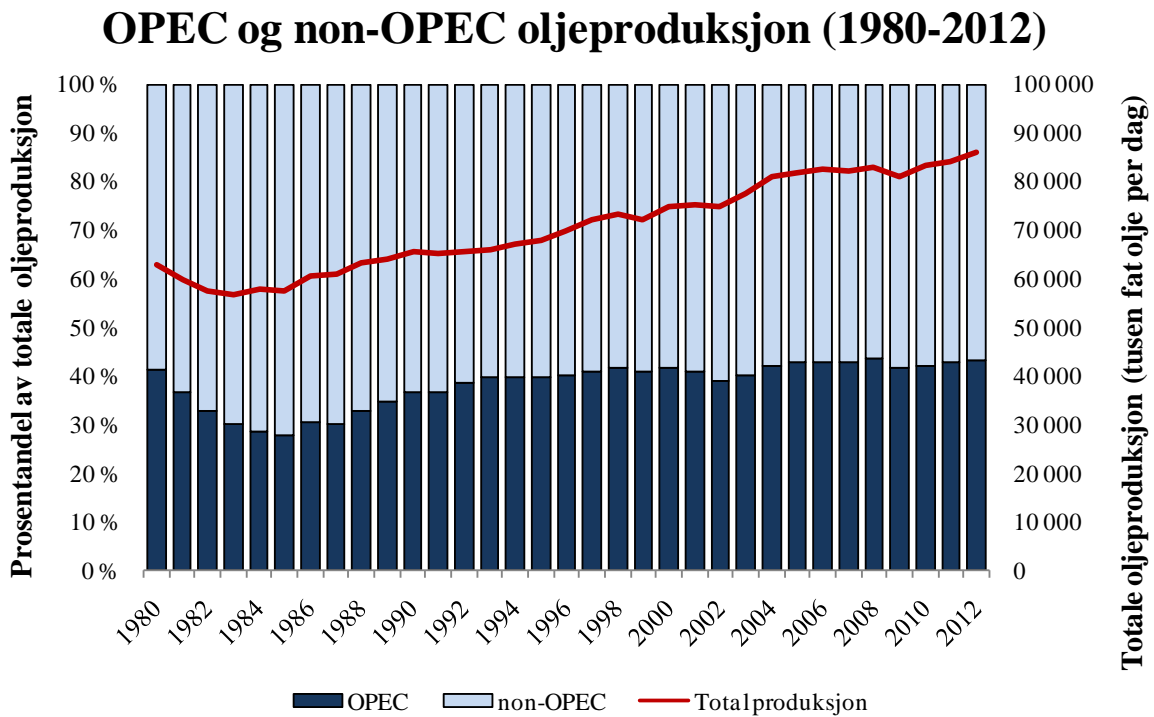
Når man analyserer aktørene i oljemarkedet er det vesentlig å skille mellom de ressursene som blir kontrollert av OPEC-land, og ikke-OPEC-land (mer om OPEC i neste delkapittel). Historisk sett har OPEC-kartellet hatt et overtak både i antall oljereserver og daglig oljeproduksjon. Nedenfor illustrerer en graf hvordan den historiske mengden av oljereserver har utviklet seg i tidsperioden fra 1980 fram til 2012.



Figur 8: Global fordeling av oljereserver (BP 2013)

Her ser vi hvordan OPEC historisk sett har kontrollert over 60 % av de globale oljereservene, notert ved søylene på venstreaksen. Den røde linjen viser de totale globale oljereservene i verden målt i tusen millioner fat olje. Vi ser at antallet oljereserver har økt gradvis på årsbasis, med et kraftig byks i 1999 som en følge av oppdagelse rundt oljesand (såkalt *ukonvensjonell olje*) i Canada, hvor de nesten tredoblet reservene sine fra 50 milliarder fat olje i 1998. En utfordring med oljesand er imidlertid at den har en tetthet på rundt 8-12° API, noe som klassifiserer den som ”ekstra-tung” råolje. Dette gjør at den må gjennom flere kostbare prosesser før vanlig raffinering, og dermed er den langt dyrere å utvinne enn vanlig konvensjonell olje (Downey 2009, 43).

Om man ser på den globale oljeproduksjonen er imidlertid situasjonen litt annerledes. Grafen nedenfor illustrerer den historiske produksjonsutviklingen mellom OPEC og non-OPEC-land fra 1980 fram til 2012.



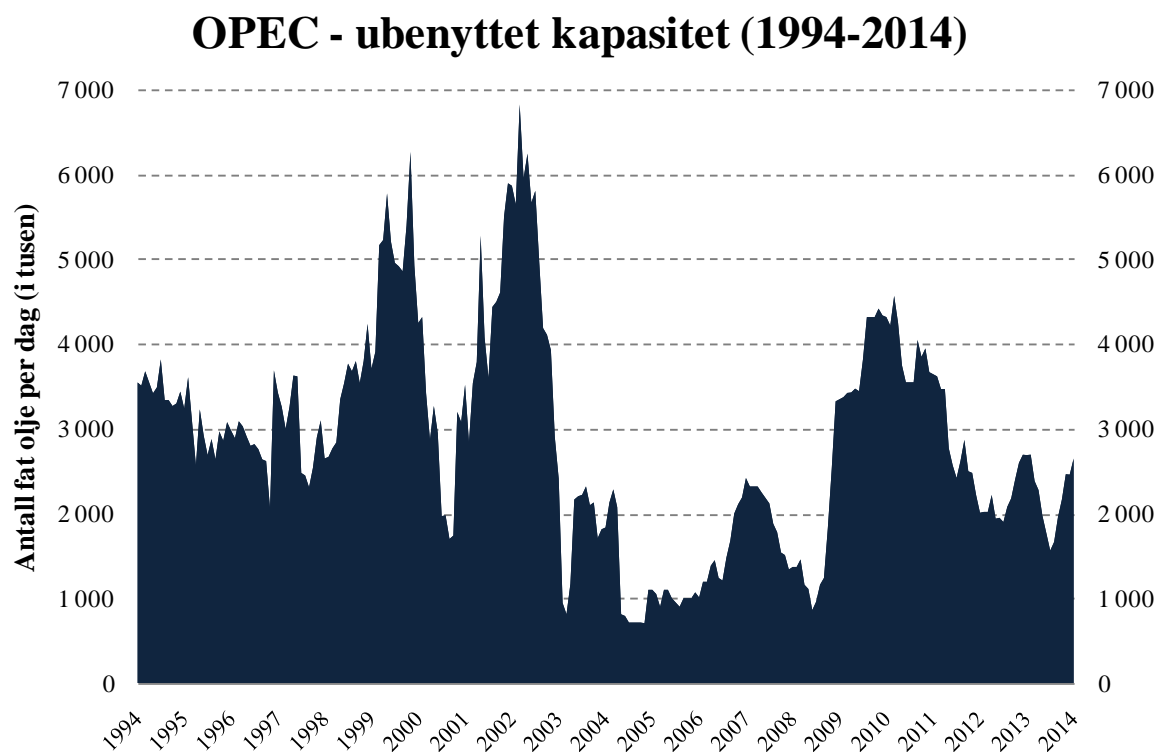
Figur 9: Global fordeling av oljeproduksjon (BP 2013)

Selv om OPEC har stått for en økende andel av den globale oljeproduksjonen siden midten av 1980-tallet, er det non-OPEC-landene som står for omlag 60 % av den totale oljeproduksjonen. Blant disse landene stod USA og Canada for 14 %, Russland for 13%, og Sør-Amerika for 9 % av den globale oljeproduksjonen. Norge er en miniputt å regne i denne sammenhengen, og produserte rundt 2 % på global basis.

### *OPEC-kartellet (Organization of the Petroleum Exporting Countries)*

Selv om OPEC-landene ”kun” står for omlag 40 % av den globale oljeproduksjonen, er det likevel ikke gitt at de ikke har muligheten til å produsere ytterligere. Og her kommer vi til kjernen i OPECs uttalte målsetting. Gjennom koordinering på tvers av landene i kartellet ønsker OPEC å sikre medlemslandene sine en stabil og lønnsom strøm av inntekter, samtidig som de tilbyr et effektivt og regelmessig tilbud av olje ut til markedene (OPEC 2014). I dette ligger det at de ikke ønsker å maksimere tilbud av olje til markedet, noe som i følge standard mikroøkonomisk teori vil flytte tilbudskurven utover og dermed senke prisnivået. Dette kan man se historisk, ved at OPEC i varierende grad utnytter den kapasiteten de har tilgjengelig.

Nedenfor er en graf hentet fra Thomson Datastream som illustrerer hvordan OPEC siden 1994 har hatt muligheten til å øke produksjonen dersom de hadde ønsket det. Kun i enkelte perioder har de vært under et kapasitetspress, og vi ser at den ubenyttede kapasiteten lå på under én million fat per dag da oljeprisen nådde rekordnivåer før finanskrisen i 2008.



Figur 10: OPEC - ubenyttet produksjonskapasitet (1994-2014)

OPEC består i dag totalt tolv medlemsland; Algeria, Angola, Ecuador, Iran, Irak, Kuwait, Libya, Nigeria, Qatar, Saudi Arabia, De Forente Arabiske Emirater, og Venezuela. Etter stiftelsen i 1960 har imidlertid ikke historien vært fri for uenigheter og splider innad i kartellet. OPEC var på randen til kollaps da prisene falt i 1986 som en følge av at Saudi Arabia – medlemslandet med desidert flest reserver – produserte for full kapasitet som en protest mot de resterende medlemslandene. Saudi Arabia leverte over halvannen million fat olje ekstra per dag til markedet, sammenlignet med året før. Dette førte til oljepriskollaps, og den totale inntekten til de fleste OPEC-medlemslandene sank betraktelig. Saudi Arabia kompenserte derimot for prisenfallet med å øke produksjonen i så stor grad slik at de kom relativt uberørt gjennom situasjonen økonomisk sett (Gately 1986).

Gjennom 1990-tallet (med unntak av Gulf-krigen) stabiliserte oljeprisen seg mellom 15 dollar per fat og 20 dollar per fat, et godt stykke over bunnen på 11 dollar per fat etter kollapsen

sommeren 1986. Problemer oppstod imidlertid nok en gang da Asia-krisen inntraff i 1997, hvor etterspørselen etter olje sank kraftig. Samtidig viste det seg at flere land i kartellet hadde et løssluppet forhold til produksjonskvoten de hadde blitt tildelt, og som en følge av dette ble markedet nok engang overforsynt med olje (Kohl 2002). Prisfallet på olje førte til at OPEC-landene mistet verdifulle eksportinntekter, som igjen gikk utover innbyggerne i disse landene da statsbudsjettene ble kuttet betraktelig. I mars 1999 ble det avholdt et OPEC-møte i Wien. Her dannet de grunnlaget for den fremtidige kvotereguleringen slik den fortsatt fungerer i dag, og i litteraturen hevdes det at det var fra dette møtet i 1999 at OPEC startet med *organisert prisstyring* (Barsky og Kilian 2004).

### *Situasjonen i USA*

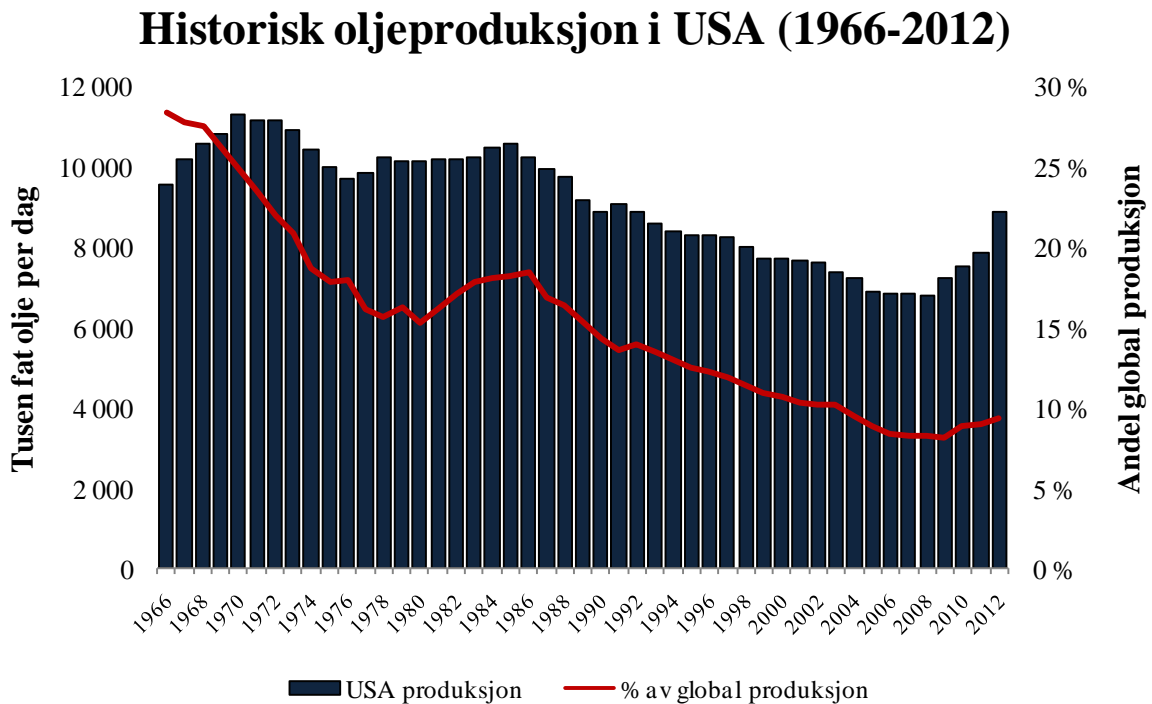
Siden denne utredningen har som formål å ta for seg utviklingen i WTI-prisen, kan det være gunstig å gjennomgå kort de fundamentale aspektene ved USAs posisjon i oljemarkedet.

USA har gjennom historien vært ledende på produksjon av olje, til tross for at de har langt lavere oljereserver enn flere andre aktører. Oljereservene til USA har ligget stabilt på mellom 30 og 35 milliarder fat olje de siste tjue årene (BP 2013). Med 35 milliarder fat olje påviste reserver pr. utgangen av 2012, er dette kun 2,1 % av verdens totale påviste oljereserver.

På oljekonsum, derimot, er situasjonen annerledes. Pr. utgangen av 2012 konsumerte USA hele 18,5 millioner fat olje per dag, noe som tilsvarer oppimot 20 % av det totale oljekonsumet i verden på nesten 90 millioner fat per dag.

USAs ”peak oil” mener man inntraff i 1970, da de hadde oljeproduksjon på 11,3 millioner fat per dag. Siden den gang har produksjonen i USA hatt en langsiktig nedadgående trend inntil produksjonen startet å øke igjen på slutten av 2000-tallet. Figuren nedenfor illustrerer hvordan utviklingen i USAs oljeproduksjon har vært historisk sett, og hvordan USAs posisjon som leverandør av olje har endret seg gjennom tiden.



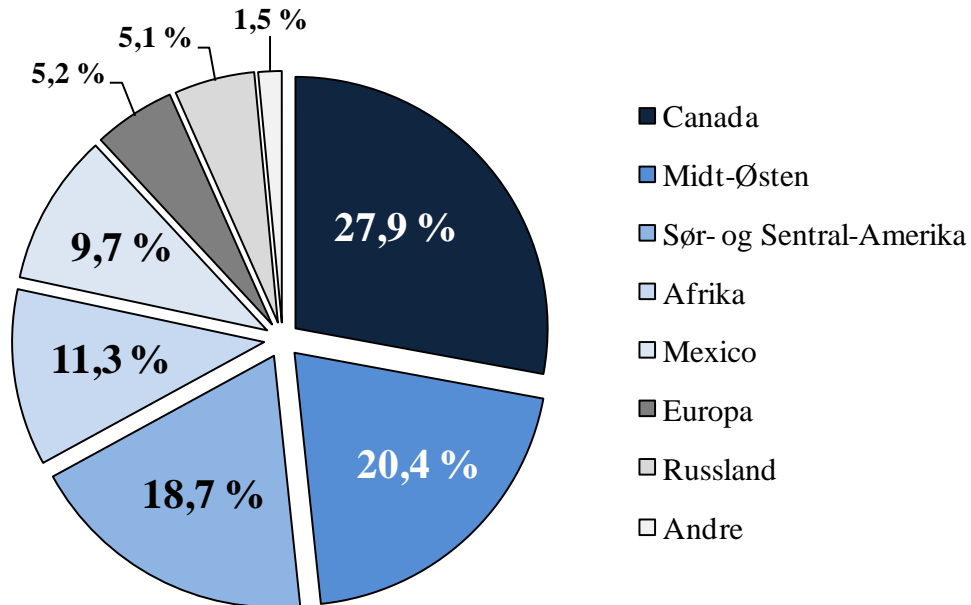


*Figur 11: Oljeproduksjon i USA (1966-2012)*

Vi ser at USA har gått fra å produsere nesten én tredel av all olje i verden på midten av 1960-tallet, til å stå for kun 10 % av global oljeproduksjon ved utgangen av 2012.

Med et konsum som overgår produksjonen har USA vært nødt til å importere olje fra andre deler av verden. Toppunktet nådde de i 2005 da hele 66 % av innenlands oljekonsum var importert. Siden da har imidlertid USA sin avhengighet av oljeforsyninger fra resten av verden vært avtakende. Dette er som en følge av nedgang i konsum, samtidig som de har hatt økt vekst i innenlands produksjon (EIA 2013b). I 2012 konsumerte USA 18,5 millioner fat olje per dag, hvorav 10,5 millioner fat var importert fra andre deler av verden. Diagrammet nedenfor viser at majoriteten av oljeimporten stammer fra Canada, Sør- og Sentral-Amerika, og Midtøsten. Dette gjør at USA står overfor en vedvarende risiko for fall i oljeleveranser som er utenfor deres kontroll, dersom det skulle oppstå produksjons- eller leveringstrøbbel fra landene som eksporterer. Dette gjelder i særlig stor grad eksportlandene i Sør-Amerika og Midtøsten, som historisk sett har vært preget av uro og spenning.

## USA - importert olje (2012)



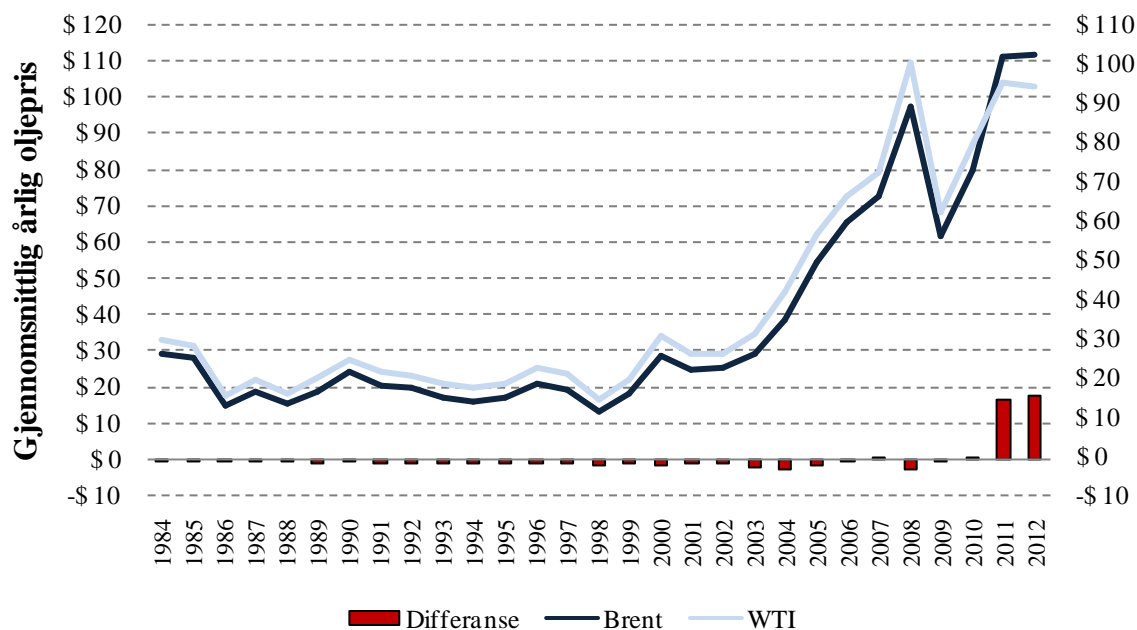
Figur 12: USAs oljeimport i 2012 (BP 2013)

I kraft av dette innførte Kongressen i USA på 1970-tallet et forbud mot eksport av råolje, med mindre man fikk lisens av myndighetene. Målet med denne lovgivningen var å konservere innenlandsk oljeproduksjon, og dermed minimere avhengigheten av importert olje fra utenlandske stater. Denne lovgivningen er regulert i *Energy Policy and Conservation Act* som ble underskrevet av president Gerald Ford i 1975. Den er fortsatt gjeldende per dags dato, men flere, bl.a. Brown et al. (2014), argumenterer for at eksportforbudet bør fjernes etter at oljeproduksjonen i USA har steget, og sannsynligvis antas å stige ytterligere i fremtiden.

### Leveringsutfordringer i Cushing, Oklahoma

Generelt sett har prisen på WTI-kontrakter og Brent-olje fulgt hverandre relativt jevnt gjennom historien. Som grafen nedenfor viser har WTI generelt vært priset en anelse høyere enn Brent – helt inntil 2011. Grunnen til at WTI-kontraktene prises med en rabatt på over 15 dollar per fat ligger i at knutepunktet for oljeleveranser i USA i Cushing, Oklahoma har blitt oversvømt med olje. Denne oljen stammer fra økt produksjon i North Dakota i tillegg til oljesand som kommer inn med rørledning fra Canada. Med begrenset rørledningkapasitet ut av anlegget, er det dermed blitt en utfordring å få all oljen ut til markedet, noe som har ført til at WTI er priset med rabatt i forhold til Brent-oljen med hovedbase i Nordsjøen (Borenstein og Kellogg 2014).

## Priser på Brent-olje og WTI (1984-2012)



Figur 13: Prisdifferanse mellom Brent-olje og WTI (BP 2013)

### Ukonvensjonell oljeutvinning og USAs fremtid

Amerikansk oljeproduksjon har økt kraftig etter bunnivået i 2008, da de produserte 6,8 millioner fat olje per dag. Siden da har de hatt en jevn økning i produksjon, og i 2012 var tallet hele 8,9 millioner fat per dag – en økning på over 30 % siden 2008 (BP 2013). Bakgrunnen til denne økningen finner vi i utvinning av såkalt *ukonvensjonell olje*. Mer konkret kalles dette skiferolje – på amerikansk *shale oil* eller *tight oil*. I korte trekk blir denne oljen utvunnet ved at man sprøyter vann, sand og kjemikalier ned i bergartene, slik at disse sprekker og åpner seg slik at oljen flyter ut. På fagspråket kalles denne utvinningsmetoden for *hydraulic fracking* (Øverland 2013).

Hvordan dette vil påvirke den amerikanske oljesituasjonen i fremtiden er ennå uvisst og beheftet med stor usikkerhet. EIA (2014) melder at det ble produsert 3,22 millioner fat olje per dag fra skiferolje i fjerde kvartal 2013. Siden teknologien rundt fracking fortsatt er på et tidlig stadium er det usikkert hvor stort potensial skiferoljen har i form av fremtidig produksjonsnivå. AEO (2014) spår i sin før-utgivelse at innenlandsk oljeproduksjon vil øke til 9,6 millioner fat per dag i 2016, for deretter å begynne å falle fra 2019. De påpeker imidlertid at disse anslagene om fremtiden er ekstremt usikre, og at de vil avhenge av teknologi, ressursgrunnlag og politiske avgjørelser. Maugeri (2013) estimerer at produksjon fra

ukonvensjonell olje kan nå 5 millioner fat per dag i 2017, og at total oljeproduksjon fra USA vil være på 10,5 millioner fat per dag. Men han argumenterer også for at skiferoljeproduksjonen er kostbar og omdiskutert, og utsatt for oljeprisfall samt motstand fra miljøbevegelser.

## 3.2 Geopolitisk risiko

Som tidligere nevnt i kapittelet finner man store deler av verdens oljereserver og produksjon i land som historisk sett har vært preget av ustabilitet og politisk uro. Denne utredningen har som mål å ta for seg hvordan såkalte *geopolitiske hendelser* har innvirket på oljeprisens utvikling, og det vil derfor være fordelaktig å kort gjennomgå de mest vesentlige hendelsene siden 1987 og fram til i dag.

Barsky og Kilian (2004, 16-18) beskriver hvilken betydning kriger i Midtøsten har hatt for oljeprisen. Hovedessensen i den geopolitiske risikoen er faren for at produksjon og leveranser av olje fra Midtøsten kan bli forhindret som en følge av uroligheter eller krig. De argumenterer imidlertid for at det ikke er den midlertidige svekkelsen i oljetilbudet som alene fører til prisstigning, men heller en desto større økning i etterspørsel. Denne etterspørselen oppstår som en følge av at konsumentene blir usikre på nivået av fremtidige leveranser, og de ser seg dermed nødt til å mobilisere ved å umiddelbart øke nivået oljelagrene sine. Prisstigningen oppstår som en følge av at tilbudet på kort sikt vil være uelastisk (som tidligere beskrevet i kapittel 2.2).

Barsky og Kilian (2004) gjennomgår de mest vesentlige hendelsene som har oppstått i Midtøsten fra 1970 og frem til publiseringstidspunktet av deres studie. Jeg vil kort ta for meg de hendelsene som vil bli aktuelle for analysene senere i denne utredningen.

### *Invasjonen av Kuwait i 1990 etterfulgt av Gulf-krigen*

Denne konflikten hadde grobunn i nasjonale uenigheter mellom Irak og Kuwait helt tilbake til tiden da sistnevnte ble selvstendig i 1961. Irak invaderte Kuwait i august 1990 etter at de beskyldte Kuwait for å ha pumpet opp olje fra den irakiske siden av landenes felles grense. I tillegg protesterte Irak mot det de hevdet var overproduksjon fra Kuwait sin side, som førte til lavere oljepriser og et press på den nasjonale økonomien i Irak som en følge av lavere oljeinntekter. FN initierte en handelsboikott mot Irak, og åpnet for bruk av militærmakt dersom de ikke hadde trukket seg ut av Kuwait innen 15. januar 1991. Det gjorde ikke

---

irakiske styrker, og noen dager senere startet USA og de allierte styrkene omfattende angrep mot Irak og Kuwait. Irak trakk seg ut av Kuwait kort tid etter dette, og våpenstillstand inntrådte 28. februar 1991. Da hadde begge land blitt utsatt for store ødeleggelser på oljeinstallasjoner som førte til kraftig stans i produksjon. Irak og Kuwait sto til sammen for produksjon av 4,2 millioner fat olje per dag før krigsutbruddet i 1989. I 1990 var den gjennomsnittlige daglige produksjonen nede i 3,1 millioner fat, og i 1991 produserte de to landene til sammen knapt 470.000 fat olje per dag. Ikke før 1998 var Irak og Kuwait tilbake til samme produksjonsnivå som før krigen startet i 1989. Det totale oljetilbudet fra Midtøsten sank derimot ikke som en følge av dette, i stor grad fordi Saudi-Arabia økte produksjonen kraftig (BP 2013).

### *USAs invasjon av Irak i 2003*

På folkemunne kalt ”Den andre Golfkrigen” inntraff da USA ledet en multinasjonal styrke med bakgrunn i krigen mot internasjonal terrorisme. Formålet med invasjonen var å styrte Saddam Hussein og hans regime fra makten i landet, og dermed bidra til å sikre demokratisering av Irak. Krigen ble relativt kortvarig, og varte fra 20. mars til 1. mai 2003, da USAs president George W. Bush erklærte krigen for over.

### *”Den arabiske våren” fra desember 2010 og fram til i dag*

En fellesbetegnelse på demonstrasjoner, opprør, protester og borgerkriger som oppstod i en rekke land i Nord-Afrika og Midtøsten fra desember 2010. Per dags dato har det ført til regimeendringer i Tunisia, Egypt, Libya og Jemen. I tillegg oppstod det opprør i Syria – et opprør som fortsatt er pågående per dags dato.

For olje- og gassektoren har spesielt uroen i Egypt og Libya hatt en ødeleggende og negativ innvirkning. Egypt er ingen stor oljeproducent på global basis (med 728.000 fat olje per dag i 2012), men landet administrerer to viktige transportåre for olje gjennom Suez-kanalen og SUMED-rørledningen (*Suez-Mediterranean pipeline*). Omtrent 5 % av all sjøtransport av olje foregår gjennom Suez-kanalen, og SUMED-rørledningen har en kapasitet på totalt 2,4 million fat olje per dag. Risikoen rundt Egypt har først og fremst vært betinget rundt stans eller ødeleggelser langs disse viktige transportårene. Dersom dette skulle oppstå er den alternative transportruten langs sørspissen av Afrika rundt Kapp det gode håp, en enorm omvei som fører til langt større tidsbruk og høyere transportkostnader (Bahgat 2012).

Libya er en større aktør, sammenlignet med Egypt, med oljeproduksjon på rundt halvannen million fat per dag. Der prosessen med å velte tidligere president Mubarak av makten i Egypt var relativt kortvarig og preget av lite vold, var det adskillig mer dramatisk rundt Gaddafi-regimet i Libya. Under en langvarig krig mellom styrker internt i landet – og senere innblanding fra NATO – ble flere oljefelt, terminaler og raffinerier angrepet og skadet underveis. En stor del av den attraktive lette, søt-oljen Libya bringer til markedet forsvant under urolighetene. En olje som ikke er så lett å erstatte på kort sikt, som forklart tidligere i kapittel 2.

I tillegg til disse langvarige konfliktene som er nevnt ovenfor, kan man også argumentere for at ekstraordinære hendelser kan slå inn som en umiddelbar geopolitisk risikofaktor. Kilian og Barsky (2004, 18) nevner flere historiske hendelser som Israels invasjon av Libanon i 1982, den pågående uroen mellom Palestina og Israel, og krigen i Afghanistan fra 2001. Sistnevnte stammer som en følge av terrorangrepene på World Trade Center og andre prominente mål i USA den 11. september 2001, og vil være naturlig å regne med i analysene i denne utredningen.

I tillegg til de som er nevnt her vil også den omfattende oljestreiken i Venezuela mellom 2002-03 inkluderes, i tillegg til de dramatiske terroristangrepene på oljeinstallasjoner i Nigeria i 2006.

---

## 4. METODE

### 4.1 Regresjon

Regresjon handler om å beskrive og evaluere forholdet mellom en gitt variabel (kjent som den *avhengige variabelen*) og én eller flere andre variabler (kjent som de *uavhengige variablene* eller *forklaringsvariabler*). Mer spesifikt ønsker man å undersøke hvordan den avhengige variabelen vil reagere på endringer i én eller flere av forklaringsvariablene (Brooks 2008).

I sin enkleste form kan man uttrykke en regresjonsmodell med en enkel forklaringsvariabel (univariat modell). Da antas det at man har et lineært forhold mellom avhengig variabel  $y$  og forklaringsvariabel  $x$ . Formelt sett vil en slik regresjonslikning formuleres slik:

$$y_t = \alpha + \beta x_t + u_t$$

Her vil  $\alpha$  være en konstant som inngår i likningen og representerer verdien av  $y$  når  $x$  er lik null. Det siste leddet i likningen,  $u$ , representerer et tilfeldig feilledd.

Denne regresjonslikningen estimeres ved hjelp av en metode kjent som *Ordinary Least Squares (OLS)*, eller Minste Kvadraters Metode. Den går ut på å minimere den vertikale avstanden mellom datapunktene og den estimerte (lineære) regresjonslinjen. Den estimerte variabelen på tidspunkt  $t$  vil benevnes som  $\hat{y}_t$ , og dette vil være den predikerte verdien av  $y$  på tidspunkt  $t$ . Feilleddet, representert ved  $\hat{u}_t$ , vil være residualen for den nevnte observasjonen – som er differansen ( $y_t - \hat{y}_t$ ) mellom den egentlige verdien av  $y$  og den verdien av  $y$  som modellen predikerer. Regresjonslinjen er blir dermed estimert gjennom å minimere kvadratet av alle disse  $\hat{u}_t$ . Man minimerer nettopp kvadratet av alle residualene for å unngå at positive og negative verdier kansellerer ut hverandre. Fremgangsmåten for å minimere disse residualene kan gjøres kjent gjennom en såkalt tapsfunksjon:

$$L = \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2 = \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}x_t)^2$$

Hvor  $L$  står for *residual sum of squares (RSS)*, som er summen av samtlige residualer i likningen. Gjennom å minimere  $L$  med hensyn til variablene  $\hat{\alpha}$  og  $\hat{\beta}$  vil man komme fram til en linje som ligger tettest opp til de observerte verdiene.

I denne utredningen vil man nyttiggjøre seg av multivariat regresjonsanalyse, altså estimere flere enn én forklaringsvariabel. Denne kan formuleres slik:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + \cdots + \beta_k x_{kt} + u_t, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Her er hver koeffisient antatt å ha en partiell innvirkning på den avhengige variabelen, dersom man eliminerer eller holder de andre koeffisientene konstante. For eksempel vil  $\hat{\beta}_2$  måle effekten av  $x_2$  på  $y$  etter å ha eliminert effektene av  $x_3, x_4, \dots, x_k$ .

Fremgangsmåten for å estimere regresjonsmodellen er i all hovedsak den samme som for en univariat modell, og vil ikke gjennomgå i detalj her. Jeg viser til Brooks (2008, 91 og 117-119) for de som ønsker å gjennomgå utledningen nærmere.

### *Forutsetningene bak den lineære regresjonsmodellen*

For at den lineære regresjonsmodellen skal kunne gi robuste resultater og predikasjoner, hviler det fem forutsetninger bak som må være oppfylt for at modellen kan omtales som *BLUE*. Dette akronymet står for *Best Linear Unbiased Estimators*, og går ut på følgende:

- *Best*: OLS-estimatoren  $\hat{\beta}$  har minst varians blant alle lineære, objektive estimatorene.
- *Linear*:  $\hat{\alpha}$  og  $\hat{\beta}$  er lineære estimatorene.
- *Unbiased*: Gjennomsnittlig vil estimatene av  $\hat{\alpha}$  og  $\hat{\beta}$  være lik deres egentlige virkelige verdi.
- *Estimator*:  $\hat{\alpha}$  og  $\hat{\beta}$  er estimatorene av den virkelige verdien av  $\alpha$  og  $\beta$ .

De fem forutsetningene er som følger:

1.  $E(u_t) = 0$ 
  - Feilleddet har et forventet middeltall på null.
2.  $var(u_t) = \sigma^2 < \infty$ 
  - Variansen til feilleddet er konstant og uendelig over alle verdier av  $x_t$ .
3.  $cov(u_i, u_j) = 0$ 
  - Feilleddene er lineært uavhengige av hverandre.
4.  $cov(u_t, x_t) = 0$ 
  - Det finnes ikke noe forhold mellom feilleddet og den tilsvarende  $x_t$  verdien.
5.  $u_t \sim N(0, \sigma^2)$ 
  - Residualene er normalfordelte.



---

## 4.2 Robusthetsanalyse av modellen

De fem nevnte forutsetningene i foregående avsnitt bør evalueres etter man har utviklet en regresjonsmodell. For å evaluere disse forutsetningene eksisterer det spesielle, matematiske metoder og diagnosetester som kan fortelle noe om hvorvidt forutsetningene er brutt eller ikke.

Den første forutsetningen vil aldri bli brutt dersom man inkluderer et konstantledd i regresjonslikningen (Brooks 2008, 131). Alle regresjonslikninger i denne utredningen vil inkludere konstantledd, så jeg vil dermed se bort fra de forstyrrelsene et eventuelt brudd på denne forutsetningen ville gitt.

Den andre forutsetningen er bedre kjent på fagspråket som forutsetningen om *homoskedastisitet*. Dersom feilleddene ikke har konstant varians, vil de være *heteroskedastiske*. Et eksempel på dette kan være at variansen i  $\hat{u}_t$  øker systematisk med  $x_{2t}$ . Dette kan testes formelt f.eks ved en Breusch-Pagan-test (Brooks 2008), hvor nullhypotesen er at feilleddet er homoskedastisk. En tilstrekkelig høy p-verdi (over 5% eller 10% avhengig av ønsket signifikansnivå) kan dermed fortelle mer konkret om det forekommer heteroskedastisitet i regresjonslikningen. Konsekvensene av å bruke en regresjonslikning med innfall av heteroskedastisitet er at den ikke lenger vil være *BLUE*. OLS-estimatoren vil fortsatt gi konsistente og objektive koeffisientestimatorer, men den vil ikke lenger oppleve minst varians blant alle lineære, objektive estimatorer. Dette gjør at standardfeilene i hver koeffisient kan være utsatt for feil, og hypotesetester kan føre til misledende svar (Brooks 2008, 135).

Den tredje forutsetningen er at det ikke finnes noen kovarians mellom feilleddene. Dersom denne forutsetningen blir brutt, så har vi *autokorrelasjon*, et problem som først og fremst rammer tidsseriedata. Et eksempel på *positiv autokorrelasjon* kan være hvis residualen på tidspunkt  $t - 1$  er positiv, vil også residualen på tidspunkt  $t$  være positiv. Et eksempel på *negativ autokorrelasjon* kan være at dersom residualen på tidspunkt  $t - 1$  er positiv, vil residualen på tidspunkt  $t$  være negativ. Det man dermed ønsker er at residualen  $\hat{u}_t$  over tid ikke skal være preget av å ha et særegent bevegelsesmønster, men heller opptre som relativt tilfeldig. For å teste om regresjonslikningen opplever førsteordens autokorrelasjon har man Durbin-Watson-testen. Kort fortalt tester den om det eksisterer et forhold mellom feilleddet på tidspunkt  $t$  og tidspunkt  $t - 1$ . For utledning og en mer detaljert forklaring rundt testen viser

jeg til Brooks (2008, 144-146). DW-testen vil alltid ha en verdi på mellom 0 og 4. Dersom DW er lik 0 vil det være perfekt positiv autokorrelasjon i feilledet. Dersom DW er lik eller nær 2 tyder det på at det ikke finnes bevis for autokorrelasjon i feilledet. Hvis DW er lik 4 opplever man perfekt negativ autokorrelasjon i feilledet. Konsekvensene av å ha en regresjonslikning som bryter med forutsetningen om ingen autokorrelasjon er den samme som for heteroskedastisitet. OLS-estimatoren vil fortsatt gi konsistente og objektive koeffisientestimatorer, men den vil ikke lengre oppleve minst varians blant alle lineære, objektive estimatorer – med andre ord vil den ikke være *Best*.

Den femte forutsetningen går ut på at feilledet må være normalfordelt. Dette er en forutsetning som først og fremst gjelder for at man skal kunne gi mest mulig korrekte svar dersom man foretar hypotesetesting hvor normalfordelingskurven tas til etterretning. Man kan med letthet observere hvordan feilledet er fordelt grafisk gjennom et histogram, men i tillegg kan man også utføre en Jarque-Bera-test hvor nullhypotesen er at feilledet er normalfordelt. Dermed er det ønskelig med en høy p-verdi for å unngå og forkaste denne. Et brudd på denne forutsetningen er imidlertid ikke ansett som å være særlig alvorlig. Så lenge man har et stort nok antall observasjoner vil et brudd på denne forutsetningen være så godt som ubetydelig (Brooks 2008, 164). En mulig metode man kan benytte seg av for å minimere sjansen for at denne forutsetningen blir brutt, er å isolere ekstremverdier (såkalte uteliggere) ved bruk av dummyvariabler.

I tillegg til disse nevnte forutsetningene ovenfor, har man også en implisitt forutsetning i OLS-estimeringsmetoden at forklaringsvariablene ikke er korrelert med hverandre. Dette er bedre kjent som *multikollinearitet*. Praktisk sett vil det alltid være en grad av samkorrelasjon mellom de ulike forklaringsvariablene, og dette er heller ikke ansett som noe problem. Det kan derimot oppstå et problem dersom forklaringsvariablene har en *for* stor grad av samkorrelasjon. Det er vanskelig å teste direkte for multikollinearitet, og den enkleste måten man kan oppdage det på er ved å undersøke en korrelasjonsmatrise av alle forklaringsvariabler i modellen. Brooks (2008) illustrerer at en korrelasjon på 0,8 mellom to variabler er et eksempel på et multikollinearitetproblem.

### *Stasjonaritet*

En siste forutsetning man må oppfylle er at dataene benyttet i regresjonsanalysen er betraktet som *stasjonære*. Det vil si at de har konstant gjennomsnittsverdi, varians og kovarians (Brooks 2008, 318). Dersom man benytter seg av ikke-stasjonære data til regresjonsanalyse

kan dette føre til såkalte *spuriøse* regresjoner. Problemet oppstår dersom tidsserien følger en trend med *random walk*. Dette betyr at eventuelle sjokk i tidsseriedataen vil være konsistente, som gjør at tidsserien ikke vil ha en konstant gjennomsnittsverdi.

I denne utredningen er dette problemet blitt unngått ved å omformulere samtlige variabler i regresjonslikningene til endringsvariabler. Dette gjør tidsserien stasjonær ved at eventuelle sjokk ikke blir betraktet som konsistente. For å forsikre meg rundt dette er det også blitt foretatt såkalt ”*unit root*” testing av alle variabler. Her benyttes det Dickey-Fuller-testen som er formulert slik:

$$y_t = \phi y_{t-1} + u_t$$

Hvor nullhypotesen er at  $\phi = 1$  (tidsserien inneholder en enhetsrot). Det er dermed ønskelig med en testverdi som er høy nok til at nullhypotesen kan forkastes. Nedenfor er en tabell med alle DF-testverdier for variabler som er inkludert i analysene.

<b>Variabler</b>	<b>Dickey-Fuller</b>	
	<b>testverdi</b>	<b>P-verdi</b>
Avkastning spot	-12,273	0,000
Volatilitet spot	-6,316	0,000
Industriell produksjon	-13,360	0,000
S&P500	-12,794	0,000
Oljelager	-12,715	0,000
USD/EUR	-12,613	0,000
Oljeproduksjon, USA	-15,616	0,000
Yield-kurven	-11,627	0,000

*Tabell 1: Testresultater rundt stasjonaritet*

Denne tabellen viser at samtlige nullhypotesen om enhetsrot kan forkastet for alle variabler. Dermed vil alle tidsserier som blir benyttet til analysen være å betrakte som stasjonære.

## 5. DATA

### 5.1 Oljepriser

Oljeprisen er en sentral variabel i analysene, både med tanke på avkastning og volatilitet. Data rundt oljepris er hentet fra U.S Energy Information Administration sine hjemmesider. For spotprisen er det blitt benyttet månedlige sluttpriser på West Texas Intermediate med tilholdssted i Cushing, Oklahoma fra 1. januar 1987 fram til 31. desember 2013. Futuresprisene er hentet fra samme sted, og disse blir regulert av markedsplassen NYMEX. Månedlige sluttpriser er hentet fra kontrakt én, to, tre og fire på WTI-oljen. Samtlige av disse variablene er blitt omgjort til månedlig avkastning fra januar 1987 fram til desember 2013, som gir totalt 324 observasjoner.

Volatiliteten er blitt målt på de samme produktene som nevnt i forrige avsnitt. Her har det først blitt kalkulert den daglige volatiliteten innenfor hver måned (totalt 324 måneder). Deretter har denne daglige volatiliteten blitt omregnet til annualisert volatilitet som vil bli benyttet i analysen.

### 5.2 Indikatorer

#### *Oljeproduksjon i USA*

Månedlig produksjon i USA målt i tusen fat olje per dag er hentet fra U.S. Energy Information Administration. Variabelen som benyttes i analysen er prosentvis endring i månedlig produksjon fra januar 1987 til desember 2013.

#### *Industriell produksjon i USA*

Sesongjustert månedlig prosentvis endring i industriell produksjon i USA som er hentet fra Economic Research, Federal Reserve Bank of St. Louis. Se kapittel 2.3 for mer om hva som inngår spesifikt i denne indikatoren.

#### *Standard & Poors 500*

Månedlig sluttkurs fra aksjeindeksen fra januar 1987 til desember 2013. Variabelen som benyttes i analysen er mer bestemt månedlig avkastning fra denne brede aksjeindeksen.

### *Amerikanske oljelagre*

De kommersielle råoljelagrene som blir utgitt ukentlig av U.S. Energy Information Administration. Merk at dette ekskluderer den strategiske petroleumsreserven på om lag 695 millioner fat olje. Siden dette opprinnelig utgis ukentlig er utgivelsen nærmest den aktuelle månedsslutt blitt betraktet i analysen. Måles som prosentvis endring fra måned til måned i analysene.

### *Yield-kurven*

Rentenivå på amerikansk 10-årig statsobligasjon fratrukket renten på 3-måneders statsobligasjon. Data er hentet fra Economic Research, Federal Reserve Bank of St. Louis. Gjennomsnittsverdien i den aktuelle måneden er betraktet som månedlig observasjon i analysene. Måles som prosentvis endring fra måned til måned i analysene.

### *USD/EUR-kursen*

Månedlig sluttkurs hentet fra Thomson Reuters Datastream. Variabelen som benyttes er månedlig endring i USD/EUR. Det tas utgangspunkt i ECU-kursen før innførelsen av EUR som elektronisk valuta 1. januar 1999, da EUR erstattet ECU til et 1:1-forhold (par).

## 5.3 Geopolitiske hendelser

Dette er kvalitative variabler i analysen, og de vil fremstilles gjennom bruk av dummyvariabler. Tankegangen er å undersøke hvorvidt disse spesifikke hendelsene har hatt en signifikant effekt på avkastning og/eller volatilitet. Pindyck (2003) gjennomførte en lignende analyse da han undersøkte volatiliteten i gasspriser under Enron-skandalen i 2001. Jeg har inkludert totalt seks geopolitiske hendelser i analysen:

- ”*Kuwait-Irak*”: Iraks invasjon av Kuwait, også kjent som ”Gulfkrigen”.
  - August 1990 – februar 1991
- ”*WTC*”: Terrorangrepet på USA og World Trade Center den 11. september 2001, med påfølgende uro i Afghanistan.
  - September 2001 – november 2001
- ”*Venezuela*”: Streiken blant oljearbeidere i Venezuela som førte til full produksjonsstans
  - Desember 2002 – februar 2003
- ”*Irak-krigen*”: Invasjon av Irak med mål om å avsette diktatoren Saddam Hussein.

- Mars 2003 – april 2003
- ”Nigeria”: Terrorangrep på oljeinstallasjon i Nigeria.
  - April 2006 – mai 2006
- ”Arab Spring”: Den ”arabiske våren” med borgerkriger og uro i flere land i Midtøsten. Avgrenset til avsettelsen av Gaddafi i Libya.
  - Februar 2011 – oktober 2011

## 6. RESULTATER

Analysen er blitt foretatt ved å dele opp datasettet i to ulike tidsperioder, fra nå av kjent som *første tidsperiode* og *andre tidsperiode*. Den første perioden inneholder observasjoner fra og med januar 1987 til og med desember 1998. Den andre perioden inneholder observasjoner fra og med januar 1999 til og med desember 2013. Bakgrunnen for denne oppsplittingen av data er å undersøke hvorvidt det har oppstått historiske endringer rundt de fundamentale faktorenes påvirkning av oljeprisen. Begrunnelsen for det spesifikke skjæringspunktet ved 1998 og 1999, er at det var fra 1999 OPEC-kartellet startet med det vi i dag kjenner som organisert prisstyring (detaljer rundt dette står i kapittel 3.1). Etter som oljeproduksjonen er antatt å øke ytterligere fra USA i årene fremover, mener jeg det er fornuftig å tro at OPEC ønsker å fortsette med sine tiltak i fremtiden for å forsøke og holde oljeprisen på et høyt nivå. Dermed vurderer jeg at resultatene fra andre tidsperiode kan være representative for hvordan de fundamentale faktorene vil påvirke oljeprisen også i nærmeste fremtid.

Dette kapittelet er strukturert i fire deler. Først vil det foretas en deskriptiv analyse av oljeprisen og faktorene involvert i analysen. Deretter vil avkastning og volatilitet gjennomgås med og uten dummyvariabler for hele tidsperioden, første tidsperiode og andre tidsperiode. Det vil også være kommentarer rundt robustheten til resultatene fra hver periode.

Ytterligere diskusjoner og analyser av regresjonsresultatene vil foregå i kapittel 7.

### 6.1 Deskriptiv statistikk

Innledningsvis vil det gjennomgås generelle statistiske tendenser i de variablene som blir inkludert i analysen, i tillegg til enkle korrelasjonsmatriser for alle tre tidsperioder. Avkastning- og volatilitetsverdier for futureskontraktene vil ikke bli inkludert direkte i dette kapittelet som en følge av at de ligger veldig tett opptil verdiene fra spotprisen. Deskriptiv statistikk inkludert tilsvarende tall fra futureskontrakter ligger inkludert i appendikset til utredningen.

<i>(N=324)</i>	WTI-oljepris (spot):		Industriell produksjon	S&P500	Oljelager	USD/EUR	Olje- produksjon	Yield- kurven
	Avkastning	Volatilitet						
Gjennomsnitt	0,006	0,348	0,000	0,006	0,001	0,001	0,000	0,004
Median	0,011	0,311	0,001	0,012	0,001	0,003	-0,001	-0,010
Maksimum	0,365	1,740	0,044	0,124	0,106	0,091	0,190	0,830
Minimum	-0,391	0,117	-0,074	-0,245	-0,077	-0,107	-0,205	-0,950
Standardavvik	0,091	0,184	0,010	0,045	0,029	0,030	0,026	0,244
Skevhets	-0,141	2,699	-2,403	-1,124	0,054	-0,343	-1,233	0,338
Kurtose	4,880	15,335	20,482	6,736	3,218	3,731	30,382	3,883

*Tabell 2: Deskriptiv statistikk av analysevariabler (1987-2013)*

Her ser vi et mer begripelig bevis på problemstillingen rundt stasjonaritet i kapittel 4, ved at gjennomsnittsverdien for samtlige variabler med unntak av oljeprisvolatilitet er lik eller veldig nær null. Dette er som en følge av at samtlige variabler foruten volatilitet er tatt på endringsform fra måned til måned. Volatiliteten er som tidligere nevnt regnet som den annualiserte volatiliteten innenfor hver månedlige observasjonsperiode.

Maksimum- og minimumsverdiene for både avkastning og volatilitet viser hvor dramatiske svingninger oljeprisen kan oppleve kun innenfor et tidsrom på én måned. Hendelsen med 36,5 prosent positiv endring skjedde i september 1990. Denne brå bevegelsen kom direkte som en følge av at Irak invaderte Kuwait og det oppsto store usikkerheter rundt produksjon og levering fra disse stedene. Noen måneder senere i Gulf-krigen opplevde vi også en måned med en ekstrem annualisert volatilitet på hele 174 prosent. Dette inntraff i januar 1991, da koalisjonsstyrker ledet av USA startet invasjonen av Irak. Den største negative måneden målt i avkastning er oktober 2008. Dette var i innledningsfasen av den påbegynnende globale finanskrisen, hvor storbanken Lehman Brothers hadde blitt slått konkurs måneden før. Disse to store begivenhetene illustrerer hvor dramatisk oljeprisen kan skifte på kort tid, både med tanke på geopolitiske situasjoner og realøkonomiske kriser.

Industriell produksjon er et mål på aktivitetsnivået i økonomien, og en gjennomsnittsverdi på rundt null er forventet. Vi ser at den opplever et større minimumsnivå enn maksimumsnivå. Dette er som en følge av at resesjoner inntreffer med langt større ekstremverdier enn den generelle oppgangskonjunktoren i økonomien.

Vi ser at S&P500 – som også er en indikator på nivået i økonomien – opplever langt større månedlige fluktasjoner sammenlignet med industriell produksjon. Det som imidlertid er spesielt med aksjeindeksen er at den historisk sett har opplevd måneder med et kraftig negativt sjokk, uten at man nødvendigvis har sett konturene av tilsvarende negative sjokk andre steder i økonomien. Et eksempel på dette er måneden med minimumavkastning som var i oktober 1987 med hele 24,5 prosent negativ avkastning. Dette sjokket stammer hovedsaklig



fra den såkalte ”Black Monday”, som inntraff 19. oktober 1987, da aksjeindekser over hele verden opplevde ekstreme fall. Selv om børsverdiene ble barbert med én fjerdedel, opplevde denne måneden en positiv utvikling både i oljepris og industriell produksjon.

	(N=324)	Avkastning	Volatilitet	Ind.pro	S&P500	Lager	USD/EUR	Produksjon	Yield
1987 - 2013	Avkastning	1,00							
	Volatilitet	-0,25***	1,00						
	Ind.pro	0,09	-0,24***	1,00					
	S&P500	0,06	-0,11*	0,00	1,00				
	Lager	-0,19***	0,07	0,01	0,03	1,00			
	USD/EUR	0,21***	-0,02	-0,03	0,10*	-0,11*	1,00		
	Produksjon	-0,13**	0,03	0,48***	-0,02	0,22***	0,01	1,00	
	Yield	0,11*	0,09	0,04	-0,06	0,08	-0,06	0,06	1,00
	1987 - 1998	(N=144)	Avkastning	Volatilitet	Ind.pro	S&P500	Lager	USD/EUR	Produksjon
Avkastning		1,00							
Volatilitet		-0,13	1,00						
Ind.pro		0,02	-0,13	1,00					
S&P500		-0,22***	0,04	-0,12	1,00				
Lager		-0,18**	-0,02	-0,03	-0,01	1,00			
USD/EUR		0,16*	0,01	0,01	-0,15*	-0,08	1,00		
Produksjon		-0,14	0,14*	0,19**	-0,04	0,17**	-0,06	1,00	
Yield		0,15*	0,21**	0,05	-0,22***	0,18**	-0,03	0,16*	1,00
1999 - 2013	(N=180)	Avkastning	Volatilitet	Ind.pro	S&P500	Lager	USD/EUR	Produksjon	Yield
	Avkastning	1,00							
	Volatilitet	-0,38***	1,00						
	Ind.pro	0,12	-0,32***	1,00					
	S&P500	0,27***	-0,24***	0,03	1,00				
	Lager	-0,20***	0,14*	0,02	0,07	1,00			
	USD/EUR	0,25***	-0,05	-0,04	0,30***	-0,12*	1,00		
	Produksjon	-0,14*	-0,03	0,54***	-0,00	0,25***	0,03	1,00	
	Yield	0,07	-0,01	0,05	0,06	0,03	-0,08	0,02	1,00

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10

Tabell 3: Korrelasjonsmatriser fra hele perioden, første tidsperiode og andre tidsperiode

Disse korrelasjonsmatrisene viser sammenhengen mellom variablene gjennom hele perioden, første tidsperiode og andre tidsperiode. Det første man kan se ut fra disse tallene er at variablene industriell produksjon og oljeproduksjon er kraftig korrelert med hverandre, særlig i andre tidsperiode. Dette er hovedsakelig som en følge av to elementer; for det første inngår amerikansk oljeproduksjon direkte som en del av aktivitetsnivået industriell produksjonsindeksen forsøker å måle. For det andre ser vi også at verdien øker drastisk for andre tidsperiode sammenlignet med første tidsperiode. Dette er sannsynligvis som en følge av at oljeproduksjonen har økt kraftig fra 2007 og utover, og blitt en mer fremtredende innsatsfaktor i amerikansk industri.

Vi ser at forholdet mellom avkastning og volatilitet er signifikant negativt gjennom hele perioden. Dette står litt i strid med det Pindyck (2003) finner i sin forskning, hvor han finner at oljepris og volatilitet er positivt korrelerte med en koeffisient på 0,37. Hans datasett strekker seg imidlertid kun fra mai 1990 til februar 2003. Dermed inneholder ikke hans

datasett perioden med finanskrisen, hvor oljeprisen opplevde høy volatilitet og falt kraftig fra 145 dollar per fat i juli 2008 til 30 dollar per fat i desember samme år. I datasettet som denne utredningen benytter er hele åtte av ti de mest volatile månedene assosiert med negativ avkastning. Fem observasjoner kan knyttes direkte til finanskrisen, og tre observasjoner kan knyttes til Gulf-krigen.

Selv om variablene industriell produksjon og oljeproduksjon korrelerer mer enn man skulle ønske når de skal benyttes til regresjonsanalyse, vil jeg benytte variablene uten modifikasjoner fremover i analysene. Dette er fordi jeg anser de som to helt essensielle variabler for at analysen skal bli så gjennomgripende som mulig. Selv om en korrelasjonskoeffisient på 0,54 ikke er optimal når begge skal operere som forklaringsvariabler, er det likevel ikke et alvorlig problem som vil hemme de endelige analyseresultatene. Dermed anser jeg dataene som robuste med tanke på multikollinearitetsproblemet.

## 6.2 Modellspesifikasjoner

Modellen som skal analyseres er satt opp på følgende måte:

$$\Delta Avkastning_t = \alpha + \sum_{n=1}^k \beta_n Makrofaktor_{n,t} + \sum_{m=1}^l \gamma_m Geopolitisk faktor_{m,t} + \varepsilon_t$$

$$\Delta Annualisert volatilitet_t = \alpha + \sum_{n=1}^k \beta_n Makrofaktor_{n,t} + \sum_{m=1}^l \gamma_m Geopolitisk faktor_{m,t} + \varepsilon_t$$

hvor

$$t = \begin{cases} 1987 - 2013 \\ 1987 - 1998 \\ 1999 - 2013 \end{cases}$$

Her er dermed endring i avkastning og volatilitet en lineær funksjon av  $k$  uavhengige makrofaktorer, og  $l$  geopolitiske dummyvariabler. Feilledet  $\varepsilon$  fanger opp eventuelle manglende variabler, datafeil og hvit støy.

## 6.3 Hele perioden: 1987 – 2013

### Avkastning

Variabler	Avkastning, WTI 1987 – 2013					Inkludert dummyvariabler				
	Spot	1m	2m	3m	4m	Spot	1m	2m	3m	4m
<i>(N=324)</i>										
Oljeproduksjon, USA	-0,650*** (-3,038)	-0,655*** (-3,046)	-0,640*** (-3,177)	-0,627*** (-3,294)	-0,613*** (-3,389)	-0,669*** (-3,148)	-0,668*** (-3,130)	-0,642*** (-3,210)	-0,620*** (-3,278)	-0,600*** (-3,336)
Industriell produksjon, USA	1,567*** (2,921)	1,578*** (2,928)	1,517*** (3,001)	1,450*** (3,037)	1,392*** (3,068)	1,551*** (2,922)	1,548*** (2,905)	1,466*** (2,935)	1,384*** (2,929)	1,318*** (2,931)
S&P500	0,101 (0,955)	0,094 (0,882)	0,111 (1,111)	0,131 (1,388)	0,148 (1,647)	0,142 (1,360)	0,134 (1,280)	0,146 (1,488)	0,162* (1,743)	0,176** (1,983)
Oljelager, USA	-0,441** (-2,567)	-0,436** (-2,524)	-0,363** (-2,241)	-0,309** (-2,022)	-0,266* (-1,828)	-0,395** (-2,314)	-0,392** (-2,290)	-0,329** (-2,047)	-0,284* (-1,872)	-0,248* (-1,715)
Yield-kurven	0,050** (2,562)	0,047** (2,423)	0,043** (2,321)	0,040** (2,307)	0,039** (2,337)	0,061*** (3,082)	0,059*** (2,981)	0,054*** (2,898)	0,051*** (2,903)	0,049*** (2,936)
USD/EUR	0,622*** (3,889)	0,633*** (3,940)	0,623*** (4,135)	0,599*** (4,202)	0,574*** (4,245)	0,612*** (3,874)	0,625*** (3,942)	0,617*** (4,150)	0,593*** (4,216)	0,569*** (4,252)
Konstant	0,004 (0,876)	0,004 (0,861)	0,004 (0,892)	0,004 (0,919)	0,004 (0,941)	0,005 (1,068)	0,005 (1,111)	0,006 (1,216)	0,006 (1,298)	0,006 (1,349)
Kuwait-Irak						-0,019 (-0,581)	-0,023 (-0,703)	-0,028 (-0,909)	-0,032 (-1,114)	-0,035 (-1,270)
WTC						-0,119** (-2,424)	-0,126** (-2,549)	-0,123*** (-2,665)	-0,120*** (-2,734)	-0,114*** (-2,724)
Venezuela						0,094* (1,908)	0,091* (1,848)	0,078* (1,682)	0,067 (1,540)	0,059 (1,426)
Irak-krigen						-0,187*** (-3,142)	-0,191*** (-3,189)	-0,175*** (-3,110)	-0,156*** (-2,947)	-0,140*** (-2,780)
Nigeria						0,022 (0,361)	0,017 (0,287)	0,014 (0,257)	0,014 (0,257)	0,014 (0,286)
Arab Spring						0,011 (0,381)	0,009 (0,311)	0,005 (0,198)	0,003 (0,113)	0,001 (0,057)
Justert R <sup>2</sup>	0,111	0,110	0,112	0,113	0,116	0,148	0,149	0,150	0,150	0,150
Jarque-Bera	29,16	34,78	46,17	50,65	52,11	53,93	62,44	82,89	87,60	88,12
Breusch-Pagan	0,101	0,100	0,050	0,041	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Durbin-Watson	1,874	1,868	1,818	1,785	1,760	1,904	1,897	1,846	1,816	1,793

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10 (Tall oppgitt i parentes under estimat er t-verdi)

Tabell 4: Regresjonsanalyse for avkastning gjennom hele perioden (1987-2013)

Her ser vi resultatene fra regresjonen på hele analyseperioden fra januar 1987 til og med desember 2013. På venstre side av tabellen fremkommer resultatene fra regresjonen ekskludert dummyvariabler. På høyre side av tabellen fremkommer resultatene fra regresjonen inkludert de dummyvariablene som eksisterer innenfor den valgte dataperioden. Alle variabler er oppgitt i prosentvis endring fra måned til måned, slik at tallene representerer positiv (eller negativ) endring i avkastning på oljepris per måned målt i hele prosent.

Vi ser at oljeproduksjon har en negativ innvirkning på avkastningen, og er signifikant på 1 %-nivå langs alle kontrakter. Industriell produksjon har ikke overraskende positiv innvirkning på oljeprisen. Vi ser også at både oljeproduksjon og industriell produksjon har størst effekt på 1-månederskontrakten. Signifikansnivået øker derimot i takt med kontraktslengde, som man kan

se ut fra at t-verdiene oppgitt i parentes under estimatene. S&P500 gir knapt noen effekt på oljeprisen, og er heller ikke signifikant ved noen av kontraktslengdene (hvis vi ser bort fra regresjonene med geopolitiske dummyvariabler). En økning i de kommersielle oljelagrene påvirker oljeprisen negativt, men det er viktig å legge merke til at både effekt og signifikans avtar kraftig jo lengre kontrakten er. Effekten blir nesten halvert fra spot til 4-måneders futureskontrakten. En endring i yield-kurven har en signifikant, men ikke spesiell stor positiv effekt på oljeprisen. Det vil si at dersom den lange renten (i dette tilfellet 10-årig amerikansk statsobligasjon) øker mer enn den korte renten (3-måneders amerikansk statsobligasjon), så vil månedlig avkastning på oljeprisen øke.

Ved å inkludere de geopolitiske dummyvariablene i regresjonen ser vi at det ikke endrer spesielt på estimatene eller signifikansen for noen av de seks makrofaktorene. "Kuwait-Irak" omhandler perioden fra Gulf-krigen tidlig på 1990-tallet, og den er verken positiv eller signifikant. Dette kommer som en følge av at perioden fra august 1990 fram til februar 1991 opplevde ekstreme svingninger i oljepris (og dermed avkastning). Faktisk var oljeprisen ved invasjonens slutt den 28. februar 1991 lavere (19,4 dollar per fat) enn dagen før Kuwait invaderte Irak (20,6 dollar per fat).

Terrorangrepene på USA og hovedsakelig World Trade Center i 2001 har en signifikant negativ effekt på oljeprisen. Det er imidlertid vesentlig å nevne at 24. september inntraff et enormt prisfall på råolje som gjorde at spotprisen falt med hele 17 prosent kun på én dag. Dette prisfallet har sannsynligvis større rot i den mindre resesjonen man opplevde i USA i 2001 under og etter terrorangrepet (Kliesen 2003).

Dummyvariabelen som representerer oljearbeiderstreiken i Venezuela ga en positiv signifikant avkastning på de tidlige kontraktene, men effekten og signifikansen faller bort ved lengre kontrakter.

Irak-krigen, som varte gjennom mars og april i 2003, har en meget signifikant og sterk negativ innvirkning på oljeprisavkastningen. Nigeria og "Arab Spring" har ingen innvirkning på oljeprisavkastningen i følge disse analysene.

## Volatilitet

Annualisert volatilitet, WTI 1987 – 2013						Inkludert dummyvariabler				
<i>(N=324)</i>										
Variabler	Spot	1m	2m	3m	4m	Spot	1m	2m	3m	4m
Oljeproduksjon, USA	1,177*** (2,664)	1,139*** (2,688)	1,291*** (3,678)	1,300*** (4,100)	1,305*** (4,273)	0,759* (1,930)	0,700* (1,868)	0,942*** (2,958)	0,989*** (3,417)	1,015*** (3,612)
Industriell produksjon, USA	-5,834*** (-5,264)	-5,760*** (-5,420)	-4,881*** (-5,543)	-4,648*** (-5,846)	-4,382*** (-5,720)	-4,746*** (-4,831)	-4,654*** (-4,970)	-4,009*** (-5,039)	-3,878*** (-5,365)	-3,667*** (-5,221)
S&P500	-0,410* (-1,870)	-0,354* (-1,683)	-0,286 (-1,644)	-0,336** (-2,140)	-0,391** (-2,579)	-0,461** (-2,381)	-0,392** (-2,127)	-0,312** (-1,992)	-0,360** (-2,527)	-0,413*** (-2,986)
Oljelager, USA	0,169 (0,477)	0,045 (0,132)	0,032 (0,114)	-0,022 (-0,085)	-0,067 (-0,273)	0,459 (1,455)	0,372 (1,236)	0,275 (1,075)	0,194 (0,835)	0,132 (0,586)
Yield-kurven	0,062 (1,539)	0,057 (1,461)	0,044 (1,367)	0,031 (1,068)	0,018 (0,648)	0,010 (0,265)	0,006 (0,165)	0,004 (0,126)	-0,004 (-0,135)	-0,014 (-0,549)
USD/EUR	-0,065 (-0,196)	-0,055 (-0,173)	-0,136 (-0,518)	-0,121 (-0,510)	-0,134 (-0,585)	-0,099 (-0,339)	-0,064 (-0,229)	-0,138 (-0,584)	-0,116 (-0,539)	-0,123 (-0,588)
Konstant	0,353*** (35,597)	0,343*** (36,189)	0,307*** (39,023)	0,287*** (40,431)	0,275*** (40,078)	0,336*** (36,900)	0,327 (37,753)	0,294*** (39,874)	0,275 (41,149)	0,263*** (40,502)
Kuwait-Irak						0,539*** (8,940)	0,549*** (9,555)	0,406*** (8,300)	0,358*** (8,066)	0,331*** (7,663)
WTC						0,280*** (3,069)	0,271*** (3,126)	0,269*** (3,648)	0,234*** (3,498)	0,230*** (3,537)
Venezuela						0,009 (0,103)	0,009 (0,107)	0,000 (0,003)	-0,017 (-0,252)	-0,030 (-0,462)
Irak-krigen						0,417*** (3,778)	0,283*** (2,691)	0,204** (2,287)	0,164** (2,017)	0,139* (1,758)
Nigeria						-0,016 (-0,147)	-0,058 (-0,556)	-0,439 (-0,492)	-0,042 (-0,514)	-0,041 (-0,515)
Arab Spring						0,010 (0,193)	0,023 (0,461)	0,044 (1,030)	0,050 (1,288)	0,053 (1,400)
Justert R <sup>2</sup>	0,084	0,083	0,092	0,105	0,107	0,296	0,304	0,275	0,276	0,266
Jarque-Bera	1629,06	2045,65	3479,56	1155,05	540,19	271,43	415,92	819,87	271,98	164,01
Breusch-Pagan	0,005	0,004	0,010	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Durbin-Watson	1,048	0,992	1,017	0,969	0,962	1,280	1,211	1,197	1,121	1,095

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10 (Tall oppgitt i parentes under estimat er t-verdi)

Tabell 5: Regresjonsanalyse for annualisert volatilitet gjennom hele perioden (1987-2013)

Denne tabellen viser resultatene fra en regresjon på annualisert volatilitet gjennom hele tidsperioden. Regresjonen er utført slik at en månedlig endring i påvirkningsvariablene i hele prosent vil ha en positiv (eller negativ) innvirkning på den annualiserte volatiliteten. Eksempelvis ser vi at en månedlig endring på én prosent i industriell produksjon vil senke den annualiserte volatiliteten med 5,8 prosent. Oljeproduksjon har en positiv effekt på volatiliteten. Det er også vesentlig å legge merke til hvordan både effekten og signifikansnivået øker betraktelig utover kontraktslengdene. S&P500 har, i likhet med industriell produksjon, også en negativ innvirkning på volatiliteten. Den er imidlertid ikke like signifikant og langt fra like sterk som industriell produksjon. Verken oljelager, yield-kurven eller valutakursen har noen som helst innvirkning på volatiliteten til oljeprisen.

Dummyvariablene er interessante i denne sammenhengen. Det man kan merke seg aller først er at samtlige som er signifikante også er veldig sterkt positive. Vi ser for eksempel av Kuwait-Irak at Gulf-krigen i seg selv økte den annualiserte volatiliteten med hele 53,9 prosent på spotkontrakten. WTC-dummyen er også signifikant positiv, men som nevnt i foregående kapittel er denne effekten mer sannsynlig et resultat av reisesjonen man opplevde på senhøsten 2001. Irak-krigen hadde også en sterk positiv effekt på spotkontrakten, men vi ser at både effekten og signifikansen avtar drastisk, og at den kun er signifikant på 10 %-nivå på 4-månederskontrakten. I likhet med avkastningsdelen har verken Nigeria eller "Arab Spring" noen innvirkning her, selv om sistnevnte viser tendenser til å bevege seg mot signifikante nivåer jo lengre kontraktsnivået er.

Vi ser at konstanten i dette tilfellet er sterkt signifikant med en t-verdi rundt 40 på enkelte kontrakter. Konstanten kan tolkes som den annualiserte volatiliteten dersom alle seks faktorer ikke antas å endre seg fra måned til måned. Den deskriptive analysen i kapittel 6.1 viser at – over tid – vil gjennomsnittsverdien for de seks faktorene i regresjonen være veldig nær eller lik null. Dermed kan konstanten i dette tilfellet tolkes som den gjennomsnittlige annualiserte volatiliteten gjennom den aktuelle tidsperioden.

### *Robusthet*

I bunnen av tabellene finner vi tallene som kan fortelle oss om hvorvidt regresjonen er robust eller ikke. Vi ser på avkastningstabellen at den virker relativt solid, hvor nullhypotesen om homoskedastisitet ikke forkastes ved de tidligste kontraktene. Durbin-Watson er i nærheten av 2, slik at vi kan si at det ikke er spesielt sterke tegn til verken positiv eller negativ autokorrelasjon. Testen om normalfordelte feilledd ved Jarque-Bera har en verdi som fører til soleklar forkasting av nullhypotesen, men fordi antall observasjoner er tilstrekkelig høy kan man se bort fra dette.

For volatilitet er robustheten langt mer begrenset. Breusch-Pagan-testen vitner om heteroskedastisitet i alle regresjoner, og Durbin-Watson-testen viser klare tegn til positiv autokorrelasjon i residualene. Vi ser også at hypotesen om normalfordelte feilledd må forkastes. Begge de to sistnevnte viser imidlertid tegn til bedring ved bruk av dummyvariabler som fanger opp noen av de mest ekstreme volatilitetsbevegelsene, men det er likevel ingen tvil om at problemet med heteroskedastisitet er høyst tilstedeværende. Det vil si at feilleddene i modellen ikke har konstant varians, og modellen bommer som en følge av ekstremverdier blant annet fra Gulf-krigen (1990-1991) og finanskrisen (2008-2009).

## 6.4 Første tidsperiode: 1987 – 1998

### Avkastning

Variabler	Avkastning, WTI 1987 – 1998					Inkludert dummyvariabler				
	Spot	1m	2m	3m	4m	Spot	1m	2m	3m	4m
<i>(N=144)</i>										
Oljeproduksjon, USA	-0,745 (-1,621)	-0,752 (-1,626)	-0,836* (-1,936)	-0,842** (-2,084)	-0,814** (-2,141)	-0,668 (-1,414)	-0,661 (-1,392)	-0,748* (-1,687)	-0,746* (-1,802)	-0,713* (-1,830)
Industriell produksjon, USA	0,082 (-0,073)	0,107 (-0,095)	0,365 (0,346)	0,434 (0,440)	0,458 (0,493)	-0,117 (-0,101)	-0,128 (-0,110)	0,138 (-0,127)	0,187 (-0,184)	0,196 (-0,206)
S&P500	-0,315** (-2,000)	-0,329** (-2,083)	-0,293** (-1,984)	-0,258* (-1,868)	-0,228* (-1,752)	-0,316** (-2,004)	-0,331** (-2,090)	-0,294** (-1,992)	-0,260* (-1,879)	-0,229* (-1,766)
Oljelager, USA	-0,574** (-2,180)	-0,576** (-2,175)	-0,413* (-1,670)	-0,314 (-1,356)	-0,237 (-1,090)	-0,623** (-2,288)	-0,633** (-2,316)	-0,468* (-1,835)	-0,374 (-1,567)	-0,301 (-1,341)
Yield-kurven	0,066** (2,050)	0,066** (2,013)	0,056* (1,856)	0,052* (1,814)	0,048* (1,798)	0,071** (2,150)	0,071** (2,141)	0,062** (1,994)	0,057** (1,983)	0,054** (1,994)
USD/EUR	0,336 (1,474)	0,327 (1,424)	0,303 (1,413)	0,272 (1,360)	0,243 (1,287)	0,340 (1,486)	0,331 (1,441)	0,307 (1,431)	0,277 (1,382)	0,247 (1,314)
Konstant	0,001 (0,082)	0,000 (0,055)	0,001 (-0,085)	-0,001 (-0,153)	-0,001 (-0,201)	0,002 (-0,301)	0,002 (-0,315)	0,001 (0,190)	0,001 (0,170)	0,001 (0,162)
Kuwait-Irak						-0,025 (-0,730)	-0,029 (-0,859)	-0,028 (-0,889)	-0,031 (-1,033)	-0,032 (-1,162)
Justert R <sup>2</sup>	0,094	0,094	0,083	0,074	0,066	0,090	0,093	0,081	0,075	0,068
Jarque-Bera	18,38	22,65	38,64	52,11	64,84	25,38	30,26	49,30	63,43	76,95
Breusch-Pagan	0,003	0,003	0,002	0,004	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Durbin-Watson	1,718	1,725	1,673	1,674	1,690	1,724	1,732	1,679	1,682	1,699

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10 (Tall oppgitt i parentes under estimat er t-verdi)

Tabell 6: Regresjonsanalyse for avkastning gjennom første tidsperiode (1987-1998)

Oljeproduksjon har en negativ effekt på avkastningen, men er ikke signifikant ved de to tidligste kontraktene. Industriell produksjon viser ingen tegn til signifikans gjennom den første tidsperioden, en stor forandring fra resultatene i forrige delkapittel, hvor industriell produksjon var signifikant positiv. S&P500 slår noe overraskende negativt inn på avkastningen, og er signifikant på 5 %-nivå ved de tre tidligste kontraktene. Oljelagerendring har en klar effekt på spotprisen og den påfølgende kontrakten, men blir en ubetydelig faktor i de lengre kontraktene. Yield-kurven gir omtrent lik effekt som for hele perioden, og USD/EUR gir ingen merkbar effekt med tanke på signifikans. Det kan dermed se ut som om en appresiering eller depresiering av den amerikanske dollaren (som oljen handles i) ikke hadde noen særlig effekt under denne tidsperioden. Kuwait-Irak-dummyvariabelen er negativ og ikke signifikant, og bakgrunnen for dette er forklart i forrige delkapittel.

## Volatilitet

Annualisert volatilitet, WTI 1987 – 1998						Inkludert dummyvariabler				
<i>(N=144)</i>										
Variabler	Spot	1m	2m	3m	4m	Spot	1m	2m	3m	4m
Oljeproduksjon, USA	2,066* (1,814)	1,612 (1,469)	1,253 (1,422)	1,196 (1,552)	1,195* (1,661)	0,292 (0,306)	-0,213 (-0,240)	-0,161 (-0,222)	-0,096 (-0,156)	-0,021 (-0,037)
Industriell produksjon, USA	-5,310* (-1,910)	-5,459** (-2,038)	-4,594** (-2,135)	-3,789** (-2,014)	-3,361* (-1,913)	-0,718 (-0,307)	-0,735 (-0,339)	-0,933 (-0,524)	-0,444 (-0,293)	-0,212 (-0,151)
S&P500	0,359 (0,922)	0,319 (0,850)	0,367 (1,220)	0,243 (0,922)	0,180 (0,733)	0,387 (1,216)	0,348 (1,177)	0,390 (1,609)	0,263 (1,276)	0,200 (1,041)
Oljelager, USA	-0,662 (-1,014)	-0,812 (-1,293)	-0,622 (-1,232)	-0,627 (-1,421)	-0,618 (-1,500)	0,451 (0,821)	0,332 (0,651)	0,265 (0,634)	0,183 (0,515)	0,145 (0,437)
Yield-kurven	0,208** (-2,598)	0,206*** (-2,664)	0,162*** (-2,611)	0,125** (-2,310)	0,105** (-2,076)	0,098 (1,475)	0,093 (1,497)	0,074 (1,463)	0,045 (1,046)	0,030 (0,741)
USD/EUR	0,237 (0,420)	0,266 (0,489)	0,127 (0,290)	0,118 (0,308)	0,121 (0,340)	0,154 (0,335)	0,181 (0,423)	0,061 (0,174)	0,057 (0,192)	0,065 (0,232)
Konstant	0,344*** (19,212)	0,334*** (19,376)	0,281*** (20,341)	0,257*** (21,276)	0,241*** (21,349)	0,305*** (19,858)	0,294*** (20,630)	0,250*** (21,439)	0,229*** (23,027)	0,214*** (23,214)
Kuwait-Irak						0,569*** (8,329)	0,586*** (9,233)	0,454*** (8,723)	0,415*** (9,360)	0,390*** (9,483)
Justert R <sup>2</sup>	0,053	0,052	0,054	0,043	0,036	0,368	0,413	0,389	0,414	0,416
Jarque-Bera	546,81	711,19	2186,52	1009,89	572,74	138,31	220,34	1139,84	437,32	217,32
Breusch-Pagan	0,000	0,001	0,003	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Durbin-Watson	1,134	1,098	1,110	1,040	1,023	1,591	1,662	1,687	1,657	1,652

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10 (Tall oppgitt i parentes under estimat er t-verdi)

Tabell 7: Regresjonsanalyse for annualisert volatilitet gjennom første tidsperiode (1987-1998)

Dersom man først retter blikket mot resultatene på venstreside uten bruk av dummyvariabler, finner vi totalt tre signifikante faktorer. Oljeproduksjon er positiv på alle kontrakter, men viser kun svak signifikans på 10 %-nivå for spot og 4-månederskontrakten. Industriell produksjon har en sterk negativ effekt her også, i likhet med resultatene for hele tidsperioden. Signifikansnivået er imidlertid langt svakere for den første tidsperioden. Blant de seks faktorene står her yield-kurven frem som mest signifikant, og en positiv endring gir økt volatilitet på 1 %-nivå ved 2- og 3-månederskontraktene.

Det mest interessante ved disse resultatene finner man hvis man tar høyresiden av tabellen i nærmere øyesyn. Man kan umiddelbart merke seg her at de tre faktorene som på venstreside (ekskludert dummyer) var signifikante, nå har mistet all form for signifikans. Ingen av de seks faktorene viser tegn til å ha noen som helst effekt på volatiliteten overhodet. Yield-kurven, som var signifikant på 1 %-nivå, har nå en t-verdi som ikke er tilstrekkelig til å unngå og forkaste nullhypotesen selv på 10 %-nivå. Det er innførelsen av dummyen som representerer perioden med Gulf-krigen som fører til de ekstreme resultatnyansene. Dette illustreres også ved den ekstreme økningen vi er vitne til i justert R<sup>2</sup>, som øker fra nivåer rundt 5 prosent til



over 40 prosent. Det vil si at modellene med dummyvariabel forklarer variasjonen i den avhengige variabelen (volatilitet) i langt større grad enn modellene uten dummyvariabel.

### *Robusthet*

I likhet med robusthetstallene fra hele tidsperioden, ser vi også her klare tendenser til heteroskedastisitet, men denne gang både for avkastning og volatilitet. På den positive siden virker det ikke å være særskilte problemer med autokorrelasjon for denne tidsperioden. Bruken av dummyvariabel for volatilitetsmodellene øker DW-testverdien fra et nivå på rundt 1 til 1,6. Selv om det øker robustheten til modellene er det imidlertid dermed ikke sagt at man ikke har inntreff av positiv autokorrelasjon i residualene. JB-testen om normalfordelte feilledd forkastes for både avkastning og volatilitet, men kan sees vekk fra på grunn av tilstrekkelig antall observasjoner.

## 6.5 Andre tidsperiode: 1999 – 2013

### Avkastning

Variabler	Avkastning, WTI 1999 – 2013					Inkludert dummyvariabler				
	Spot	1m	2m	3m	4m	Spot	1m	2m	3m	4m
<i>(N=180)</i>										
Oljeproduksjon, USA	-0,754*** (-3,017)	-0,762*** (-3,042)	-0,704*** (-2,993)	-0,677*** (-3,034)	-0,660*** (-3,105)	-0,804*** (-3,367)	-0,810*** (-3,387)	-0,741*** (-3,926)	-0,706*** (-3,296)	-0,684*** (-3,335)
Industriell produksjon, USA	2,005*** (3,200)	2,021*** (3,216)	1,855*** (3,145)	1,749*** (3,127)	1,676*** (3,144)	2,037*** (3,411)	2,047*** (3,424)	1,865*** (3,318)	1,750*** (3,267)	1,671*** (3,258)
S&P500	0,438*** (2,892)	0,434*** (2,861)	0,434*** (3,049)	0,440*** (3,257)	0,443*** (3,440)	0,516*** (3,537)	0,511*** (3,500)	0,500*** (3,643)	0,498*** (3,803)	0,494*** (3,942)
Oljelager, USA	-0,411* (-1,849)	-0,402* (-1,803)	-0,379* (-1,813)	-0,350* (-1,763)	-0,322* (-1,702)	-0,306 (-1,437)	-0,296 (-1,388)	-0,284 (-1,416)	-0,264 (-1,386)	-0,245 (-1,342)
Yield-kurven	0,026 (1,061)	0,023 (0,923)	0,020 (0,880)	0,019 (0,876)	0,019 (0,907)	0,038 (1,577)	0,035 (1,457)	0,032 (1,420)	0,031 (1,410)	0,029 (1,422)
USD/EUR	0,610*** (2,665)	0,634*** (2,763)	0,639*** (2,968)	0,625*** (3,064)	0,615*** (3,159)	0,572** (2,584)	0,600*** (2,712)	0,614*** (2,947)	0,605*** (3,048)	0,597*** (3,140)
Konstant	0,012* (1,908)	0,012* (1,921)	0,012** (2,009)	0,012** (2,079)	0,012** (2,145)	0,014** (2,210)	0,015** (2,282)	0,015** (2,434)	0,015** (2,529)	0,014** (2,594)
WTC						-0,119** (-2,442)	-0,125** (-2,571)	-0,123*** (-2,695)	-0,120*** (-2,746)	-0,113*** (-2,716)
Venezuela						0,103** (2,107)	0,100** (2,045)	0,084* (1,823)	0,072 (1,641)	0,063 (1,495)
Irak-krigen						-0,213*** (-3,623)	-0,217*** (-3,694)	-0,199*** (-3,598)	-0,180*** (-3,407)	-0,163*** (-3,220)
Nigeria						0,021 (0,349)	0,016 (0,266)	0,012 (0,211)	0,010 (0,196)	0,017 (0,212)
Arab Spring						0,002 (0,066)	-0,000 (-0,015)	-0,004 (-0,160)	-0,007 (-0,260)	-0,008 (-0,325)
Justert R <sup>2</sup>	0,178	0,179	0,189	0,199	0,201	0,258	0,262	0,267	0,270	0,272
Jarque-Bera	1,20	2,00	3,34	2,88	1,85	1,97	2,95	6,04	5,97	4,76
Breusch-Pagan	0,674	0,765	0,866	0,849	0,801	0,679	0,741	0,879	0,874	0,833
Durbin-Watson	2,081	2,066	2,007	1,947	1,899	2,201	2,183	2,117	2,052	1,999

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10 (Tall oppgitt i parentes under estimat er t-verdi)

Tabell 8: Regresjonsanalyse for avkastning gjennom andre tidsperiode (1999-2013)

Her ser vi at oljeproduksjon har en signifikant negativ sammenheng med avkastningen. Denne sammenhengen holder på 1 %-nivå gjennom alle kontrakter – også ved bruk av geopolitiske dummyvariabler. Industriell produksjon har en sterk positiv innvirkning på den månedlige avkastningen, noe som tyder på at det realøkonomiske aktivitetsnivået har stor betydning for utviklingen av oljeprisen. Aksjemarkedet – gjennom S&P500-indeksen – har også en signifikant positiv effekt på oljeprisen, selv om effekten kun er én fjerdedel av industriell produksjon. Offentliggjøringen av de kommersielle oljelagertallene er kun signifikant på 10 %-nivå, og ser ikke ut til å ha noen særlig effekt på oljeprisen. Når geopolitiske dummyvariabler inkluderes i modellen faller signifikansen til under egnet nivå, samtidig som effekten avtar gradvis med kontraktslengden. Yield-kurven har ingen signifikant effekt ved

noen kontrakter. Valutakursen er signifikant positiv gjennom alle kontrakter. Det vil si at en svekkelse i den amerikanske dollaren har en gunstig innvirkning på oljeprisen.

Hva angår de geopolitiske dummyvariablene ser vi at de har noenlunde samme effekt under modellene i denne andre tidsperioden som for hele tidsperioden. Det man kan legge merke til er at streiken i Venezuela her er signifikant på 5 %-nivå for de tidligste kontraktene. Irak-krigen har også både sterkere signifikans og effekt her sammenlignet med modellen for hele tidsperioden.

## Volatilitet

Variabler	Annualisert volatilitet, WTI 1999 – 2013					Inkludert dummyvariabler				
	Spot	1m	2m	3m	4m	Spot	1m	2m	3m	4m
(N=180)										
Oljeproduksjon, USA	0,764* (1,737)	0,818* (1,943)	1,011*** (2,840)	1,050*** (3,177)	1,055*** (3,241)	0,812* (1,950)	0,838** (2,056)	1,013*** (2,943)	1,052*** (3,261)	1,056*** (3,315)
Industriell produksjon, USA	-5,258*** (-4,764)	-5,256*** (-4,980)	-4,259*** (-4,769)	-4,160*** (-5,018)	-3,901*** (-4,778)	-5,213*** (-5,005)	-5,186*** (-5,090)	-4,177*** (-4,853)	-4,096*** (-5,077)	-3,843*** (-4,824)
S&P500	-0,882*** (-3,308)	-0,727*** (-2,854)	-0,633*** (-2,937)	-0,621*** (-3,102)	-0,654*** (-3,317)	-0,964*** (-3,786)	-0,791*** (-3,177)	-0,687*** (-3,267)	-0,675*** (-3,423)	-0,709*** (-3,643)
Oljelager, USA	0,688* (1,756)	0,553 (1,476)	0,446 (1,409)	0,366 (1,245)	0,289 (0,999)	0,519 (1,399)	0,438 (1,207)	0,361 (1,177)	0,296 (1,030)	0,226 (0,795)
Yield-kurven	0,009 (0,206)	0,000 (0,003)	0,000 (0,013)	-0,004 (-0,111)	-0,015 (-0,453)	-0,019 (-0,461)	-0,025 (-0,607)	-0,022 (-0,628)	-0,021 (-0,656)	-0,032 (-0,980)
USD/EUR	0,100 (0,249)	0,015 (0,039)	-0,054 (-0,166)	-0,070 (-0,230)	-0,110 (-0,369)	0,069 (-0,179)	0,025 (0,067)	-0,020 (-0,063)	-0,019 (-0,062)	-0,046 (-0,155)
Konstant	0,357*** (31,390)	0,349*** (32,090)	0,324*** (35,194)	0,307*** (35,923)	0,297*** (35,231)	0,350*** (30,999)	0,344*** (31,096)	0,319*** (34,189)	0,303*** (34,656)	0,294*** (33,957)
WTC						0,276*** (3,256)	0,265*** (3,197)	0,253*** (3,610)	0,213*** (3,233)	0,206*** (3,179)
Venezuela						-0,029 (-0,346)	-0,026 (-0,318)	-0,042 (-0,604)	-0,059 (-0,894)	-0,073 (-1,119)
Irak-krigen						0,420*** (4,102)	0,282*** (2,809)	0,192** (2,267)	0,146* (1,837)	0,118 (1,510)
Nigeria						-0,039 (-0,385)	-0,081 (-0,811)	-0,076 (-0,897)	-0,076 (-0,953)	-0,076 (-0,965)
Arab Spring						-0,011 (0,219)	-0,000 (-0,004)	0,013 (0,324)	0,018 (0,471)	0,019 (0,504)
Justert R <sup>2</sup>	0,167	0,160	0,156	0,171	0,168	0,263	0,222	0,221	0,219	0,213
Jarque-Bera	84,48	100,27	70,95	48,39	49,15	50,72	114,44	61,01	43,28	42,15
Breusch-Pagan	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Durbin-Watson	1,019	0,946	1,011	0,994	1,009	1,060	0,936	0,995	0,975	0,990

Signifikansnivå: \*\*\* 0,01 // \*\* 0,05 // \* 0,10 (Tall oppgitt i parentes under estimat er t-verdi)

Tabell 9: Regresjonsanalyse for annualisert volatilitet gjennom andre tidsperiode (1999-2013)

Her ser vi at oljeproduksjon har en positiv innvirkning på volatilitet, men det som er interessant er hvordan effekten tiltar i styrke jo lengre kontrakten er. Dette gjelder også signifikansen, som er økende i takt med kontraktslengde. En økning i industriell produksjon har en soleklar negativ innvirkning på volatilitet, men her er sammenhengen også like sterk for modellene som inkluderer geopolitiske dummyvariabler. Dette var ikke tilfellet for første

tidsperiode, hvor inkludering av Gulf-krigen gjorde at industriell produksjon ikke viste seg å ha noen signifikant påvirkning på volatilitet. S&P500 har i likhet med industriell produksjon en negativ effekt på volatilitet, dog i langt mindre grad. Verken oljelager, yield-kurven eller valutakursen virker å ha noen særlig effekt på volatiliteten i oljeprisen.

Blant dummyvariablene opplever vi omtrent samme effekt som modellene gjennom hele tidsperioden. Vi ser at WTC har en klar signifikant positiv effekt, dog kan dette med god sannsynlighet attribueres til resesjonen i 2001. Irak-krigen har en ekstrem effekt i de tidlige kontraktene (og spesielt spotprisen), men volatiliteten avtar og blir til slutt neglisjerbar for den lengste kontrakten.

### *Robusthet*

Avkastningsmodellene i andre tidsperiode opptrer generelt som svært solide og robuste. Det er ingenting som tyder på at det er tilstedeværelse av verken heteroskedastisitet eller autokorrelasjon. JB-verdiene viser også at feilleddene er normalfordelt, og nullhypotesen kan ikke forkastes.

For volatilitetsmodellene viser tallene langt større usikkerhet. Både DW- og Breusch-Pagan-testen viser at det feilleddene er heteroskedastiske og positivt autokorrellert. Dette kommer som en følge av ekstreme svingninger i flere av variablene under den globale finanskrisen.

---

## 7. ANALYSE

I dette kapitlet vil de mest interessante aspektene fra resultatene i kapittel 6 analyseres, drøftes og diskuteres nærmere. Strukturen vil være todelt, og funnene fra makroøkonomiske faktorer vil analyseres i første del, mens andre del vil bestå av de geopolitiske faktorene.

### 7.1 Makroøkonomiske faktorer

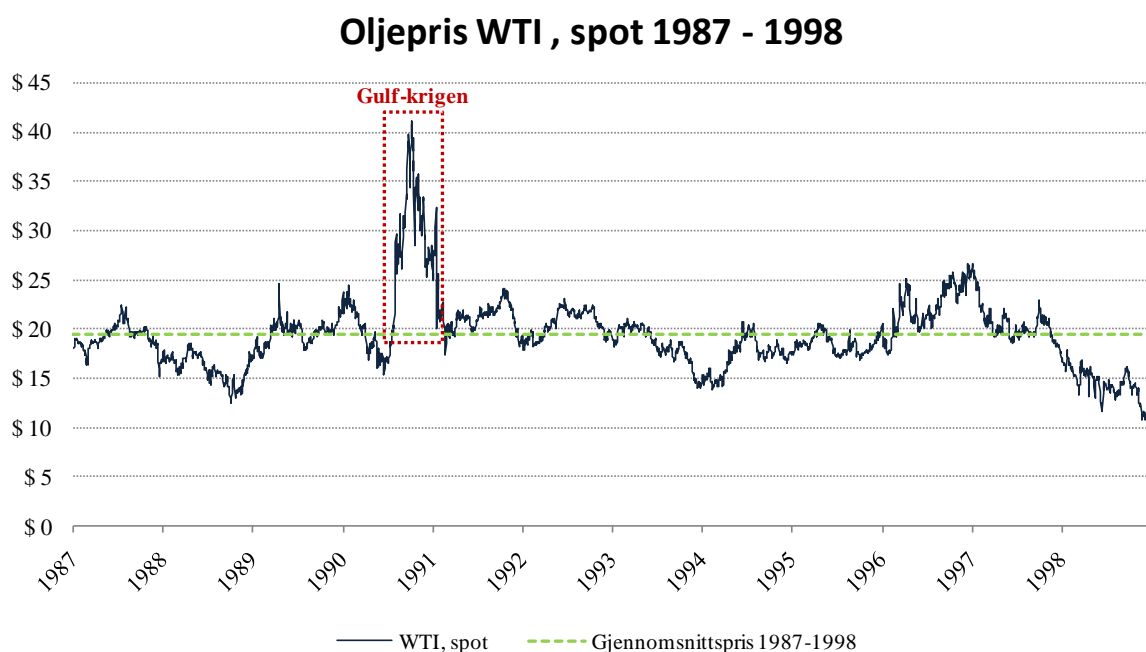
Det kan være interessant å sammenligne de to tidsperiodene, og se på hvordan påvirkningskraften til de ulike makroøkonomiske faktorene har endret seg over tid. Dersom man ser på oljeprisutviklingen med tanke på avkastning, ser man generelt sett en langt bedre tilpasning for dataene for den andre tidsperioden. Der er alle faktorer med unntak av yield-kurven signifikante på 10 %-nivå, hvorpå oljeproduksjon, industriell produksjon, S&P500 og valutakursen alle er signifikante helt nede på 1 %-nivå. Dersom man sammenligner dette med resultatene fra den første tidsperioden, kan man se at det har oppstått en synbar endring i måten faktorene påvirker oljeprisen. Industriell produksjon og valutakursen har overhodet ingen signifikant påvirkningskraft fra den første tidsperioden. S&P500 har negativt fortegn, men langt svakere signifikans sammenlignet med den andre tidsperioden. Oljeproduksjon viser nogenlunde lik effekt, men blir kun signifikant på 5 %-nivå først ved de lengste kontraktene. Interessant nok viser yield-kurven signifikans ved den første tidsperioden, men selve effekten den utøver på oljeprisen er neglisjerbar.

Disse funnene viser at realøkonomiske faktorer som industriell produksjon, aksjeindeksen og valutakursen spiller en langt større rolle for utviklingen av oljeprisen fra 1999 og fram til 2013. Dette underbygges ytterligere av resultatene fra samme modelloppsett utført på oljeprisens volatilitet. Modellen som tar for seg oljeprisvolatiliteten fra første tidsperiode viser signifikans på yield-kurven (1 %-nivå) og industriell produksjon (5 %-nivå). Dette er imidlertid på modellen uten dummyvariabelen som bygger inn effekten fra Gulf-krigen da Irak invaderte Kuwait i 1990-1991. Dersom denne geopolitiske faktoren bygges inn i modellen ser resultatene helt annerledes ut. Dette er visualisert i Tabell 7, hvor man kan se at ingen av de makroøkonomiske faktorene er signifikante dersom man inkluderer Gulf-krigen i modellen. I den andre tidsperioden er både industriell produksjon og aksjeindeksen signifikant på 1 %-nivå blant samtlige kontrakter. Dette forsterker argumentet om at det har oppstått et

historisk brudd i måten oljeprisen blir dannet. Man ser sterke indikasjoner på at det har skjedd en strukturell endring i oljeprisen et sted mellom de to tidsperiodene.

### 1987 – 1998

Figuren nedenfor illustrerer utviklingen i spotkontrakten på WTI-oljen fra 1987 fram til 1998. Her ser vi at den blå streken følger de daglige sluttkursene for spotkontrakten, og den grønne streken viser gjennomsnittsprisen (rett under 20 dollar per fat) for denne tidsperioden. Den røde firkanten viser tidsperioden hvor Gulf-krigen førte til et enormt prishopp – før det falt tilbake til gjennomsnittsnivået igjen.



*Figur 14: Daglige sluttkurser for WTI, spot fra 1987 til 1998 (EIA)*

Den grønne, prikkete linjen viser at oljeprisen har ligget tett opptil snittprisen gjennom hele denne tidsperioden. Unntaket var da prisen opplevde en dobling i løpet av kun noen få måneder under Gulf-krigen som varte fra august 1990 til februar 1991. Da Gulf-krigen ble erklært slutt var oljeprisen igjen tilbake på sitt normale nivå på rundt 20 dollar per fat. Prisen lå deretter rundt dette nivået de påfølgende årene, helt fram til man så tegn på et nytt ”brudd” mellom 1997 og 1998. Dette kan kobles opp mot resesjonen man opplevde i Asia som startet i juli 1997. Ved inngangen til 1999 falt oljeprisen til et historisk bunnivå på 10 dollar per fat.

## 1999 – 2013

Grafen nedenfor tar for seg samme aspekt som den som er blitt drøftet i forrige avsnitt, men med tidslinjen forskyvet frem til andre tidsperiode. Starten på denne perioden sammenfaller også med da OPEC startet en kampanje for å redusere produksjonen internt med mål om å øke oljeprisen fra bunnivået etter Asia-krisen (Kohl 2002).

### Oljepris WTI, spot 1999 - 2013



Figur 15: Daglige sluttkurser for WTI, spot fra 1999 til 2013 (EIA)

Her ser vi først og fremst at prisen har fluktuert langt mer fra gjennomsnittsprisen gjennom denne tidsperioden. Dette tyder på at det ikke ser ut til å eksistere noe fast ”normalnivå” for oljeprisen under denne tidsperioden. Etter Asia-krisen sent på 1990-tallet løftet oljeprisen seg til høyder som sist ble opplevd under tilbudskrisen i Gulf-krigen da den nesten nådde 40 dollar per fat i midten av år 2000. Deretter falt oljeprisen nok en gang tilbake til normalnivået på rundt 20 dollar etter resesjonen og oljeprisfallet etter terrorangrepene på USA i 2001. I første kvartal av 2003 så man en kraftig økning i oljepris opp mot ”tilbudskrisenivået” på 40 dollar per fat igjen. Dette kom som en følge av stor usikkerhet rundt fremtidig tilbud fordi aktørene i markedet forventet en nært forestående invasjon av Irak. Det kraftige prisfallet som oppstod under selve invasjonen (fra mars til april 2003) var et resultat av at oljeprisen hadde steget unaturlig mye i forkant, og at det ikke oppstod noen materielle skader på produksjonsfasiliteter i Irak (Barsky og Kilian 2005).

Det er derimot tidsperioden fra midten av 2003 og fram til 2013 som er interessant i denne sammenhengen. Her opplever vi at oljeprisen stiger til rekordhøye nivåer uten at det inntreffer betydningsfulle geopolitiske hendelser som i all hovedsak var hovedgrunnen til de periodevise prisøkningene under første tidsperiode. Fra midten av 2004 stiger oljeprisen over ”tilbudskrisenivået” fra Gulf-krigen på 40 dollar per fat. Derfra opplever den en stigende trend helt til det foreløpige historiske toppnivået inntreffer 3. juli 2008, da sluttnoteringen er på hele 145,31 dollar per fat. Deretter faller prisen kraftig når finanskrisen og den globale resesjonen inntreffer.

Hamilton (2013) beskriver den strukturelle endringen som har oppstått i oljeprisdannelsen mellom disse to tidsperiodene som denne utredningen tar for seg. Spesielt den enorme veksten fra fremvoksende markeder og land som Brasil, India og Kina har stått for majoriteten av den økende etterspørselsveksten etter råolje og de raffinerte produktene. Ved utgangen av den første tidsperioden denne utredningen tar for seg stod land fra fremvoksende markeder for kun 17 % av det globale petroleumskonsumet. Siden den gang har disse landene<sup>1</sup> stått for 69 % av den globale økningen i petroleumskonsumet. Hamilton (2013) peker på at de store bevegelsene i oljeprisen tidligere oppstod som en følge av utviklingen i Midtøsten. Men for de siste femten årene har den viktigste faktoren vært økende etterspørsel etter råolje og petroleumsprodukter fra disse nevnte landene. Et stort etterspørselspress kombinert med en stagnering i det generelle oljetilbudet har vært hovedårsaken til den enorme prisstigningen siden 2004. Geopolitiske uroligheter i Nigeria, Iran, Irak og flere andre prominente oljeproduserende land beskrives å ha vært med på å påvirke prisen, men det har ikke på langt nær bidratt til å øke oljeprisen på samme måte som hendelsene i Irak og Kuwait tidlig på 1990-tallet. I tillegg til at den globale oljeproduksjonen har avtatt gjennom denne tidsperioden, har også kostnadene ved oljeutvinning skutt i været. Dette gjelder både leting såvel som produksjon. Kostnadene på innsatsfaktorer som stålrør, oljerigger, oljeservicetjenester og sement kan også være delaktig i forklaringen på svekkelsen man har vært vitne til på tilbudssiden (Smith 2009). Dette kan være en del av forklaringen bak det faktum at oljeprisen ser ut til å ha stabilisert seg på et høyere ”normalnivå” under den andre tidsperioden sammenlignet med den første tidsperioden.

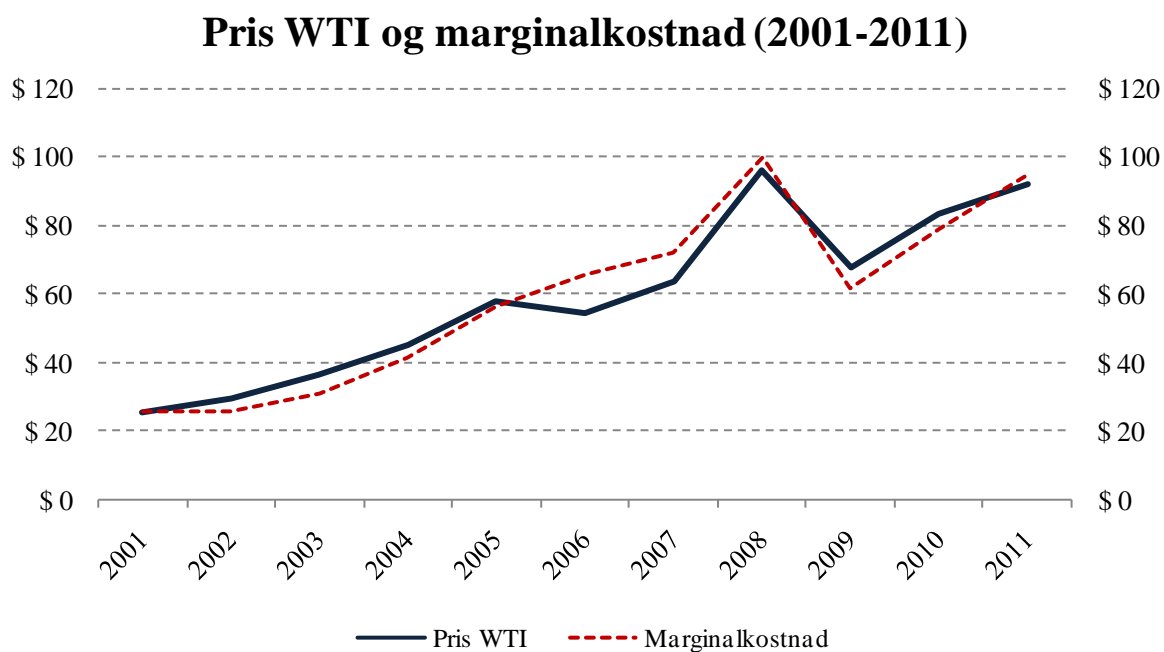
---

<sup>1</sup> Disse landene er: Brasil, Kina, Hong Kong, India, Singapre, Sør-Korea, Taiwan og Thailand



*Marginalkostnaden* ved å produsere olje – definert som kostnaden ved å utvinne det siste og dyreste fatet med olje som er nødvendig for å tilfredsstille etterspørselen – er i dette tilfellet et aktuelt tema. Enkelt fortalt kan man si at marginalkostnaden og oljeprisen bør være fundamentalt koblet opp mot hverandre på lang sikt, etter som ingen rasjonell aktør har insentiv til å utvinne olje til en pris under marginalkostnad.

Grafen nedenfor illustrerer hvordan marginalkostnaden har økt fra 2001 og fram til 2011, og hvordan denne har utviklet seg i forhold til den gjennomsnittlige årlige prisen på WTI-olje.



*Figur16: Gjennomsnittlig årlig pris på WTI og marginalkostnad (Bernstein Research, Bloomberg 2012)*

Her ser vi at påstanden fra forrige avsnitt har holdt bra stand historisk sett. Data på marginalkostnader før 2001 er dessverre ikke tilgjengelig, men utviklingen i den prikkede kurven tyder på at den med all sannsynlighet har befunnet seg i området rundt gjennomsnittskostnaden fra første tidsperiode på 20 dollar per fat. Med en gjennomsnittlig årlig kostnadsvekst på 14 prosent fra 2001 fram til 2011 er det klart kostnadsinflasjonen har spilt en betydningsfull rolle i dannelsen av oljeprisen.

### *Oljeproduksjon og oljelagre*

Et annet interessant aspekt ved resultatene er hvordan amerikansk oljeproduksjon og de kommersielle oljelagrene har endret innvirkning på prisutviklingen. I den første tidsperioden kan man se at oljeproduksjon kun er signifikant ved de lengste kontraktene. Den negative

effekten på avkastning ved økt produksjon er relativt lik i begge tidsperioder, men er kun signifikant på 1 %-nivå (for alle kontrakter) ved den andre tidsperioden. Samtidig har en økning i oljelagrene en klar negativ signifikant effekt på avkastningen i den første tidsperioden. Men for den andre tidsperioden har oljelagrene ingen som helst signifikant effekt på avkastningen dersom man inkluderer de geopolitiske dummyvariablene i modellen. Dette kan tyde på at USAs økning i oljeproduksjon – og forventninger om ytterligere økt oljeproduksjon i fremtiden – gjør at offentliggjøringen av de kommersielle oljelagertallene blir av mindre betydning. Sagt på en annen måte; endringer i lagertallene kan ha mindre innflytelse på oljeprisen fremover. Samtidig må det nevnes at tallene på ingen måte viser definitive konklusjoner på dette, men at tendensen er tilstede.

### *Spot og futures*

Dersom man ser på hvordan effekten oppfører seg med tanke på kontraktslengde er det en klar tendens til at effekten er lavere jo lengre kontrakten er. Jevnt over vil de fleste faktorene ha størst påvirkning på spotprisen og de tidlige kontraktene. For den andre tidsperioden kan man dog se at både aksjeindeksen og valutakursen vil ha nogenlunde lik påvirkning langs alle kontrakter. Disse skiller seg dermed litt ut fra de andre faktorene.

Det mest bemerkelsesverdige fra denne delen er hvordan volatiliteten ser ut til å øke med kontraktslengde for oljeproduksjon. Dette kan man se både for hele tidsperioden og andre tidsperiode. For den første tidsperioden har – som tidligere nevnt – ingen av de seks faktorene noen betydning når Gulf-krigen implementeres i modellen. Først og fremst er det merkelig at oljeprisvolatiliteten *øker* når oljeproduksjonen i USA har en positiv endring. Man burde i grunn anta at økt innenlands produksjon – og dermed mindre avhengighet av importert olje – skulle medføre en lavere volatilitet. Ved å øke sin egen produksjon vil USA være mindre eksponert mot negative tilbudssjokk fra land de per dags dato importerer fra (se Figur 12 for importfordeling i 2012). En betydelig andel av disse landene har historisk sett vært gjenstand for geopolitisk risiko.

Et moment som ikke kan forbigås i denne sammenhengen er at oljeproduksjonen i USA snudde fra en negativ til positiv utvikling i 2008, omtrent samtidig som verdens finansmarkeder – inkludert oljeprisen – opplevde en periode med ekstreme negative prisbevegelser og volatilitet. Jeg har imidlertid utført samme modellspesifikasjoner på data fra 1987 og fram til slutten av 2007, og oljeproduksjon har fortsatt en positiv effekt på volatilitet med signifikans på 5 %-nivå.

---

At økt oljeproduksjon har større effekt jo lengre kontrakten blir er et overraskende moment som det er vanskelig å finne noen logisk forklaring på.

## 7.2 Geopolitiske faktorer

Blant de geopolitiske faktorene som er bygget inn i modellen har vi tre signifikante variabler dersom vi ser på avkastning gjennom hele tidsperioden. WTC er negativ, og med relativt lik effekt langs alle kontraktlengder. Som tidligere nevnt opplevde man negativ avkastning rundt denne perioden som en følge av resesjonen som oppstod i USA i 2001.

Streiken i Venezuela er den eneste faktoren som gir positiv og signifikant effekt på avkastningen. Den varte fra desember 2002 til februar 2003, og gjorde at en produksjon på 3 millioner fat olje per dag falt vekk fra tilbudssiden. USA importerte på dette tidspunktet 2 millioner fat olje per dag fra Venezuela – nesten 20 prosent av deres totale oljeimport. Olje fra Venezuela har kort reisevei til den amerikanske kystlinjen, og kan fraktes på kun fem dager med en oljetanker. Den midlertidige erstatningsoljen fra OPEC-land basert i Midtøsten har derimot en langt større reisevei på rundt 30 til 40 dager. Dette førte til en regionalt tilbudsgap i USA, med et dertil positivt hopp i oljeprisene. I tillegg var oljelagernivåene i USA på denne tiden ansett å være under gjennomsnittlig lave, og de sank fra 288 millioner fat olje i begynnelsen av desember 2002 til 270 millioner fat olje kun to måneder senere. Dette resulterte i større tilbudsusikkerhet, og et oljeprishopp fra 27 dollar per fat ved utgangen november 2002 til 37 dollar per fat ved utgangen av februar 2003 (EIA 2003).

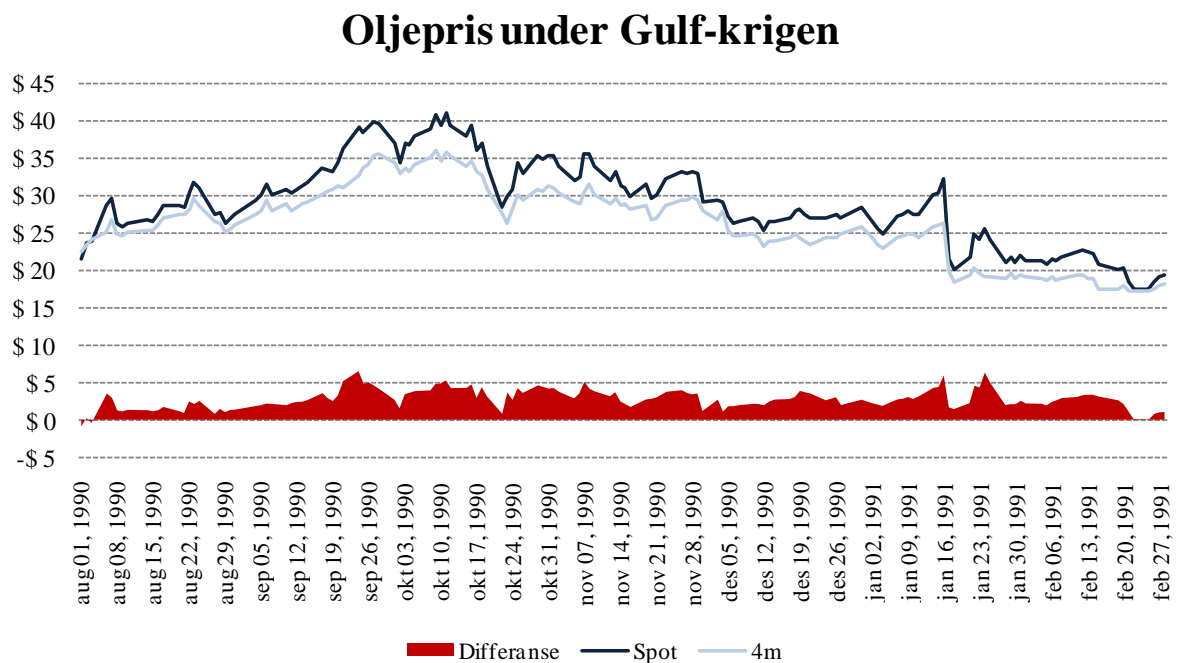
Oljestreiken i Venezuela ble direkte avløst av USAs invasjon av Irak som startet i midten av mars 2003. Som tidligere nevnt i dette kapittelet ble man vitne til en priskorreksjon som følge av en stor prisoppbygging i forkant av invasjonen.

### *Spot og futures*

Dersom man ser på avkastningsmodellene kommer det frem at påvirkningen er størst for spotprisen og de korteste kontraktene. For Venezuela-streiken ser man at effekten ikke bare er fallende gjennom kontraktlengde, men også at signifikansen faller vekk dersom man ser på 3- og 4-måneders futures. Grunnen til dette kan være at aktørene var klar over at en streik i Venezuela ikke kunne pågå over så lang tid at den utgjøre noen særlig langsiktig effekt. I tillegg ville USA innen 30-40 dager ha på plass erstatningsolje fra OPEC som ville dekket

over det midlertidige tilbudsgapet (EIA 2003). Vi ser også at Irak-krigen har fallende effekt utover kontraktslengden.

Blant volatilitet er tendensene ganske klare, og man har sett en langt større prissvingning i spotprisen og de korte kontraktene. Spesielt fra Iraks invasjon av Kuwait ser vi at volatiliteten var høy langs alle kontrakter, men at effekten var langt sterkere for de tidlige kontraktene. Grafen nedenfor illustrerer ulikheten i prisbevegelsen mellom spotkontrakten og futureskontrakten for levering fire måneder fremover.



Figur 17: Spotpris sammenlignet med 4-måneders futureskontrakt

Her ser vi at ved innledningen av invasjonen – på datoen 1. august 1990 – lå spot- og futureskontrakten priset på omtrent samme nivå, i overkant av 20 dollar per fat. Men etter invasjonens begynnelse ser vi – som analysene viser – langt mer kraftige bevegelser i spotprisen. Før invasjonen hadde vi en situasjon med *contango*, altså at spotprisen var lavere enn den diskonterte futuresprisen. Men etter den geopolitiske uroen tiltar i kraft oppstår det *sterk backwardation*, hvor spotprisen i enkelte tilfeller er over 6 dollar per fat høyere enn futuresprisen. Dette står også i stil med tidligere forskning som viser at perioder med ekstrem prisvolatilitet følger med sterk backwardation i futuresmarkedet.

Dermed ser vi at *convencience yielden* blir ekstremt høy i perioder med geopolitisk usikkerhet, og at spotprisen fluktuerer i langt større grad enn de lengre kontraktene.

---

## 8. KONKLUSJON

Resultatene fra de modellene som er blitt utviklet for den andre tidsperioden seg å ha en langt bedre tilpasning sammenlignet med den første tidsperioden. I det hele tatt er det vanskelig å finne noen solide indikasjoner på om hvorvidt makroøkonomien har spilt noen særlig rolle i påvirkningen av oljeprisutviklingen fra 1987 til 1998. Avkastningsmodellen viser at oljeprisen ikke har latt seg affisere verken av industriell produksjon eller valutakursen. Fra 1999 og fram til 2013 viser derimot modellen at industriell produksjon, valutakursen og aksjeindeksen har hatt en meget signifikant påvirkning på oljeprisutviklingen. Disse antagelsene underbygges av resultatene fra volatilitetsmodellene fra første tidsperiode, hvor industriell produksjon og aksjeindeksen virker å ha en krystallklar og forventet effekt på oljeprisen. Dette er langt fra tilfellet i første tidsperiode, hvor hendelsene i Irak og Kuwait under Gulf-krigen tidlig på 1990-tallet fremstår som den eneste faktoren som har påvirket volatiliteten i oljeprisen. Med andre ord var det kun dette negative tilbudssjokket som førte til at oljeprisen devierte i betydelig grad fra sitt normalnivå. For andre tidsperiode er det et varig etterspørselssjokk fra fremvoksende markeder som har drevet oljeprisen til ekstreme nivåer – sammenlignet med første tidsperiode.

Disse funnene tyder på at dannelsen av oljeprisen har opplevd et strukturelt brudd et sted mellom de to tidsperiodene denne utredningen tar for seg. Fra 1987 til 1998 virket oljeprisen relativt uanfektet av endringer i makroøkonomiske faktorer. Den reagerte derimot kraftig på geopolitiske hendelser som satte et negativt trykk på tilbudskurven i markedet. Fra 1999 til 2013 har den derimot vært drevet i langt større grad av realøkonomiske faktorer, og kraftig etterspørselsvekst fra fremvoksende markeder er hovedgrunnen til den enorme prisveksten man har opplevd. I tillegg har kostnadsinflasjonen rundt leting, utbygging av installasjoner og utvinning av olje ført til at oljeprisen har steget betraktelig til et nytt normalnivå.

Effekten de makroøkonomiske variablene har utøvd på de ulike kontraktslengdene viser at det i all hovedsak oppstår større endringer i spotkontrakten og de tidlige kontraktene sammenlignet med de lengre kontraktene. Den generelle tendensen viser at både endring i avkastning og volatilitet har størst effekt på spotkontrakten og 1-måneders futures for de makroøkonomiske faktorene. Den eneste faktoren som skiller seg ut er oljeproduksjon, hvor volatilitetseffekten er økende jo lengre kontrakten er. Dette gjelder både selve effekten

oljeproduksjonen utgjør på volatiliteten, men også signifikansen er klart økende jo lengre kontrakten er.

Blant de geopolitiske faktorene er det en soleklar tendens til at spotkontrakten og de korte kontraktene blir rammet hardest når det oppstår slike sjokk. Spesielt for geopolitiske hendelser som ikke er antatt å ha særskilt lang varighet (eksempelvis Venezuela-streiken og Irak-krigen i 2003), blir effekten på de lengste kontraktene neglisjerbar.

Avslutningsvis må det nevnes at enkelte av modellene viser svakheter med tanke på robusthet. Spesielt volatilitetsmodellene er plaget med innslag av heteroskedastisitet. Det er også tegn til autokorrelasjon i residualene, men dette virker å påvirke modellene i noe mindre grad. Bakgrunnen for denne problematikken er at ekstremtilfeller som f.eks. Gulf-krigen og finanskrisen – med store bevegelser i flere av de avhengige og uavhengige variablene – fører til problemer med modellestimeringen. Dette fører til at modellene ikke er *BLUE*, fordi *Best* faller vekk under de problemene som her er nevnt. Gjennomsnittlig vil imidlertid estimatene være lik deres egentlige virkelige verdi.

Til tross for denne nevnte problematikken føler jeg imidlertid fortsatt at konklusjonen har et solid grunnlag å stå på.

---

## Litteraturliste

- AEO. 2014. "Annual Energy Outlook 2014 Early Release Overview." *U.S. Energy Information Administration*, 2014: 1-18
- Ahmed, H. J. I., Omar H. M. N. Bashar og I. K. M. Mokhtarul Wadud. 2012. "The transitory and permanent volatility of oil prices: What implications are there for the US industrial production?" *Applied Energy* 92 (2012): 447-455
- Bahgat, Gawdat. 2012. "Preliminary assessment of Arab Spring's impact on oil and gas in Egypt, Libya." Hentet 7. april 2014. [www.ogj.com/1/vol-110/issue-1a/exploration-development/preliminary-full.html](http://www.ogj.com/1/vol-110/issue-1a/exploration-development/preliminary-full.html)
- Barsky, Robert B. og Lutz Kilian. 2002. "Do we really know that oil caused the great stagflation? A monetary alternative." *NBER Macroeconomics Annual 2001, 2002* (16): 137-198
- Barsky, Robert B. og Lutz Kilian. 2004. "Oil and the Macroeconomy Since the 1970s." *NBER Working Paper*, 2004 (10855): 1-36
- Beckmann, Joscha og Robert Czudaj. 2013. "Oil prices and effective dollar exchange rates." *International Review of Economics & Finance*, 2013 (27): 621-636
- Bekiros, Stelios D. og Cees G.H. Diks. 2008. "The relationship between crude oil spot and futures prices: Cointegration, linear and nonlinear causality." *Energy Economics*, 2008 (30): 2673-2685
- Bernstein Research. 2012. "Bernstein Energy: Era of Cheap Oil Over As Secular Growth In Upstream Cost Inflation Underpins Triple Digit Oil Prices." *Bernstein Research*
- Borenstein, Severin og Ryan Kellogg. 2014. "The Incidence of an Oil Glut: Who Benefits from Cheap Crude Oil in the Midwest." *The Energy Journal*, 35 (1): 15-33
- BP. 2013. "BP Statistical Review of World Energy." *British Petroleum*.
- Brooks, Chris. 2008. *Introductory Econometrics for Finance, 2<sup>nd</sup> edition*. Cambridge: Cambridge University Press

- Brown, Stephen P.A., Charles Mason, Alan Krupnick og Jan Mares. 2014. "Crude Behavior: How Lifting the Export Ban Reduces Gasoline Prices in the United States." *Resources for the Future*, 14 (3): 1-12
- CME Group. 2014. "Light Sweet Crude Oil (WTI) Futures and Options." Hentet 13. mars 2014. [http://www.cmegroup.com/trading/energy/files/en-153\\_wti\\_brochure\\_sr.pdf](http://www.cmegroup.com/trading/energy/files/en-153_wti_brochure_sr.pdf).
- Coleman, Les. 2011. "Explaining crude oil prices using fundamental measures." *Energy Policy*, 2012 (40): 318-324
- Cuñado, Juncal og Fernando Pérez de Gracia. 2003. "Do oil price shocks matter? Evidence for some European countries." *Energy Economics*, 25 (2): 137-154
- Dixit, Avinash K. og Robert S. Pindyck. 1994. *Investment under Uncertainty*. Princeton, N.J.: Princeton University Press
- Downey, Morgan. 2009. *Oil 101*. [S.I.]: Wooden Table Press
- EIA. 2003. "Impacts of the Venezuelan Crude Oil Production Loss." Hentet 19. mai 2014. [http://www.eia.gov/pub/oil\\_gas/petroleum/feature\\_articles/2003/venezuelan/vzimpacts.htm](http://www.eia.gov/pub/oil_gas/petroleum/feature_articles/2003/venezuelan/vzimpacts.htm)
- EIA. 2013a. "Refinery Yield." Hentet 1. april 2014. [http://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pnp\\_pct\\_dc\\_nus\\_pct\\_a.htm](http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pnp_pct_dc_nus_pct_a.htm)
- EIA. 2013b. "How dependant are we on foreign oil?" Hentet 2. april 2014. [http://www.eia.gov/energy\\_in\\_brief/article/foreign\\_oil\\_dependence.cfm](http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/foreign_oil_dependence.cfm)
- EIA. 2014. "Tight oil production pushes U.S. crude supply to over 10% of world total." Hentet 3. april 2014. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=15571>
- Estrella, Arturo og Frederic S. Mishkin. 1996. "The Yield Curve as a Predictor of U.S. Recessions." *Federal Reserve Bank of New York, Current Issues in Economics and Finance*, 2 (7): 1-6
- Ewing, Bradley T. og Mark A. Thompson. 2007. "Dynamic cyclical comovements of oil prices with industrial production, consumer prices, unemployment, and stock prices." *Energy Policy*, 2007 (35): 5535-5540



- 
- FED. 2014. "The Yield Curve as a Leading Indicator." Hentet 23. april 2014.  
[http://www.newyorkfed.org/research/capital\\_markets/ycfaq.html#Q1](http://www.newyorkfed.org/research/capital_markets/ycfaq.html#Q1)
- Financial Times. 2009. "Tankers store oil as futures prices rocket." Hentet 13. mars 2014.  
<http://www.ft.com/intl/cms/s/0/29a6663e-d3af-11de-8caf-00144feabdc0.html#axzz2QV1AuRl4>.
- Garbade, Kenneth D. og William L. Silber. 1983. "Price Movements and Price Discovery in Futures and Cash Markets." *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, 65 (2): 289-297
- Gately, Dermot. 1986. "Lessons from the 1986 Oil Price Collapse." *Brookings Papers on Economic Activity*, 1986 (2): 237-284
- Ghouri, Salman Saif. 2006. "Assessment of the relationship between oil prices and US oil stocks." *Energy Policy*, 34 (17): 3327-3333
- Hamilton, James D. 2013. "Historical Oil Shocks." I *Handbook of Major Events in Economic History*, redigert av Parker E. Randall og Robert M. Whaples, London: Routledge
- Hull, John C.. 2012. *Options, futures, and other derivatives*. Boston, Massachusetts: Pearson
- Kaldor, Nicholas. 1939. "A note on the theory of the forward market." *Review of Economic Studies*, 1939 (8): 196-201
- Kilian, Lutz og Cheolbeom Park. 2009. "The Impact Of Oil Price Shocks On The U.S. Stock Market." *International Economic Review*, 50 (4): 1267-1287
- Kliesen, Kevin L. 2003. "The 2001 recession: How was it different and what developments may have caused it?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 09/10 (85): 23-38
- Kohl, Wilfrid L. 2002. "OPEC behavior, 1998-2001." *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2002 (42): 209-233
- Lautier, Delphine. 2009. "Convenience Yield and Commodity Markets." *Les Cahiers de la Chaire*, 2009 (22): 1-15

- Litzenberger, Robert H. og Rabinowitz Nir. 1995. "Backwardation in Oil Futures Markets: Theory and Empirical Evidence." *Journal of Finance*, 1995 (50): 1517-1545
- Lizardo, Radhamés A. og André V. Mollick. 2010. "Oil price fluctuations and U.S. dollar exchange rates." *Energy Economics*, 32 (2): 399-408
- Mankiw, Gregory N. 2011. *Principles of Macroeconomics, 6th edition*. Mason, USA: South Western Cengage Learning
- Maugeri, Leonardo. 2013. "The Shale Oil Boom: A U.S. Phenomenon." *Harvard Kennedy School, Discussion Paper*, 2013 (05): 1-55
- Mollick, André Varella og Tibebe Abebe Assefa. 2013. "U.S. stock returns and oil prices: The tale from daily data and the 2008-2009 financial crisis." *Energy Economics*, 2013 (36): 1-18
- Newberry, David M. 1992. "Futures markets: Hedging and speculation." In P. Newman, M. Milgate & J. Eatwell (Eds.), *The new Palgrave dictionary of money and finance*, 1992 (2): 207-210. Referert i Silvapulle og Moosa (1999, 178)
- OPEC. 2014. "Our Mission." Hentet 1. april 2014.  
[http://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/23.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm)
- Park, Jungwook og Ronald A. Ratti. 2008. "Oil price shocks and stock markets in the U.S. and 13 European countries." *Energy Economics*, 30 (5): 2587-2608
- Pindyck, Robert S. 2001. "The Dynamics of Commodity Spot and Futures Markets: A Primer." *The Energy Journal*, 22 (3): 1-29
- Pindyck, Robert S. 2003. "Volatility in Natural Gas and Oil Markets." *MIT Center for Energy and Environmental Policy Research*
- Quan, Jing. 1992. "Two-step testing procedure for price discovery role of futures prices." *Journal of Futures Markets*, 12 (2): 139-149
- Sadorsky, Perry. 2001. "Risk factors in stock returns of Canadian oil and gas companies." *Energy Economics*, 23 (2001): 17-28

- 
- Serletis, Apostolos og Asghar Shahmoradi. 2005. "Business Cycles and Natural Gas Prices." *OPEC Review*, 29 (1): 75-84
- Silvapulle, Param og Imad A. Moosa. 1999. "The Relationship between Spot and Futures Prices: Evidence from the Crude Oil Market." *The Journal of Futures Markets*, 19 (2): 175-193
- Silvério, Renan og Alexandre Szklo. 2012. "The effect of the financial sector on the evolution of oil prices: Analysis of the contribution of the futures market to the price discovery process in the WTI spot market." *Energy Economics*, 34 (6): 1799-1808
- Simkins, Betty J. og Russell E. Simkins. 2013. *Energy Finance: Analysis and Valuation, Risk Management, and the Future of Energy*. Hoboken, New Jersey: Wiley
- Smith, James L. 2009. "World Oil: Market or Mayhem?" *The Journal of Economic Perspectives*, 23 (3): 145-164
- Stevens, Paul. 2005. "Oil Markets." *Oxford Review of Economic Policy*, 21 (1): 19-42
- Thøgersen, Øystein, Pål Brudvik og Espen R. Henriksen. 2000. "Terminstrukturen i Brent-futures markedet." *SNF*, 2000 (21)
- Vansteenkiste, Isabel. 2011. "What is Driving Oil Futures Prices? Fundamental vs Speculation." *European Central Bank, Working Paper Series*, 2011 (1371): 1-24
- Ye, Michael, John Zyren og Joanne Shore. 2006. "Forecasting short-run crude oil price using high- and low-inventory variables." *Energy Policy*, 34 (17): 2736-2743
- Zhang, Yue-Jun, Ying Fan, Hsien-Tang Tsai og Yi-Ming Wei. 2008. "Spillover effect of US dollar exchange rate on oil prices." *Journal of Policy Modeling*, 30 (6): 973-991
- Øverland, Indra. 2013. "Skiferrevolusjonen – hva betyr den for verden?" *Hvor hender det? NUPI*, 2013-2014 (4): 1-5

## Appendiks

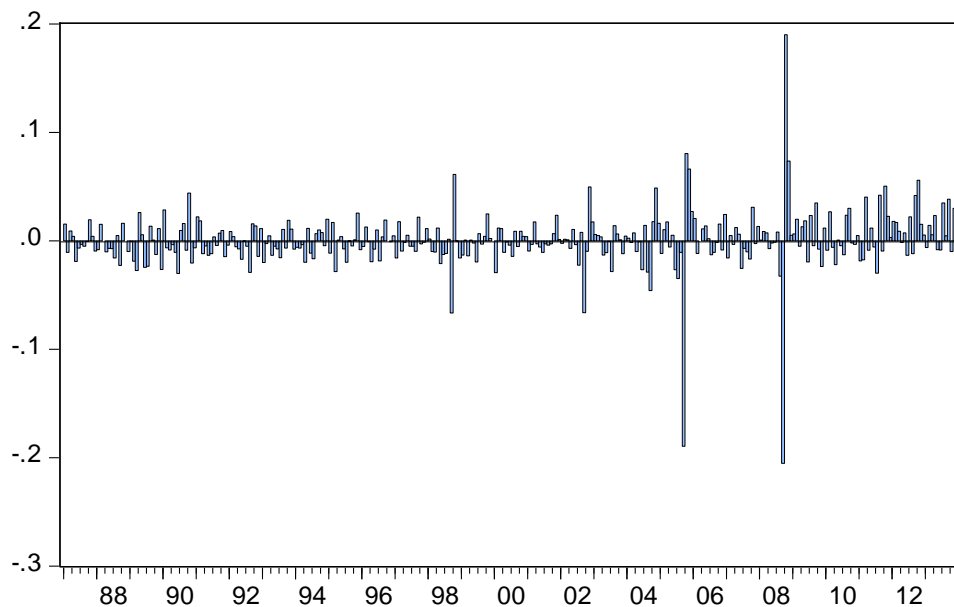
### Deskriptiv statistikk fra alle kontraktslengder

(N=324)	WTI-oljepris (spot):		WTI-oljepris (1m):		WTI-oljepris (2m):		WTI-oljepris (3m):		WTI-oljepris (4m):	
	Avkastning	Volatilitet	Avkastning	Volatilitet	Avkastning	Volatilitet	Avkastning	Volatilitet	Avkastning	Volatilitet
Gjennomsnitt	0,006	0,348	0,006	0,340	0,006	0,304	0,006	0,284	0,006	0,270
Median	0,011	0,311	0,011	0,308	0,012	0,278	0,010	0,263	0,008	0,246
Maksimum	0,365	1,740	0,369	1,719	0,348	1,556	0,324	1,266	0,305	1,108
Minimum	-0,391	0,117	-0,395	0,106	-0,381	0,096	-0,373	0,092	-0,366	0,088
Standardavvik	0,091	0,184	0,091	0,177	0,085	0,147	0,081	0,134	0,077	0,129
Skevhet	-0,141	2,699	-0,179	2,886	-0,238	3,079	-0,315	2,541	-0,367	2,256
Kurtose	4,880	15,335	4,950	17,110	5,215	20,858	5,413	14,450	5,579	11,306

### Presentasjon av makrofaktorer som inngår i modellen:

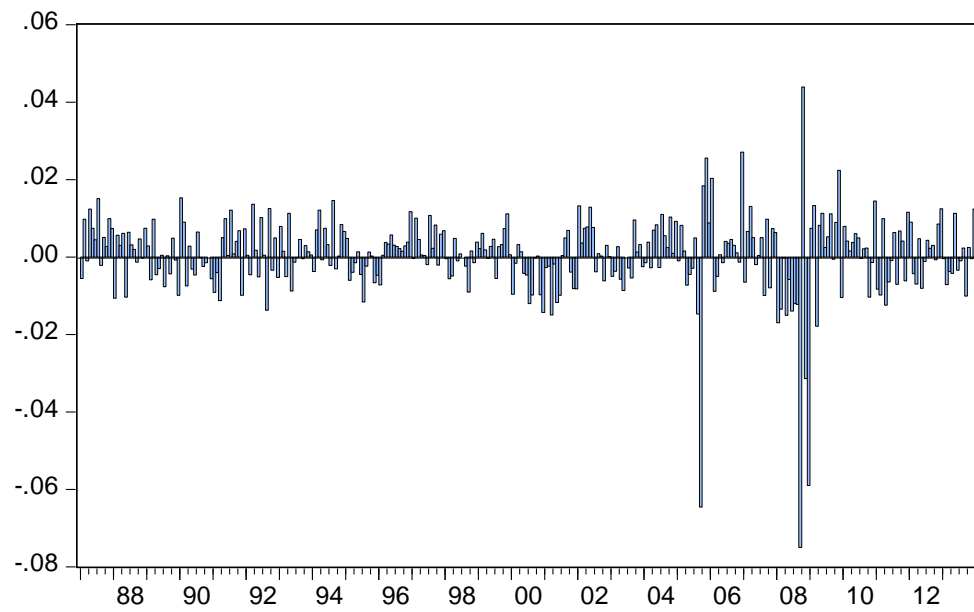
#### Oljeproduksjon

#### USPROD

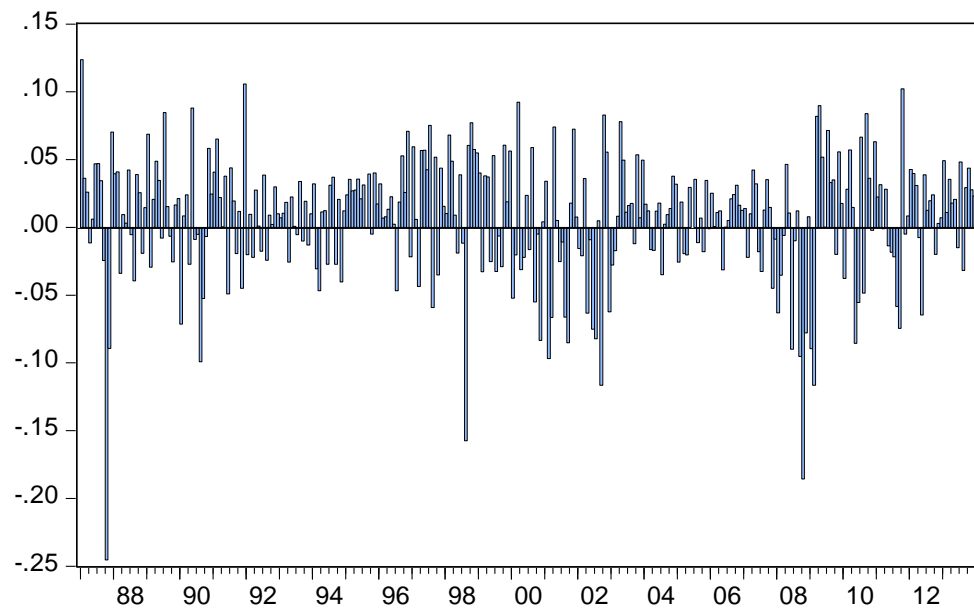


*Industriell produksjon*

## INDPRO

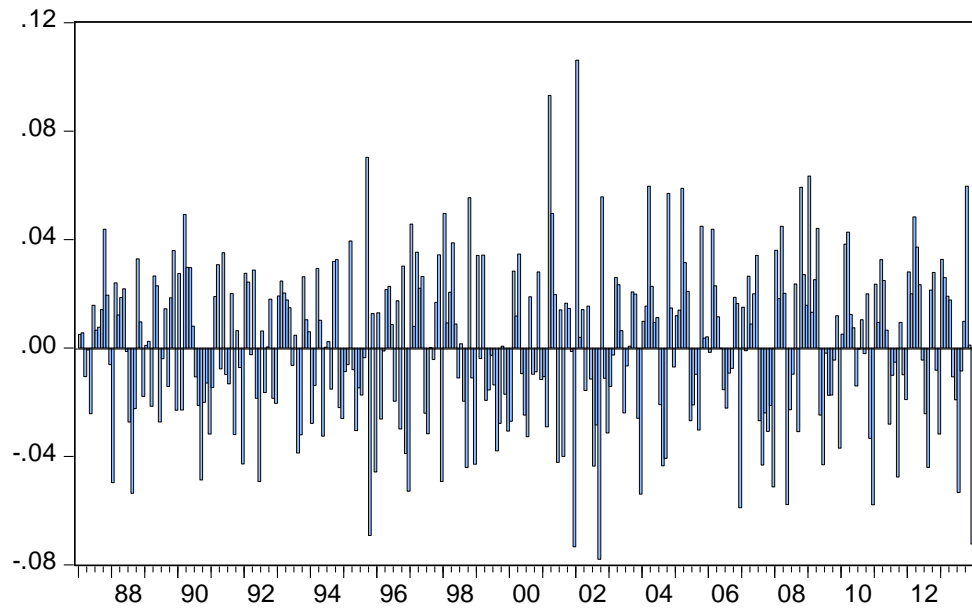
*S&P500*

## SP500

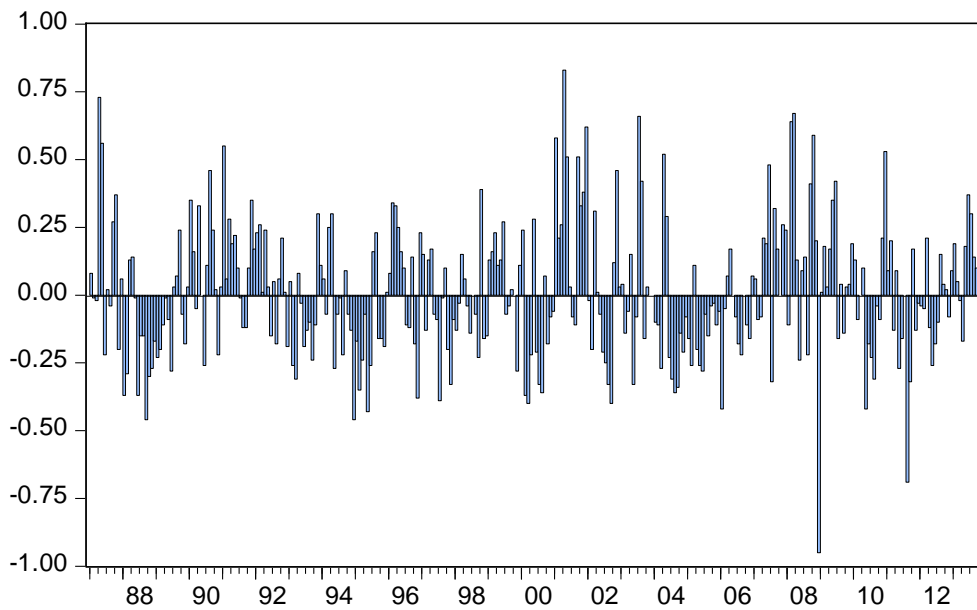


*Oljelager, USA*

## STOCKS

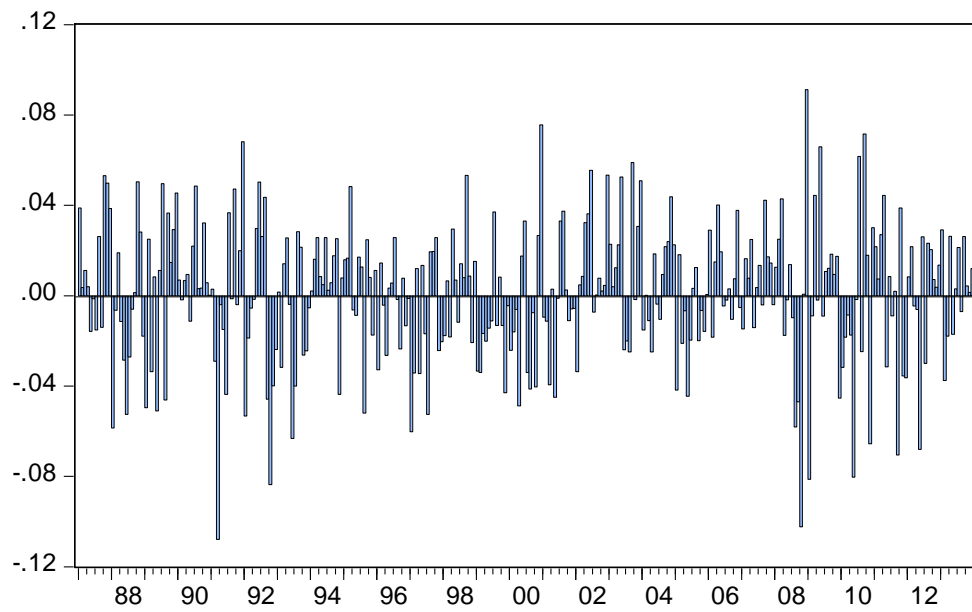
*Yield-kurven*

## YIELD

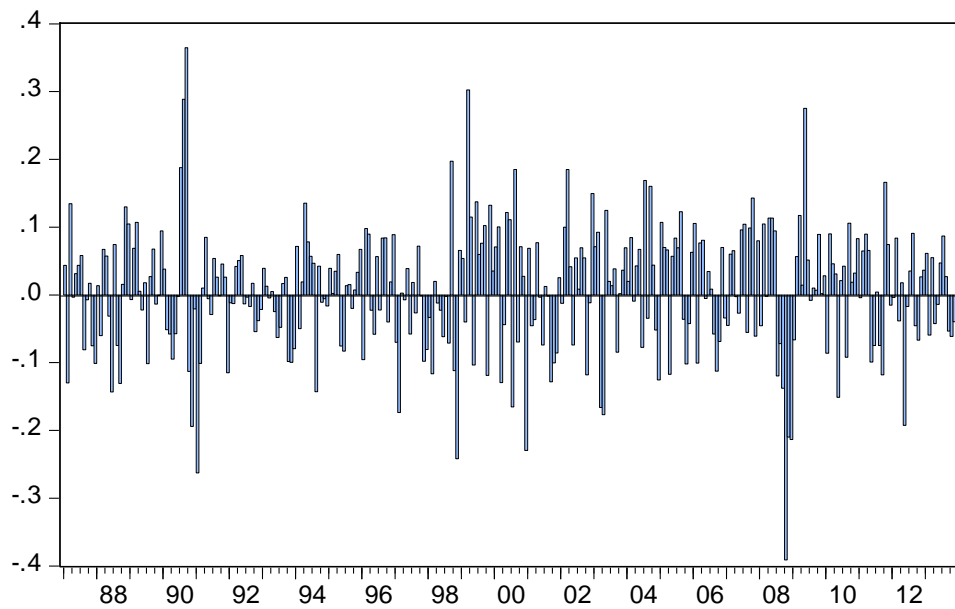


*USD/EUR*

USDEUR

*Avkastning oljepris (spot)*

RETSPOT



*Volatilitet oljepris (spot)*

VOLSPOT

