

Oljepriser og ikke-fornybar ressursteori

Hvilke faktorer påvirker oljeprisene, og er oljeprisene konsistente med ikke-fornybar ressursteori?



Universitetet
i Stavanger

Tina C. I Hodée og Daniela Biniam Kahsay
Våren 2014



Universitetet
i Stavanger

**DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS
MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM:

Økonomi og administrasjon

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING:
Økonomisk analyse

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? Nei
(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL: Oljepriser og ikke-fornybar ressursteori

ENGELSK TITTEL: Oil prices and the theory of nonrenewable resources

FORFATTER(E)

VEILEDER:

Studentnummer:

207423

.....

219251

.....

Navn:

Tina C.I Hodée

.....

Daniela Biniam Kahsay

.....

Gorm Kipperberg

OPPGAVEN ER MOTTATT I TO – 2 – INNBUNDNE EKSEMPLARER

Stavanger,/..... 2014

Underskrift administrasjon:.....

Forord

Denne masteroppgaven er blitt skrevet som en avsluttende oppgave på masterstudiet i økonomi og administrasjon ved universitet i Stavanger, våren 2014. Temaet for oppgaven er valgt ut ifra interesse, og er skrevet innenfor samfunnsøkonomi.

Arbeidet har vært tidkrevende, men samtidig lærerikt og interessant. Vi har gjennom skriveprosessen fått god innsikt i både ikke-fornybar ressursteori, samt hva som driver oljeprisene. Vi finner disse temaene svært spennende, og håper leserne vil ha interesse av utredningen.

Vi vil i denne anledning utrette en stor takk til vår veileder, Gorm Kipperberg, for god hjelp og veiledning underveis i prosessen. I tillegg vil vi takke Turid Johansen for korrekturlesing av oppgaven.

Stavanger, 16.06.14

Daniela Biniam Kahsay

Tina C. I Hodée

Sammendrag

I denne oppgaven har vi undersøkt hvilke faktorer som påvirker oljeprisene, samt om oljeprisene er konsistente med ikke-fornybar ressursteori. For å belyse problemstillingen har vi tatt utgangspunkt i ulike makroøkonomiske variabler, som ifølge teori og tidligere forskning antas å påvirke oljeprisene. Reserver, valuta, rente, bruttonasjonalprodukt og politisk uro er eksempler på variablene vi har valgt å inkludere i analysen. Det rettes et spesielt fokus mot renten, når vi analyserer om oljeprisutviklingen er konsistent med Hotellingsregelen om ikke-fornybare ressurser. Vi har brukt tidsseriedata fra 1994 til 2013 for variablene, i analysen vår.

I analysen vår kommer vi frem til at det i hovedsak er seks variabler som har en signifikant påvirkning på oljeprisene. Funnene stemmer mer eller mindre med tidligere forskning, selv om det var et større antall variabler vi forventet å være signifikante. Videre fant vi ingen sammenheng mellom oljeprisen og Hotellingregelen. Det er ulike betingelser ved Hotellingregelen, som ikke er forenlig med virkeligheten og fører dermed til at oljeprisen ikke følger den gitte prisbanen. Vi konkluderer med at selv om ikke analysen vår kommer frem til at Hotellingregelen holder i virkeligheten, så er den likevel ikke uten forklaringskraft.

Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon.....	8
2. Bakgrunn	8
2.1 Oljemarkedet.....	8
2.2 Prissettingssystem.....	9
2.3 Oljeprisreferanser.....	10
2.4 Litteratursammendrag.....	11
3. Ikke-fornybar ressursteori	13
3.1 Hotellings regel	13
3.1.1 Hotellings regel med utvinningskostnader.....	15
3.1.2 Hotellings regel med «back-stop»-teknologi.....	16
3.1.3 Hotellings regel ved ufullkommen konkurranse	18
4. Hva driver oljeprisene?	18
4.1 Prisdannelsen i oljemarkedet.....	18
4.2 Tilbud	20
4.2.1 Reserver.....	21
4.2.2 OPEC tilbud	22
4.2.3 Ikke-OPEC tilbud.....	23
4.3 Etterspørsel	24
4.3.1 Etterspørselens priselastisitet	26
4.4 Markedsspekulering	26
4.4.1 Lagringsspekulering	26
4.4.2 Futuresspekulasjon.....	27
5. Metode	28
5.1 Datasett	28
5.1.1 Oljepris	28
5.1.2 US dollar indeks.....	29
5.1.3 OECD lagerdekning (days of stock cover)	29
5.1.4 Raffineriutnyttelse	29
5.1.5 WTI futureskontrakter.....	30
5.1.6 Verdens BNP	30
5.1.7 OPECs kapasitetoverskudd for produksjon	30
5.1.8 Rente	31
5.1.9 OPEC kvote.....	31
5.1.10 Oljereserver.....	31
5.1.11 Antall rigger.....	31

5.1.12 Dummyvariabler.....	32
5.2 Hypotesetesting	32
5.3 Tidsseriedata.....	33
5.4 Regresjonsanalyse	34
5.4.1 Regresjon med tidsseriedata.....	34
5.5 Minste kvadraters metode for tidsseriedata.....	36
5.5.1 Ingen autokorrelasjon.....	36
5.5.2 Homoskedastisitet	36
5.5.3 Ingen perfekt multikollinearitet.....	37
5.6 Valg av antall lags	37
5.7 Stasjonaritet	37
6. Deskriptiv statistikk.....	38
7. Resultater.....	42
7.1 Valg av variabler.....	42
7.2 Stasjonære tidsserier	44
7.3 Antall lag.....	45
7.4 Forutsetninger for OLS	46
7.4.1 Ingen autokorrelasjon.....	46
7.4.5 Homoskedastisitet	46
7.4.6 Ingen perfekt multikollinearitet.....	46
8. Diskusjon av resultater	47
8.1 Oljeprisdeterminanter	47
8.1.1 USD Indeks	47
8.1.2 OECD lagerdekning (days of stock).....	48
8.1.3 Raffineringsutnyttelse	48
8.1.4 Futures kontrakter.....	48
8.1.5 OPECs kapasitetsoverskudd for produksjon	49
8.1.6 Verdens BNP	49
8.1.7 Rente	49
8.1.8 OPECs produksjonskvote	50
8.1.9 Oljereserver	50
8.1.10 Antall rigger.....	50
8.1.11 Dummy 2008.....	51
8.1.12 Dummy Irak.....	51
8.1.13 Dummy 2000.....	51
8.2 Oljeprisutvikling 1987-2014.....	51

8.3 Hotellings regel	53
8.3.1 Utvinningskostnader	55
8.3.2 Oljeutforskning	57
8.3.3 Ufullkommen konkurranse	58
8.3.4 Institusjonelle årsaker for svikten av Hotellingregelen	58
8.3.5 Markedssvikt.....	60
9. Konklusjon.....	62
10. Litteraturliste.....	63
11. Vedlegg.....	67

Figuroversikt

Figur 1: Pris og volumutvikling ved full dynamisk likevekt	15
Figur 2: Markedstilpasning med back-stop-teknologi	17
Figur 3: Tilbud og etterspørsel på kort og lang sikt.....	19
Figur 4: Skift i etterspørselskurven	25
Figur 5: Oljepris	39
Figur 6: OPECs kapasitetsoverskudd.....	39
Figur 7: Raffineriutnyttelse.....	39
Figur 8: Rente	39
Figur 9: Verdens BNP	39
Figur 10: USD Indeks.....	39
Figur 11: Futures kontrakter	40
Figur 12: OPECs Produksjonskvote.....	40
Figur 13: Verdens oljereserver.....	40
Figur 14: Totalt antall oljerigger	40
Figur 15: OECD-lagerdekning.....	40
Figur 16: Oljeprisutvikling 1987-2014.....	52

Tabelloversikt

Tabell 1: Dummyvariabler	32
Tabell 2: Presentasjon av hypoteser	33
Tabell 3: Deskriptiv statistikk	39
Tabell 4: Regresjonsanalyser av oljeprisdeterminanter utført i STATA	43
Tabell 5: Spesifikasjon av regresjonsmodellene av oljeprisdeterminanter	43
Tabell 6: Resultater av Dickey-Fuller og utvidet Dickey-Fuller test.....	44

Tabell 7: Resultat av Phillips-Perron test for enhetsrot	45
Tabell 8: Breusch-Godfrey test for autokorrelasjon	46
Tabell 9: Breusch-Pagan test for heteroskedastisitet.....	46
Tabell 10: Korrelasjonsmatrise.....	47
Tabell 11: Regresjonsmodeller av Hotellingregelen	54
Tabell 12: Spesifikasjon av regresjonsmodellene av Hotellingregelen	54

1. Introduksjon

Olje er en av verdens viktigste råvarer, og brukes som innsatsfaktor i mange deler av et lands produksjon. Vi er dermed i stor grad avhengig av denne ressursen, noe som gjenspeiles i dens volatile priser. Som en ikke-fornybar ressurs styres oljeprisene av knappheten på ressursen. En teori om ikke-fornybare ressurser ble utledet av Harold Hotelling i 1931. Teorien bygger på at for å oppnå samfunnsøkonomisk optimalitet, må ressursprisen øke med en rate lik renten. Essensen i denne teorien er omstridt, og forskere har kommet fram til ulike resultater vedrørende dens holdbarhet i den virkelige verden. Olje er en knapp ressurs, og vil i følge Hotelling ha en økende pris over tid. Det kan de siste tiårene observeres en økende, men til tider fluktuerende oljepris, noe som kan stride imot teorien til Hotelling. Det kan imidlertid være ulike årsaker til oljeprisutviklingen, og det er et stort antall faktorer som påvirker oljeprisene enten positivt eller negativt. Det vil dermed være interessant å avdekke hvilke faktorer som påvirker oljeprisen, og om de historiske oljeprisene har utviklet seg i tråd med teorien til Hotelling. På bakgrunn av dette utleder vi følgende problemstilling:

Hvilke faktorer påvirker oljeprisene, og er oljeprisene konsistente med ikke-fornybar ressursteori?

Oppgaven vil bygge på oljepriser fra 1994 og frem til i dag, samt ulike faktorer som i teorien vil påvirke oljeprisen. Det er hensiktsmessig å inkludere både økonomiske og teknologiske, samt geologiske og politiske faktorer, for å få en bredere forståelse av hva som påvirker oljeprisene. Vi har valgt faktorer som har en direkte påvirkning på tilbud og etterspørsel etter olje, som for eksempel verdens BNP, reserver og rente. Det vil bli lagt ekstra vekt på rentefaktoren, for å kunne avdekke om det er en sammenheng mellom Hotellings teori og de historiske oljeprisene.

2. Bakgrunn

2.1 Oljemarkedet

Oljeoppdagelsen er ikke av nyere tid, men det var ikke før begynnelsen av det 20. århundre at oljen ble en viktig innsatsfaktor i et lands politiske, økonomiske og teknologiske virksomhet. Oljen er den viktigste enkeltvaren i internasjonal handel, og for importland utgjør det en betydelig andel av dens kostnader, mens det for de

eksporterende landene utgjør en stor andel av inntekten. Siden 1969 har oljevirkosomheten vært en dominerende faktor i utviklingen av det norske samfunnet (Ryggvik, 2014).

Etter andre verdenskrig dominerte *de syv søstre*, som bestod av syv store oljeselskaper, det internasjonale oljemarkedet. Disse selskapene var Gulf Oil, Standard Oil of California, Royal Dutch Shell og dagens BP, Chevron, Esso og Exxon Mobil. *De syv søstre* kontrollerte mesteparten av eksporten frem til 1961, da *Organization of Petroleum Exporting Countries* (OPEC) ble stiftet. Denne organisasjonen består av 12 oljeeksporterende land som har som formål å koordinere og forene petroleumspolitikken, samt sørge for stabilisering av oljemarkedet (Organization of Petroleum Exporting Countries, 2008). De største oljeprodusentene i verden per dags dato er OPEC landene, Nord-Amerika, regioner av den tidligere Sovjetunionen og Nordsjøen (U.S. Energy Information Administration, 2014).

Hovedbruksområdene for olje er, som drivstoff i transport, for produksjon av elektrisitet og oppvarming og til ulik industriell produksjon. Bensin utgjorde i 2013 46 % av USAs oljekonsum. Likevel er det økende konkurranse fra fornybare ressurser som vindkraft og solenergi, på flere områder. I transportsektoren er det imidlertid få substitutter, og det er dermed lite konkurranse fra alternative energibærere.

2.2 Prissettingssystem

Dagens markedsbaserte prissystem for råolje ble stiftet i 1986, og var et nytt kapittel for prissetting av olje. Tidligere hadde oljemarkedet vært gjennom flere vanskelige og ugunstige prisregimer. Dagens prissystem kom som en respons av store utviklinger som har endret oljemarkedet siden 1970-tallet (Mabro, 2006).

På 1970-tallet ble det dannet et prisregime, hvor OPEC hadde stor deltakelse i oljemarkedet. Dette systemet var veldig komplisert, og ble erstattet etter bare 4 år av et nytt prisregime. I 1974-75 frem til midten av 1980-tallet ble et nytt prisregime dannet. Dette regimet var administrert av OPEC, som også i denne perioden var prissetter for råolje. OPEC gikk fra å ha en stor deltakelse i markedet, til å ha full kontroll over det. OPEC hadde monopol over markedet (Mabro, 2006). Det var flere konflikter i OPEC som førte til en kollaps av dette prissettingssystemet i 1985. Konfliktene var mellom Saudi-Arabia og de andre medlemslandene i OPEC, og resulterte i et nytt prissystem. Det ble satt to priser, en for Saudi-Arabia og en for

resten av OPEC landene. Dette var et ustabil prissystem som resulterte i en priskollaps kun ett år senere, i 1986, hvor dagens prissystem ble innført (Mabro, 2006). En av årsakene for de mislykkede prisregimene var at det kom flere oljeaktører på markedet på 1970-tallet, noe som gjorde det vanskelig for OPEC å ha hele markedsmakten. Siden innføringen av dette prissystemet i 1986 har oljemarkedet blitt mer komplekst, der blant annet futureskontrakter og opsjoner blir kjøpt og solgt i markedet.

Dagens prissettingssystem er basert på en formelprissetting der referanseprisene bestemmes av markedet, i stedet for å bli administrert av en monopolist, som for eksempel OPEC. Dermed settes prisen til hver enkelt aktør i forhold til referanseprisene (Mabro, 2006). Prisen avhenger i dag av tilbud og etterspørsel etter olje i markedet.

2.3 Oljeprisreferanser

Det finnes hundrevis av forskjellige oljetyper i verden i dag. Hver enkel oljetype har en unik kombinasjon av kjemiske og fysiske egenskaper som gjør de forskjellige oljetyperne unike. De ulike oljetyperne blir klassifisert etter tetthet, kvalitet og svovelinnhold, og disse standardene er satt av American Petroleum Institute (API). De største oljetyperne som er omtalt som referanseoljer, og blir brukt verden rundt, er Texas West Intermediate (WTI), Brent Blend, Dubai-Oman og OPEC Reference basket (Hilyard, 2012).

WTI er en råolje av høy kvalitet og karakteriseres som en olje med lavere tetthet og svovelinnhold sammenlignet med andre råoljer. På grunn av disse kvalitetene blir WTI ofte referert til som en «søt og lett» olje, noe som gjør at den egner seg godt til bensinproduksjon. WTI er den råoljen som blir mest brukt i USA fordi den utvinnes i Texas og New Mexico, men også fordi den egner seg så godt til bensinproduksjon.

Brent Blend er derimot en kombinasjon av råoljer fra 15 forskjellige oljefelt i Nordsjøen. Den er ikke like «lett og søt» som WTI, men passer likevel også godt til bensinproduksjon. Brent Blend blir først og fremst raffinert i Nord-Vest Europa, og er den største referanseoljen for andre råoljer i Europa og Afrika, samt deler av Midtøsten. WTI har generelt blitt priset fra \$1-2 per fat høyere enn Brent Blend, men dette gapet har endret seg de siste årene, hvor Brent Blend i dag er dyrere enn WTI.

Dubai-Oman brukes som prisreferanse for «sure» oljer i Midtøsten. Slike «sure» oljer har høyere innhold av svovel, og må dermed renses for å kunne brukes som petroleum. Dette gjør at bensin som er laget av «surere» råoljer blir dyrere enn de som er laget av «søte» råoljer. OPEC Reference basket er et gjennomsnitt av råoljene fra de 12 nasjonene som utgjør de oljeeksporterende landene i OPEC. Disse er en blanding av både «lette og tunge» råoljer. Disse råoljene er tyngre enn både WTI og Brent Blend.

2.4 Litteratursammendrag

Det er viktig å ta utgangspunkt i ulike forskningsartikler, for å danne et empirisk grunnlag for ny forskning. Vi har tatt for oss to forskningsspørsmål i oppgaven vår og har dermed to ulike sett med forskningsartikler. Det ene settet omhandler ikke-fornybar ressursteori og Hotellingregelen, mens det andre settet omhandler oljeprisdeterminanter. Variablene brukt i analysene våre er til dels basert på tidligere forskningsartikler, og funnene våre kan dermed sammenlignes med resultatene i disse artiklene.

To av artiklene vi har tatt utgangspunkt i for Hotellingregelen kommer frem til positive resultater, hvor Hotellingregelen holder til en viss grad i virkeligheten. Livernois og Martin (2001) tester Hotelling ved bruk av en modifisert rente. De illustrerer at Hotellings fundamentale teori om stigende renter og prisbaner holder, og at banen for knapphetsrenten konvergerer til r prosent gitt at den objektive funksjonen er konkav. Selv om de ikke helt har eliminert den diffuse banen til knapphetsrenten, har de indikert under hvilke betingelser den stiger og ikke stiger. Livernois og Thille (2006) kommer frem til lignende resultater ved bruk av data for gammel tømmer, hvor de tester knappheten ved hjelp av prisbud i tømmerauksjoner. Den modifiserte Hotellingregelen de anvender blir ikke forkastet i flere av deres spesifikasjoner. Imidlertid ga ingen av modellene som ble estimert en sterk modell, men de kom frem til at dummyvariabler for politiske forandringer forbedret modellen.

De fleste forskningsartiklene kommer frem til at Hotellingregelen ikke holder i virkeligheten. Kronenberg (2008) har skrevet en deskriptiv forskningsartikkel, der han belyser svikten av Hotellingregelen og om det er grunn for bekymringer ved denne svikten. Artikkelen kommer frem til at det avhenger av årsaken til svikten. Kronenberg (2008) diskuterer ulike faktorer som utvinnings- og utforsningskostnader,

teknologiske fremskritt, strategisk interaksjon og usikre eiendomsforhold. Gaudet (2007) diskuterer flere av de samme faktorene, i tillegg til varigheten og usikkerheten ved gode. Denne deskriptive forskningsartikkelen kom frem til at disse faktorene kan bidra til å tette gapet mellom den enkle Hotellingregelen og den historiske prisen på ressursen.

De strukturelle analysene i forskningsartiklene til Halvorsen og Smith (1991) og Black og LaFrance (1998) kommer begge frem til at Hotellingregelen må forkastes med høy margin. Halvorsen og Smith (1991) bruker dualitetsteori for å utlede en økonometrisk modell for å teste Hotelling, mens Black og LaFrance (1998) har utledet en modell av oljetilbudet fra kjente reserver. Sist nevnte kommer frem til at oljetilbudsmodellene bør inkludere både økonomiske og geologiske prinsipper. Halvorsen og Smith (1998) kommer frem til at Hotellingregelen må forkastes, men at dataene brukt for å estimere den økonometriske modellen er høyt aggregert og at de empiriske resultatene dermed bare kan bli betraktet som tentative.

I følge Slade og Thille (2009) er det tre ulike måter hvor estimerte strukturelle modeller kan brukes for å teste Hotellingregelen. Den første måten er å estimere en kostnadsfunksjon og bruke den sammen med markedsprisen for å kalkulere nettoprisen for olje. Den neste måten er å forsterke den første metoden ved å inkludere førsteordensbetingelser. Man kan da analysere om den estimerte renteparameteren og nettoprisen samhandler som antatt i teori. Den siste måten er å estimere etterspørsel og kostnader og bruke disse ligningene for å løse markedslievekten som er implisert av dynamisk profittmaksimering. Artikkelen konkluderer med at det er fullt mulig å teste Hotelling-modellen, men at det imidlertid er viktig å skille mellom kortsiktig volatilitet og langsiktige trender.

De neste artiklene omhandler oljeprisdeterminanter. Disse kommer frem til delvis ulike resultater. Breitenfeller, Cuaresma og Keppel (2009) klassifiserer over 30 potensielle determinanter og finner at signifikansen av de ulike variablene varierer over tid, men at ingen variabler dominerer over hele tidsperioden. Selv om oljemangel spiller en stor rolle når det kommer til å øke oljeprisene, vil i tillegg eksistensen av kartell og spekulasjoner være med på å øke prispresset. Möbert (2007) kommer imidlertid frem til at OPEC som kartell ikke har en betydelig markedsrett, og finner bare en liten påvirkning av OPECs kapasitetsbruk. Han konkluderer med at den

økende oljeprisen kan forklares av stigende etterspørsel og fremvoksende markeder. Videre kom det frem at raffineriutnyttelse har vært en avgjørende faktor i de økte oljeprisene. Dette stemmer ikke overens med funnene til Déés, Gasteuil, Kaufmann og Mann (2008), som konkluderer med at det er lite bevis på at raffineriutnyttelse kan påvirke oljeprisene. Imidlertid kommer samme forskningsartikkel frem til at lagerdekning, *days of stock*, er en variabel som påvirker oljeprisene. Hamilton (2008) ser på mange av de samme faktorene som de andre forskningsartiklene, som OPEC, spekulasjoner, økt etterspørsel og knapphet. I motsetning til de andre, studerer han faktorer som har bidratt til de høye prisene i 2008. Faktorene er ikke implementert i en modell, men diskutert for å få en bredere forståelse.

3. Ikke-fornybar ressursteori

3.1 Hotellings regel

Harold Hotelling skrev i 1931 artikkelen *The Economics of Exhaustible Resources*. Utgangspunktet for denne teoribyggingen er at en naturressurs som eksisterer i en gitt mengde, kan betraktes som en formuesbeholdning (Bjerkholt, 1990). Etter teorien kan en ressurseiers disponering av formue analyseres som et tradisjonelt porteføljevalg, hvor man ønsker å plassere formuesbeholdningen for å oppnå høyest mulig avkastning.

L.C. Gray var den første som kom med en presis drøfting av dette problemet i 1914. Han studerte hvordan en gruveeier kan maksimere avkastningen på ressursen, når han står overfor en gitt pris. Han kom frem til at en ressurseier har to mulige måter å investere formuen sin på. Den første er at ressursen kan utvinnes og plasseres i finansielle fordringer til en rente lik r , mens den andre muligheten er at ressurseieren kan utsette utvinningen til et senere tidspunkt. Avkastningen på denne investeringen er gitt ved stigningsraten for prisen på ressursen fratrukket de marginale utvinningskostnadene (Bjerkholt, 1990). Det forutsettes at eieren av en ikke-fornybar ressurss ønsker å maksimere profitt, derfor ønsker eieren å oppnå likhet mellom disse to formene for avkastning. Det kreves at renten for utvinning er større eller lik vekstraten for nettoprisen, som er prisen på ressursen fratrukket marginale utvinningskostnader. Differansen mellom ressursprisen og marginalkostnaden er i dette tilfellet ikke profitt i økonomisk forstand. Det er *in situ* verdien av ressursen, som indikerer verdien av å la ressursen være på sin plass, i stedet for å utvinne den

(Kronenberg, 2008). Vi kan med andre ord si at det er alternativkostnaden av å utvinne ressursen, fordi utvinningen i dag gir mindre utvinningsmuligheter i fremtiden. Forventes nettoprisen å stige med en rate større enn renten vil utvinningen bli utsatt.

Hotelling så på likevekten i markeder for ikke-fornybare ressurser. Her er det ikke en betingelse om at tilbud skal være lik etterspørsel på et bestemt tidspunkt, fordi det er fundamentalt med dynamisk likevekt for en endelig ressurs. Hvis det ikke eksisterer noen perfekte substitutter, må uttaket av ressursen strekke seg over hele planleggingshorisonten. En dynamisk likevekt krever lik avkastning på ulike plasseringer i formuesmarkedet, hvis ikke vil det eksistere arbitrasjemuligheter ved at en investor kan oppnå profitt ved å omklassere formuen. Dersom en investor skal være indifferent mellom å utvinne råolje, investere i andre prosjekter eller sette pengene i banken, må nettoprisen hele tiden stige med en rate lik renten (Bjerkholt, 1990). Dette er den såkalte Hotellingregelen for likevektsprisbanen for en ikke-fornybar ressurs. Hotellingregelen kan dermed uttrykkes som følgende:

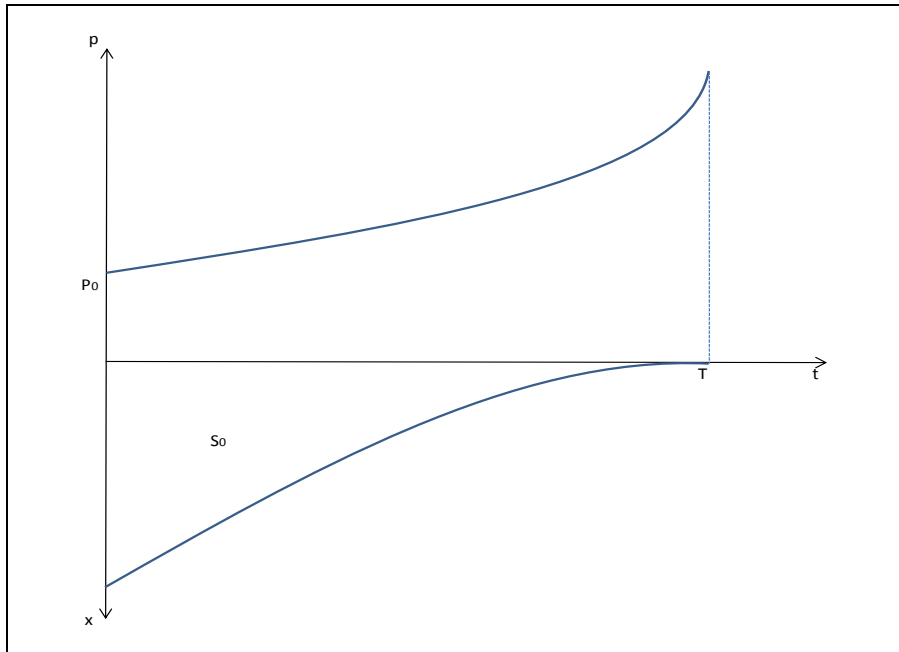
$$1) \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} = r(t)$$

Hvor p uttrykker prisendringen per tidsenhet for nettoprisen for råolje. Det antas her at utvinningskostnadene er konstante. Ligningen illustrerer endringsraten for nettoprisen langs likevektsbanen. For at betingelsen av dynamisk likevekt skal være oppfylt, må prisen være på det nivået som fører til at den totale etterspørselen over tidshorisonten akkurat balanserer mot den gitte beholdningen.

Dersom vi ser bort ifra utvinningskostnader, og lar $x(p)$ angi samlet etterspørsel for olje og S_0 den gitte beholdningen av ressursen, kan vi utlede den dynamiske likevekten på følgende måte

$$2) \int_0^T x(p_0 e^{rt}) dt = S_0$$

Betingelsen overfor bestemmer initialprisen p_0 , og sammen med ligning 1 fastlegger vi hele likevekstbanen. Ved innsetting i etterspørselsfunksjonen, finner man den tilhørende utvinningsprofilen. Den dynamiske tilpasningen kan vi se i figur 1.



Figur 1: Pris og volumutvikling ved full dynamisk likevekt

Hotelling illustrerer at *likevekt kan eksistere*. Teorien peker på hva som kan kjennetegne en optimal pris- og utvinningstakt for en naturressurs, men den sier ikke noe om hvordan denne likevekten etableres eller hva som skjer hvis økonomien befinner seg utenfor banen for likevekt. Det kreves perfekte framtidsmarkeder, dersom dynamisk likevekt skal være oppfylt innenfor et tradisjonelt frikonkurransemarked (Bjerkholt, 1990). Imidlertid eksisterer slike markeder i liten grad. Tilpasningen i råoljemarkedet vil i praksis være basert på mangelfull informasjon og usikre forventinger om en rekke fremtidige forhold, som har betydning for tilpasningen. På grunn av forventninger som gjelder for de enkelte tidspunkter, vil ressursprisen og ressursuttaket følge som sekvenser av statiske tilpasninger (Bjerkholt, 1990). Når aktørene i markedet har et kortsiktig perspektiv på sine beslutninger, er det ingen mekanisme som sørger for at den gitte ressursbegrensingen blir «akkurat brukt opp», det vil si at ligning 2 er oppfylt. Selv om det er likevekt i ressursmarkedet, kan dette problemet oppstå. Det vil si at Hotellingregelen i ligning 1 gjelder.

3.1.1 Hotellings regel med utvinningskostnader

Ved en utvidelse av Hotelling-modellen inkluderes utvinningskostnader, hvor markedsprisen på råolje, q , er summen av marginale utvinningskostnader, C_x , og ressursrenten eller nettoprisen, p . Utvinningskostnadene er ikke lenger konstante som i den enkle Hotellingregelen i ligning 1. Vi får da ligningen:

$$3) q(t) = C_x + p(t)$$

Er utvinningen karakterisert ved konstante gjennomsnittskostnader, skal nettoprisen vokse eksponentielt med en rate lik renten for at det skal være likevekt i formuesmarkedet. Vi kan da se i ligningen at markedsprisen vil stige med en rate mindre enn renten. Eksistensen av utvinningskostnader kan påvirke likevektsbanen for nettoprisen. En mer generell spesifisering av kostnadsfunksjonen i oljeutvinning er følgende:

$$4) C = C(x(t), S(t), t); C_x \geq 0, C_s \leq 0$$

hvor $S(t)$ er gjenværende reserver på tidspunkt t . Utvinningskostnadene øker etterhvert som ressursbeholdningen, S , minker, på grunn av utvinning av reserver medfører redusert trykk. Hvis $C_s < 0$, fører det til en transformering av Hotellings regel:

$$5) \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} - \frac{C_s}{p(t)} = r(t)$$

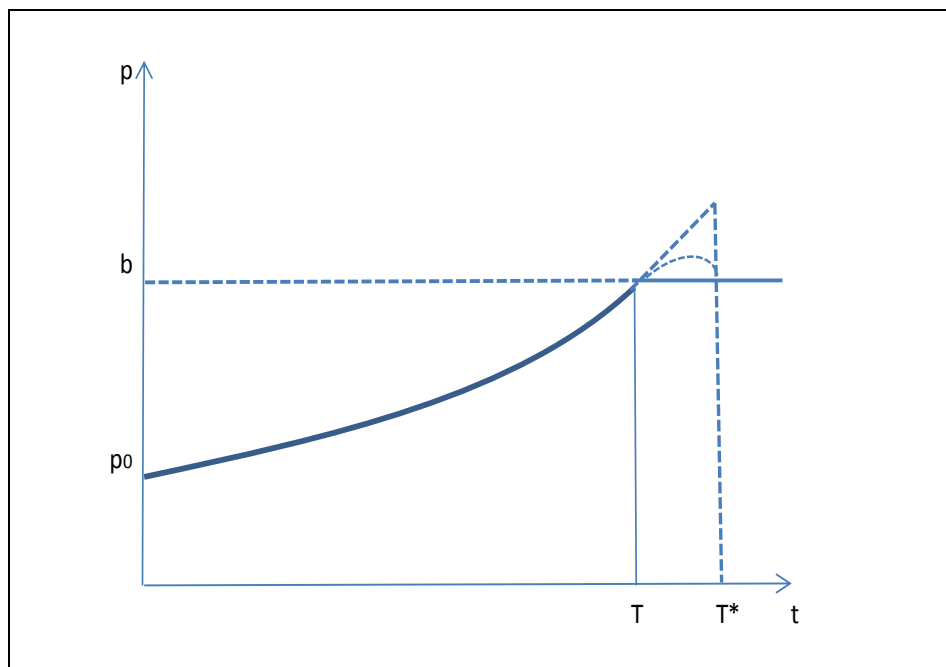
Det vil si at $\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} < r$. Nettoprisen i likevekt skal stige med en rate som er mindre enn markedsrenten, når utvinningskostnadene avhenger av størrelsen på ressursbeholdningen. I følge ligning 4, ved å utsette produksjonen, vil kostnadene reduseres ved å utvinne en bestemt mengde råolje på et senere tidspunkt. Leddet på venstre side i ligning 5 viser gevinsten ved å utsette produksjon. Dette innebærer at det kreves en mindre avkastning på å vente med produksjonen, ved en prisøkning på ressursen (Bjerkholt, 1990).

3.1.2 Hotellings regel med «back-stop»-teknologi

«Back-stop»-teknologi defineres som en nær substitutt til en ikke-fornybar ressurs (Levy, 2000). Substituttene for råolje kan for eksempel være syntetisk olje eller oljeskifer. Disse ressursene er også ikke-fornybare, men i og med at ressursbeholdningene er så store kan man se bort i fra fysiske restriksjoner på tilgangen. Når prisen på ressursen kommer på et bestemt nivå, som minst dekker produksjonskostnadene av «back-stop» varen, kan den tilbys i ubegrensede mengder.

Med en «back-stop»-teknologi som kan produseres med konstante gjennomsnittskostnader, lurer man gjerne på hvordan eksistensen av et slikt substitutt

påvirker tilpasningen i markedet for ressursen. Dette illustreres i figur 2, hvor b er kostnaden per enhet av back-stop-varen. Markedet er antatt å være preget av frikonkurranse og kostnadsforhold som sier at Hotellingregelen gjelder.



Figur 2: Markedstilpasning med back-stop-teknologi

I figur 2 illustrerer T tidspunktet når ressursen er uttømt. I markedets likevekt vil «back-stop»-varen holdes tilbake inntil reservebeholdningen for råolje er uttømt. I perioden frem til T , vil nettoprisen for ressursen stige med en rate lik renten. Dersom den ikke gjør det, vil det være arbitrasjemuligheter. Når tidspunkt T blir nådd, blir markedet overtatt av «back-stop»-teknologien og varen blir tilbudt til prisen b i all overskuelig fremtid. Den underliggende antagelsen bak disse resultatene er at «back-stop»-teknologien er kjent og tilgjengelig i hele planleggingsperioden. Imidlertid er virkeligheten preget av større usikkerhet og er mer komplisert. Den prikkete linjen i figur 2 er en mer realistisk prisbane, på grunn av mangelfull informasjon og «lagging» i innfasingen av substituttprodukter. Dersom «back-stop»-teknologien ikke foreligger før et bestemt tidspunkt T^* vil en slik tilsvarende prisbane bli resultatet. En slik situasjon er gunstigere for ressurseierne, enn hvis substituttvaren er tilgjengelig fra tidspunkt 0. Da vil etterspørselen i en lengre periode bare kunne bli dekket ved leveranser fra produsentene av naturressurser (Bjerkholt, 1990). I dette tilfellet vil likevektstbanen for nettoprisen stige eksponentielt, så overstige b i en periode, og deretter på tidspunkt T^* falle brått. Den gjenværende ressursbeholdningen vil dermed bli solgt for en pris lik b .

3.1.3 Hotellings regel ved ufullkommen konkurranse

Ved ufullkommen konkurranse i ressursmarkedet kan tilpasningen og optimalitetsegenskapene til markedsløsningen påvirkes (Bjerkholt, 1990). Hotelling analyserte allerede i 1931 tilfelle hvor en monopolist dominerer markedet. Tilpassningsformålet til monopolisten er å maksimere samlet neddiskontert overskudd. Dermed tilsier dette at vekstraten for grenseinntaket til produsenten skal være lik renten:

$$6) \frac{\dot{m}(t)}{m(t)} = r$$

Hvor $m(t)$ er grenseinntaket definert som $\frac{d(px)}{dx}$. I den opprinnelige Hotellingregelen er de marginale utvinningskostnadene lik 0, og marginalinntekten er lik prisen. Dette er imidlertid bare tilfelle i fullkommen konkurranse. For en monopolistisk tilbyder vil marginalinntekten være lavere enn prisen.

For å se hvordan prisbanen til et monopol utvikler seg i forhold til frikonkurranse, hvor den opprinnelige Hotellingregelen, i ligning 1, er oppfylt, er det hensiktsmessig å se på etterspørselens priselastisitet.

$$7) \varepsilon = -\frac{dx}{dp} \cdot \frac{p}{x}$$

Tidshorisonten for oljeprisen avhenger nå av utviklingen av etterspørselsetelastisiteten over tid. Hvis elastisiteten ikke forandrer seg, reduseres ligningen til den opprinnelige Hotellings regelen.

4. Hva driver oljeprisene?

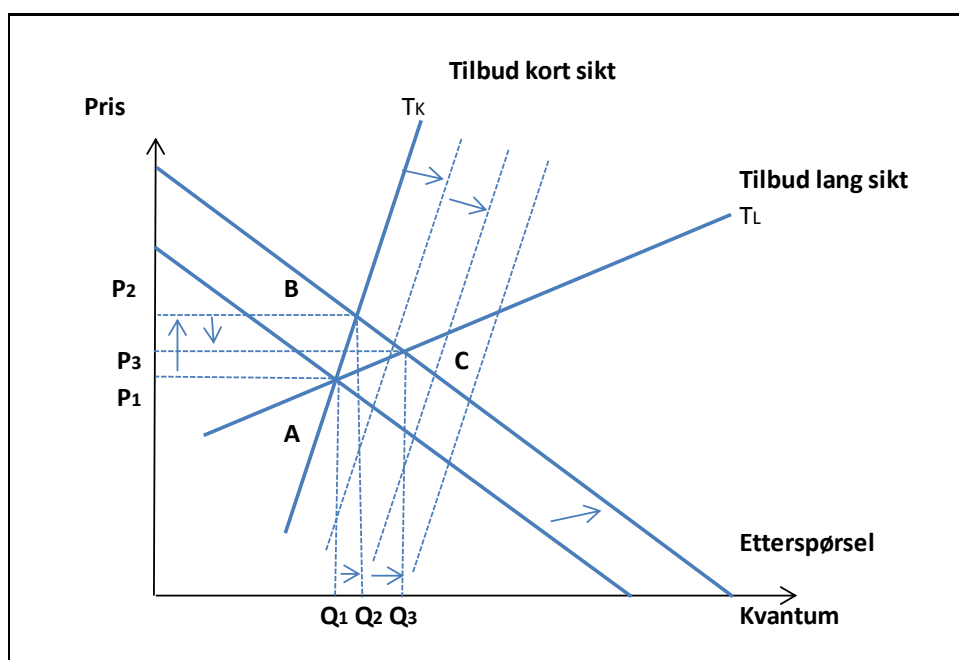
4.1 Prisdannelsen i oljemarkedet

Utviklingen i oljeprisene er en viktig aktivitet i verdensøkonomien, og har vært svingende over tid. Oljemarkedet er i kontinuerlig utvikling og faktorene som påvirker oljemarkedet vil dermed også kunne variere over tid, noe som har ført til økende og fluktuerende oljepriser. Prisdannelsen på olje kan framstilles som drevet av balansen mellom tilbud og etterspørsel, risikovurderinger og finansielle aktører (Noreng, 2009). Finansielle aktører entret oljemarkedet i begynnelsen av 1980-tallet, og papirmarkedet utviklet seg raskt etter dette. Papirmarkedet er en av de viktigste

driverne for oljeprisen, men blir likevel innhentet av balansen i realmarkedet (Noreng, 2009).

Oljeprisene påvirkes først og fremst av tilbud og etterspørsel. Etterspørselen etter olje avhenger av verdens økonomiske aktiviteter og konsumentenes inntekt. Etterspørselens priselastisitet er mer uelastisk på kort sikt, enn ved lang sikt. Dette fordi prisen har en mindre betydning da alternativene vanligvis er mer kostbare på kort sikt (Noreng, 2009). Tilbudet av olje bestemmes i en viss grad av OPEC. Andre oljeeksporterende land som ikke er medlem av OPEC er land som Norge, Russland og Canada (U.S. Energy Information Administration, 2014). OPEC har tidligere vist en god evne til å påvirke oljeprisen ved å øke eller redusere oljeproduksjonen. Politisk uro er en annen faktor som til tider kan ha en stor påvirkning på oljeprisen, som for eksempel uro i Midtøsten.

Dersom en oljeprodusent vil øke sin produksjon kan det enten gjøres ved å øke utvinningen av eksisterende reserver eller ved å oppdage nye oljefelt. Prosessen fra å oppdage nye oljefelt og frem til de er raffinert vil ta lang tid, dermed kan en si at tilbudet på kort sikt vil være uelastisk. Figur 3 viser hvordan prisdannelsen blir til på kort og lang sikt i oljemarkedet.



Figur 3: Tilbud og etterspørsel på kort og lang sikt

I punkt A ser vi en likevekt mellom tilbud og etterspørsel på kort sikt. En økning i etterspørselen gir en ny kortsiktig tilpasning i punkt B. I dette punktet vil oljeprisen øke fra P_1 til P_2 . Den kortsiktige tilbudskurven har en mye brattere helning enn den

langsiktige tilbudskurven fordi tilbudet på kort sikt er svært uelastisk. Over tid vil tilbudet tilpasse seg etterspørselen, og oljemarkedet er i likevekt i punkt C . Prisen vil da reduseres til P_3 . Ved å se på hva som driver prisutviklingen er det viktig å se på de ulike faktorene som er med på å påvirke tilbudet og etterspørselen etter olje i nærmere detalj.

4.2 Tilbud

Det har vært flere diskusjoner om hvorvidt verdens oljeresurser er tilstrekkelige, for å møte det økte behovet for olje i fremtiden. Anslagene over verdens oljeresurser er usikre og det er vanskelig å estimere den nøyaktige størrelsen på oljeresursene, og hvor mye av disse som er mulig å utvinne (Meld.St.28/2010-11). Når man skal se nærmere på oljetilbud er det viktig å se på oljereserver og oljens knapphet, samt oppførselen til diverse oljeprodusenter. Når det kommer til oljeprodusenter er det hensiktsmessig å skille mellom OPEC og ikke-OPEC produsenter.

Ved funn av olje i nye eller eksisterende oljefelt øker oljereservene. Illustrert i figur 3 kan vi se at tilbudskurven på kort sikt T_K vil flytte seg utover mot T_L på lang sikt. Etterspørselen vil også da endre seg med hensyn til faktorer som for eksempel inntektsvekst og verdens økonomiske aktiviteter. Vi ser da at etterspørselskurven gir et horisontalt skift og gir en ny etterspørselskurve. Forholdet mellom økt etterspørsel og tilbud vil gradvis endre prisen på lang sikt. Det at olje er en ikke-fornybarressurs gjør det vanskelig å forutse oljeprisene på lang sikt, dette fordi prisen vil avhenge av oljereservene. Olje er en knapp ressurs, og når reservene reduseres vil prisene få en motsatt effekt. Etterspørselen vil da øke, tilbudet bli mindre og oljeprisene øke.

Det er hovedsakelig to måter å modellere oljetilbud på, geofysiske og økonomisk-baserte modeller. Den førstnevnte baseres på at geofysiske faktorer påvirker oljetilbudet, slik at produksjonen styres av historisk produksjon og størrelsen av utvinnbare ressurser. Oljereservene tappes etter hvert og vil redusere oljeproduksjonen.

Den Amerikanske geologen Marion Hubbert utviklet teorier rundt produksjonstoppen i oljeutvinning som er omtalt som «peak oil» (Fattouh, 2007). I denne teorien utviklet han en produksjonsprofil for oljeregioner, der han identifiserer tre faser. Den første fasen kalles «pre-peak», hvor det er økende produksjon. I neste fase stagnerer

produksjonen og er «at peak», og i den siste fasen er det nedgang i produksjonen. Produksjonsprofilen kan brukes til å forutsi fremtidig oljeproduksjon. Imidlertid har denne tilnærmingen fått en del kritikk, da utvinnbare ressurser er brukt som en statisk variabel og at tapping for olje er overestimert (Fattouh, 2007).

Den økonomisk-baserte modellen er en tilbudsmodell som vektlegger økonomiske faktorer som reelle oljepriser og kostnader, skattesystemer og teknologiske baner. Det er gjort flere studier for å estimere priselastisiteten for ikke-OPEC oljetilbud, og disse viser at produksjonens respons til oljepriser, spesielt i det korte løp, er svært lav. Om en oljeprodusent vil øke sin produksjon kan det enten gjøres ved økning av tappingsgraden av eksisterende reserver eller ved å oppdage nye oljefelt. En kan si at tilbudet på kort sikt vil være uelastisk, fordi fra å finne nye oljefelt og frem til de er raffinert vil ta lang tid.

4.2.1 Reserver

Det er stor uenighet om størrelsen på verdens oljereserver. Estimeringer av oljereservenes størrelse avhenger blant annet av metoden som er brukt. Det avhenger også av om det tas hensyn til både konvensjonell og ukonvensjonell olje, og hvilke definisjoner som legges til grunn. Man kan for eksempel skille mellom beviste og ikke-beviste reserver. De beviste reservene er med stor sikkerhet utvinnbare under dagens tilstander, mens ikke-beviste reserver kan møte på utfordringer som gjør at det ikke kan utvinnes som planlagt.

Å identifisere de underliggende antakelsene om oljereservene er viktig fordi det kan hjelpe oss å forutsi fremtidig oljetilbud. Det er gjort flere estimeringer om når oljen kommer til å nå sin topp. Selv om det er store diskusjoner i forhold til truende oljemangel, har ratioen mellom reserven og produksjon økt, noe som indikerer at det er en stor økning i volumet på reservene (Fattouh, 2007). Økningen i oljereserver skyldes ikke nødvendigvis funn av nye oljefelt, men i hovedsak vekst av eksisterende felt. Veksten skyldes at feltene er blitt underestimert og at det er tatt i bruk ny teknologi (Hamilton, 2008). Produksjonen i feltet vil da øke i innledende fase. Derimot vil produksjonen uunngåelig synke på lang sikt, da oljereservene blir mindre. Derfor er det viktig å kontinuerlig oppdage nye oljefelt.

4.2.2 OPEC tilbud

OPECs medlemsland produserer om lag 40 % av verdens råolje, og eksporterer rundt 60 % av petroleumen som blir handlet internasjonalt (U.S. Energy Information Administration, 2014). På grunn av denne markedsandelen, kan en si at OPEC landene spiller en stor rolle i påvirkningen av oljeprisen. OPEC søker aktivt å forvalte oljeproduksjonen i sine medlemsland ved å sette produksjonsmål. Historisk sett har man sett at oljeprisen øker i tider der OPEC har redusert produksjonsmålene sine.

For å forstå oljemarkedet og langsiktige oljepriser er det viktig å studere atferden til OPECs tilbud. Det kan være komplisert å studere OPECs atferd i markedet, fordi det er lagt frem flere stridende teorier om den. OPEC beskrives ofte som ulike typer kartell. Disse kartell-modellene varierer ikke bare i hvordan de behandler den ikke-fornybare ressursen, men også i atferden på de ulike OPEC landene (Griffin, 1985). Robert Pindyck (1978) har for eksempel modellert OPEC som et monolittisk profittmaksimerende monopol som løser et optimalt kontrollproblem, mens Dermot Gately og John Kyle foreslår at OPEC følger en tommelfingerregel for prising på olje (Griffin, 1985).

Debatten dreier seg ikke om hvorvidt OPEC setter restriksjoner på produksjonen, men teorier om hvilke årsaker som ligger bak disse restriksjonene. Hver av teoriene impliserer ulik atferd og dermed ulike tilbudsbeslutninger og regler for prissetting. Det er to teorier som understreker dette. I en modell som ser på OPEC som en monopolist for en ikke-fornybar ressurs, vil organisasjonens atferd være forutsigbar. OPEC vil da velge pris eller kvantum slik at marginalinntekten fratrukket marginalutvinningskostnaden øker med renten. Modeller basert på begrenset absorpsjonsevne, *target revenue theory*, har derimot en hypotese om at OPEC svarer på en økning i oljeprisen ved å kutte ned på produksjonen, mens det ved en nedgang i oljeprisen vil øke tilbudet (Fattouh, 2007). Dette illustrerer en negativ priselastisitet av tilbudet. Den underliggende intuisjonen bak denne teorien er at avgjørelser om tilbud styres av et lands budsjettkrav og produksjonen tilpasses for å nå inntektsmålet.

Å modellere OPEC tilbud er utfordrende, fordi det ikke er mulig å beskrive OPEC som et kartell eller oligopol, og samtidig bruke et konkurrerende tilbud og etterspørsel rammeverk for å analysere langsiktig atferd i oljemarkedet. En mer standard måte er å behandle OPECs tilbud som et residual, som ofte kalles «call on OPEC». Det er den

hypotetiske mengden OPEC må produsere for å lukke gapet mellom etterspørselen og ikke-OPEC tilbudet. Dermed er ikke fremtidens tilbud modellert etter atferdsanalyser, men etter en enkel regnskapsformel som balanserer verdens etterspørsel etter å ha tatt hensyn til ulike faktorer (Fattouh, 2007). Denne måten å beregne tilbudet på er mindre intrikat, men det er imidlertid begrensinger ved denne metoden. Den antar for eksempel at OPEC har insentiver til å utvide produksjon.

Tilbudet kan sies å bestemmes i en viss grad av OPEC, hvor Saudi-Arabia er det landet som produserer og eksporterer mest olje. OPEC har utvist en god evne til å redusere oljeproduksjonen for å forsvare oljeprisen, men samtidig er det risiko for prisfall, da det er høy ledig kapasitet (Noreng, 2009). Endringer i oljepriser kan være forårsaket av spekulasjon i markedet eller av politisk uro, som for eksempel konflikter i Midtøsten. OPEC har derfor en begrenset kapasitet for å regulere volumet for å påvirke oljeprisen (Noreng, 2009).

4.2.3 Ikke-OPEC tilbud

Oljeproduksjon fra land utenfor OPEC representerer 60 % av verdens oljeproduksjon. Sentrale områder av ikke-OPEC produksjon er Nord-Amerika, Nordsjøen og regioner av den tidligere Sovjetunionen (U.S. Energy Information Administration, 2014). I motsetning til OPECs oljeproduksjon, som er underlagt sentral koordinering, har ikke-OPEC produsenter muligheten til å ta selvstendige beslutninger. Det er internasjonale eller investoreide oljeselskap som utfører det meste av produksjonsvirksomheten i land utenfor OPEC. Imidlertid er oljeproduksjonen innenfor OPEC hovedsakelig i hendene til nasjonale oljeselskaper. Internasjonale eller investoreide oljeselskap ønsker primært å øke aksjonærverdier og foreta investeringsbeslutninger basert på økonomiske faktorer, mens flere statlige oljeselskaper har som mål å gi bedre infrastruktur, sysselsetting, eller inntekter som påvirker landet i en bredere forstand. Dermed vil ikke-OPEC investeringer og fremtidig tilbudskapitet ha en tendens til å reagere lettere ved endringer i markedsforholdene.

Produsentene i land utenfor OPEC er generelt ansett som pristakere, det vil si at de reagerer på markedspriser i stedet for å forsøke å påvirke prisene ved å styre produksjonen. Dermed vil ikke-OPEC produsentene produsere ved eller nær full

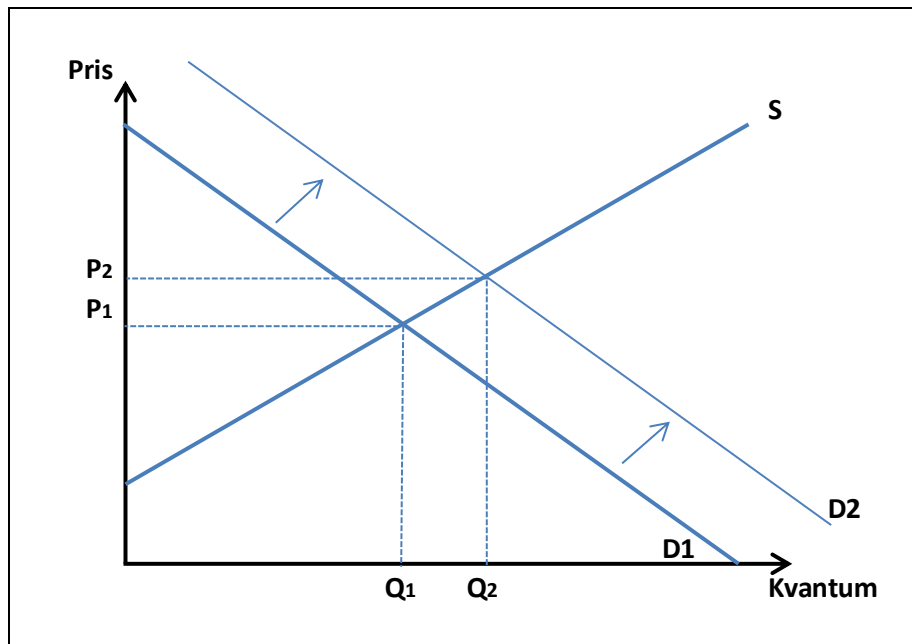
kapasitet. Dermed vil lavere nivåer av ikke-OPEC tilbud ha en tendens til å presse prisene oppover ved å redusere det totale globale tilbudet og øke «call on OPEC».

Ikke-OPEC produksjonen skjer i stor grad i områder som har relativt høye funn- og produksjonskostnader. De fleste av de lavere produksjonskostnadsområdene er i OPECs medlemsland. Dermed har ikke-OPEC produksjon vanligvis en kostnadsulempe sammenlignet med OPEC produksjon.

4.3 Etterspørsel

Olje er en av de viktigste råvarene i verdensøkonomien i dag. Den økende etterspørselen har spesielt kommet av vekst i global produksjon, økt transportvirksomhet, befolkningsvekst og urbanisering (Meld.St.28/2010-11). Den globale etterspørselen etter olje i dag er i stor vekst, både på kort og lang sikt. Veksten er spesielt fremtredende i utviklingsland med fremvoksende økonomier som Kina, og transportsektoren som nærmest er avhengig av olje.

Etterspørselskurven viser kvantum etterspurt av et gode ved ulike priser når alle variablene som påvirker etterspørselen holdes konstant. Ved et skift utover i etterspørselsgrafen, som i figur 4, vil kvantum etterspurt og pris forandre seg. Dette kan være av forskjellige årsaker som økt inntekt, økt behov etter godet eller konsumentenes forventninger. Ved en prisendring vil en bevege seg langs etterspørselskurven, mens en endring i andre variabler som har betydning for etterspørselen, vil gi et skift i etterspørselskurven (Snyder, 2010). Helningen på etterspørselskurven avhenger av etterspørselens priselastisitet. Kvantum etterspurt og pris har et inverst forhold. Når prisen på et gode øker faller etterspørselen, og omvendt når prisen reduseres.



Figur 4: Skift i etterspørselskurven

Aktivitetsnivået i verdensøkonomien er det som driver etterspørselen etter olje. Etterspørselen, både fra konsumentene og den industrielle sektoren, øker sammen med oppgangstider i økonomien og avtar ved nedgangstider. En kan si at etterspørselen etter olje bestemmes av forbrukernes inntekt (Noreng, 2009). Råolje er en innsatsfaktor når det kommer til produksjonsteknologi, etterspørselen blir dermed bestemt ut i fra forholdene i markedet for raffinerte produkter. En må da se nærmere på relative priser og inntektsforhold, for å studere etterspørselen.

En annen faktor som påvirker etterspørselen etter olje er valutakursen. Olje blir i utgangspunktet kjøpt og solgt i amerikanske dollar. Endringer i amerikanske dollar vil derfor påvirke verdens oljeetterspørsel. Depresiering (appresiering) av amerikanske dollar mot andre valutaer vil redusere (øke) kostnadene for å kjøpe en dollar, og dermed også for et fat olje. Dette vil øke (redusere) etterspørselen etter olje, i andre valutaer enn den amerikanske dollaren, og dermed også prisen.

Utgangspunktet for de fleste strukturelle modellene er ligningen til etterspørselen etter olje, som er modellert som en funksjon av verdens økonomiske aktiviteter og oljepriser. Her kan en si at høyere økonomisk aktivitet er assosiert med høyere etterspørsel etter olje, mens høye oljepriser er knyttet til en lavere etterspørsel etter olje. For å se nærmere på etterspørselen etter olje er det viktig å se på etterspørselens priselastisitet.

4.3.1 Etterspørselens priselastisitet

Priselastisiteten av etterspørselen etter olje måler den prosentvise endringen i kvantum etterspurt, dividert på den prosentvise endringen i prisen når vi beveger oss langs etterspørselskurven (Snyder, 2010). Utenom dagens prisnivå, er det flere faktorer som er med på å bestemme etterspørselens priselastisitet. De viktigste faktorene er inntekt og priser fra tidligere år (Hamilton 2008). Det at olje er en av de viktigste ressursene i verden i dag, både for konsumentene og den industrielle sektoren, gjør at vi forventer en nærmere uelastisk etterspørsel på kort sikt. En prisendring i olje vil ikke endre etterspurt kvantum i stor grad, fordi olje er et gode med få substitutter. Prisen vil dermed ha en mindre betydning på kort sikt fordi alternativene vil være mer kostbare enn ved lang sikt (Noreng, 2009).

På lengre sikt vil ikke priselastisiteten være like uelastisk, fordi konsumentene da vil se på andre energialternativer (Noreng, 2009). Petroleum er den dominerende energikilden, men det finnes likevel andre energikilder som kan brukes som substitutter for olje, som for eksempel solenergi. Likevel er det lite substitutter for raffinerte produkter som bensin. Dermed vil en forvente at priselastisiteten fortsatt vil være lav, men høyere enn ved kort sikt (Hamilton, 2008). Konsumentene vil på lang sikt kunne reagere på prisendringer, og vil da kunne redusere noe av effekten prisendringen fører til på kort sikt. De forskjellige variablene som utgjør etterspørselskurven endres hele tiden, og etterspørselen etter olje er følsom når det kommer til endringer i økonomien.

4.4 Markedsspekulering

4.4.1 Lagringsspekulering

Investorenes valg om å kjøpe og selge i dag eller i fremtiden, er knyttet til lagringsspekulering. Hvis en forventer at oljeprisen vil øke og være høyere enn dagens markedspris, inkludert lagringskostnadene, vil investoren forvente en profitt ved å kjøpe oljen i dag, lagre den og deretter selge den i fremtiden (Hamilton, 2008). Siden oljen blir lagret vil dette føre til at etterspørselen etter olje i dag øker og prisen presses oppover. Når flere investorer kjøper i dag og selger i fremtiden, vil dette føre til et forventet tilbudsoverskudd i fremtiden og prisen vil da reduseres. Dette fører til en ubalanse i markedet. Denne ubalansen vil fortsette helt til det oppnås en likevekt

mellom den forventede fremtidige markedsprisen og dagens markedspris. Ifølge Hamilton (2008) blir ligningen utledet som:

$$8) E_t P_{t+1} = P_t + C_t$$

Hvor $E_t P_{t+1}$ er forventet pris om en periode, P_t er dagens pris og C_t er lagringskostnadene og lånerenten i en periode. Siden det er snakk om spekuleringer er dette kun forventninger, ikke realiserte verdier.

Teorien om lagerspekulasjon antar at all informasjon om forventet fremtidig oljeprisutvikling allerede er anslått i dagens oljepris. Ny informasjon vil føre til en prisendring i oljen, fordi markedets forventninger forandrer seg. Siden forventninger er umulig å måle direkte vil det være vanskelig å forutse dette. Der lagringslikevekten eksisterer, er det umulig å forutse den fremtidige oljeprisen, fordi all informasjon allerede er anslått i dagens pris. Oljeprisen er en økonomisk variabel, som hvis teorien er korrekt, er umulig å forutse. Dermed kan en si at dagens oljepris er den beste prognosen på fremtidig oljepris (Hamilton 2008).

4.4.2 Futuresspekulasjon

En annen investeringsstrategi er futureskontrakter. En futureskontrakt er en avtale mellom investoren og motparten, hvor investoren kjøper olje om én periode til en pris avtalt i dag. I teorien må det eksistere en likevekt mellom forventet fremtidig markedspris og futuresprisen (Hamilton, 2008). Som ved lagringsspekulering, vil ubalansen i markedet bli utnyttet av investorene. Dersom dagens futurespris for neste periode er lavere enn den forventede fremtidige markedsprisen for samme periode, det vil si at $F_t < P_{t+1}$, vil etterspørselen etter futureskontraktene i dag øke. Dette er fordi investorene vil kjøpe olje i dag for dagens futurespris for neste periode, F_t , og deretter selge oljen i neste periode for den forventede fremtidige markedsprisen, P_{t+1} (Hamilton, 2008). Dette vil redusere forventningene til den fremtidige oljeprisen og en likevekt vil da eksistere. I følge Hamilton (2008) kan dette skrives som:

$$9) F_t = E_t P_{t+1} + H_t$$

Hvor F_t er dagens futurespris om en periode, $E_t P_{t+1}$ er dagens forventninger til fremtidig spotpris, og H_t er risikopremien. Futuresprisen følger dagens markedspris, spotprisen, og dermed vil all tilgjengelig informasjon være anslått i futuresprisen.

Futureskontrakter er ikke en alternativ teori til lagringspekulering, begge forholdene må være i likevekt. Dette er fordi det for eksempel kan være en økning i F_t uten en tilsvarende endring i P_t , dette vil gi en investor mulighet til å kjøpe olje i dag for P_t , lagre oljen i ett år og deretter selge den gjennom en futureskontrakt. Ved å sette likevektene for lagring og futureskontraktene sammen får vi at futuresprisen er lik dagens spotpris i tillegg til lagringskostnadene og risikopremien. Ved å se bort fra H_t og C_t får vi ligningen (Hamilton 2008):

$$10) F_t = P_t$$

Ligningen sier at dagens markedspris skal være lik dagens futurespris med levering neste periode, noe som også stemmer overens med virkeligheten. Variablene er positivt korrelerte, noe som betyr at nyheter som påvirker dagens markedspris, også vil påvirke futuresprisen (Hamilton 2008). I realiteten kan man finne små forskjeller i dagens markedspris og futuresprisen, noe som trolig er på grunn av C_t og/eller H_t .

5. Metode

5.1 Datasett

Formålet med denne oppgaven er å se om oljeprisene er konsistente med ikke-fornybar ressursteori, og hvilke faktorer som er med på å påvirke oljeprisen. For å teste dette har vi utført ulike regresjonsanalyser ved hjelp av STATA. Vi har tatt utgangspunkt i økonomisk teori og tidligere forskning for å avgjøre hvilke variabler vi ønsker å inkludere i analysen. Vi har brukt ti faktorer, og i tillegg tre dummyvariabler i analysen. Vi har til sammen 228 månedlige observasjoner, fra 1994 til 2013. Variabler som er målt i amerikanske dollar er blitt inflasjonsjustert ved hjelp av den amerikanske konsumpris indeksen, med 1982 som base år.

5.1.1 Oljepris

Oljeprisen er den avhengige variabelen i regresjonsanalysen. Vi har valgt å bruke referanseoljene Brent Blend og WTI, hvor vi bruker gjennomsnittsprisen på de to oljetypene. Vi har valgt disse, da de representerer de mest vanlige referanseoljene. Dataene for Brent Blend og WTI er månedlige, og er hentet fra *U.S. Energy Information Administration* (EIA). Dataene er målt i amerikanske dollar per fat.

5.1.2 US dollar indeks

Oljeprisen er i amerikanske dollar, og de fleste transaksjonene og omsetningene skjer i denne valutaen. Dermed kan valutakursens svingninger påvirke oljeprisen i ulike perioder. USD Indeks er en indeks av verdien til den amerikanske dollaren relativt til de største utenlandske valutaene. Disse valutaene er Euro, Japanske Yen, Britiske Pund, Canadiske Dollar, Svenske Kroner og Sveitsiske Franc. Ved en depresiering av dollaren i forhold til andre valutaer, vil dollaren bli billigere for andre valutaer. Dette vil øke etterspørselen etter olje, i andre valutaer enn dollaren, som medfører en prisøkning. Vi forventer dermed et negativt forhold mellom den amerikanske dollar indeksen og oljeprisen. Dataene er månedlige, og er hentet fra den amerikanske sentralbanken, *The Federal Reserve System*.

5.1.3 OECD lagerdekning (days of stock cover)

Variabelen lagerdekning forteller hvor lenge lageret per dags dato rekker fremover i tid. Disse lagrene er i utgangspunktet en sikkerhet i tilfelle krig, eller en siste utvei ved bortfall av produksjon. Ved en økning i variabelen lagerdekning vil tilbudet av olje øke, som vil føre til en reduksjon i oljeprisen. Dette reduserer avhengigheten av nåværende produksjon og dermed reduseres risikopremien assosiert med et fremtidig avbrudd i tilbud. Vi forventer således en negativ koeffisient på variabelen.

Vi har brukt OECD lagerdekning som variabel, da OECD-landene vil være representativt for verdens oljekonsum. For å finne variabelen lagerdekning har vi dividert OECD lager, på OECD produksjon

$$\frac{OECD\ stock}{OECD\ Production} = Days\ of\ stock\ cover$$

Dataene er månedlige og målt per tusen fat, og er hentet fra *U.S. Energy Information Administration* (EIA).

5.1.4 Raffineriutnyttelse

Raffineriene omdanner råolje til ferdige produkter, og dermed vil utnyttelsen av raffineriene ha en effekt på oljeprisene. Denne effekten forventer vi å være negativ, og kan forklares på to måter. Høyere grad av raffinering, tvinger raffinerier til å kjøpe olje, som er mindre egnet og vanskeligere å raffinere. Dette vil redusere verdien på det som bli produsert. Tilsvarende vil etterspørselen etter olje reduseres, når raffineriene når sin kapasitet, og vil dermed føre til en reduksjon i oljeprisen. Dataene

er månedlige, og målt i tusen fat per dag. De er hentet fra *U.S. Energy Information Administration* (EIA).

5.1.5 WTI futureskontrakter

Aktørene i oljemarkedet driver ikke bare med kjøp og salg av olje i fysisk mengde, de handler også kontrakter for fremtidig levering av olje og andre energiderivater. En av rollene til futuresmarkedene er å oppdage de fremtidige prisene, og dermed vil disse markedene være med på å påvirke oljeprisen. Vi har valgt å bruke WTI futureskontrakter fra NYMEX som en variabel i vår analyse, dataene er månedlige og er hentet fra *U.S. Energy Information Administration*. Vi har valgt å bruke «near month» kontrakten og 4-månederskontrakten, hvor differansen illustrerer markedsposisjonen, som enten kan være contango eller backwardation. Ved contango er spotprisen lavere enn futuresprisen, mens ved backwardation er futuresprisen lavere enn spotprisen.

$$Futures4_1 = NYMEX_4 - NYMEX_1$$

5.1.6 Verdens BNP

Ved en endring av verdens BNP, ser vi en endring i verdens økonomiske aktiviteter. Ved oppgangstider vil etterspørselen etter goder øke, noe som fører til økt produksjon av varer. Olje er en viktig innsatsfaktor i energiproduksjon, transportsektoren og produksjon av flere andre varer, dermed vil verdens BNP totalt være en faktor som påvirker etterspørselen etter olje. Vi forventer et positivt forhold mellom BNP og oljepriser. Når økonomiske aktiviteter øker, vil også oljeprisene øke. Dataene av verdens BNP er hentet fra *Total Economy Database*, og er årlige. Dermed har vi gjort dataene om til månedlige data, ved å dividere den årlige endringsraten til BNP på tolv måneder for hvert år. Dataene er målt per billion i amerikanske dollar.

5.1.7 OPECs kapasitetsoverskudd for produksjon

OPEC er den dominerende oljeprodusenten i verden, og er den eneste enheten med kapasitetsoverskudd. Ved å være hovedbufferen på tilbudssiden, vil etterspørselssjokk eller temporær utilgjengelighet av ikke-OPEC produksjonskapasitet øke risikoen for global tilbudsmangel (Möbert, 2007). Ved høyt kapasitetsoverskudd i produksjonen, er det mye ledig kapasitet som følge av redusert produksjon. Dette vil føre til en høyere oljepris, og vi forventer dermed en positiv effekt på oljeprisen. Dataene er hentet fra databasen *Reuters Ecwin*, og er månedlige.

5.1.8 Rente

I Hotellingregelen skal endringen av profitten være lik renten for at teorien skal være oppfylt. For å teste om Hotellingregelen er konsistent med dagens oljeprisutvikling vil vi teste dette ved å se på sammenhengen mellom oljeprisen og renten. I følge Hotelling stiger nettoprisen på et ikke-fornybart gode i tråd med renten, dermed vil vi forvente at renten vil ha en positiv effekt på oljeprisen når vi tester for Hotellingregelen. Imidlertid, vil en reduksjon i renten føre til økende etterspørsel blant konsumentene, noe som kan føre til en økning i oljeprisen i følge teori om tilbud og etterspørsel.

Renten vi har brukt i analysen er den amerikanske 3-måneders Treasury Bill renten. Dataene er månedlige og hentet fra den amerikanske sentralbanken, *The Federal Reserve System*. Vi har inflasjonsjustert renten ved å trekke fra den amerikanske inflasjonen for hver måned.

5.1.9 OPEC kvote

OPEC har en viss markedsrett og dermed forventes OPECs produksjonskvote å påvirke oljeprisen. OPEC kvoten er ment for å stabilisere oljemarkedet, dermed vil kvoten justeres dersom oljeprisen ikke er på ønskelig nivå. Høyere kvoter, impliserer høyere tilbud og dermed vil oljeprisen reduseres. Vi forventer da et negativt forhold mellom OPEC kvote og oljeprisen. Produksjonskvoten blir satt når OPEC mener at produksjonen må reguleres, og disse dataene er hentet fra *OPEC*.

5.1.10 Oljereserver

Å identifisere de underliggende antakelsene om oljereservene er viktig fordi det kan hjelpe oss å forutsi fremtidig oljetilbud, som igjen vil være med å påvirke prisen på olje. Vi forventer et negativt forhold mellom reservene og oljeprisen. Hvis reservene øker, vil tilbudet øke. Dermed vil prisen gå ned, i følge teori om tilbud og etterspørsel. Dataene er hentet fra *BP statistical review of world energy 2013*, og måler verdens oljereserver i millioner fat per år. Vi har gjort dataene om til månedlige data, ved å dividere den årlige endringsraten til oljereservene på tolv måneder for hvert år.

5.1.11 Antall rigger

Totalt antall rigger i verden, gir et nåværende mål på produksjonsnivået. Antall oljerigger har økt betraktelig de siste ti årene (Breitenfellner, 2009), og kan dermed være en faktor som påvirker oljeprisene. Vi forventer et negativt forhold mellom

antall rigger og oljepriser, da en økning i antall rigger vil indikere høyere produksjon, noe som vil føre til en reduksjon i oljeprisen. Dataene er hentet fra *Baker Hughes* og er månedlige.

5.1.12 Dummyvariabler

Spesielle hendelser antas å påvirke tilbud og etterspørsel av olje, på grunn av knapp produksjonskapasitet eller et tilbudsoverskudd. Dermed vil oljeprisen fluktuere. Vi har valgt å inkludere tre dummyvariabler, for henholdsvis dot-com boblen, Irak-krigen, og finanskrisen. Dot-com boblen og finanskrisen forventes å påvirke oljeprisen negativt. Dette fordi slike hendelser påvirker etterspørselen negativt og tilbudet positivt. Irak-krigen forventes imidlertid å ha en positiv innvirkning. Dette skyldes at slike hendelser vil påvirke etterspørselen positivt og tilbudet negativt.

Dummy	Hendelse	Periode
dummy_2000	Børskraket etter dot-com boblen	2000:12:00
dummy_iraq	Invasjonen av Irak	2003:04:00
dummy_2008	Finanskrisen	2008:9-2008:10

Tabell 1: Dummyvariabler

5.2 Hypotesetesting

Ved hypotesetesting utledes det to hypoteser, nemlig nullhypotesen (H_0) og den alternative hypotesen (H_A). For å teste om oljeprisutviklingen er konsistent med Hotellingregelen, må vi teste oljeprisen mot renten. Her vil nullhypotesen være at det ikke finnes noen sammenheng mellom de historiske oljeprisene og Hotellingregelen. Den alternative hypotesen vil dermed være at det finnes en sammenheng mellom oljeprisutviklingen og Hotellingregelen. Det blir diskutert av Hotelling at nettoprisen må stige med en rate lik renten. Dermed vil den alternative hypotesen være at det er en sammenheng mellom de historiske oljeprisene og Hotellings teori, hvor koeffisienten til rentevariabelen er lik 1.

Når oljeprisdeterminantene testes, vil nullhypotesene være om en endring i de ulike variablene *ikke* vil ha en innvirkning på oljeprisen. Dette innebærer at koeffisientene vil være 0. Alternativhypotesen for de ulike variablene vil da bli at de ulike variablene vil påvirke oljeprisen, da må koeffisientene avvike signifikant fra 0. I tabell 2 kan vi se hypotesene for de ulike variablene.

Avhengig variabel	H ₀	H _A
Verdens BNP	$\beta_{worldgdp} = 0$	$\beta_{worldgdp} > 0$
Rente	$\beta_{interestrates} = 0$	$\beta_{interestrates} \neq 0$
USD indeks	$\beta_{usdindex} = 0$	$\beta_{usdindex} < 0$
OECD lagerdekning	$\beta_{daysofstock} = 0$	$\beta_{daysofstock} < 0$
Oljereserver	$\beta_{worldreserves} = 0$	$\beta_{worldreserves} < 0$
Raffiniriutnyttelse	$\beta_{refineryutilization} = 0$	$\beta_{refineryutilization} < 0$
Futures kontrakter	$\beta_{futures4_1} = 0$	$\beta_{futures4_1} < 0$
Antall rigger	$\beta_{totalrigs} = 0$	$\beta_{totalrigs} < 0$
OPECs kapasitetsoverskudd	$\beta_{opeccapacities} = 0$	$\beta_{opeccapacities} > 0$
OPECs produksjons kvote	$\beta_{opecquota} = 0$	$\beta_{opecquota} < 0$

Tabell 2: Presentasjon av hypoteser

Når vi driver med hypotesetesting er det to mulige feil vi kan gjøre, disse kalles for type I- og type II feil. Type I feil er når vi forkaster H₀ når H₀ er sann, og type II feil er når vi beholder H₀ når H₀ er gal. For å hindre eller kontrollere for type I feil kan en bruke signifikansnivå. Hvis vi bruker lavere signifikansnivå er det mindre sjanse for at type I feil oppstår. Vi vil i denne oppgaven bruke et 5 % signifikansnivå. Type II feil er vanskeligere å forhindre fordi det er utenfor vår kontroll, men en mulighet for å unngå dette er å øke antall observasjoner.

5.3 Tidsseriedata

Tidsseriedata består av et sett med observasjoner av en eller flere variabler over tid. Eksempler på tidsseriedata er aksjekurs, konsumprisindeks og bruttonasjonalprodukt. En viktig dimensjon i tidsseriedata er at tidligere hendelser kan påvirke fremtidige hendelser og etterslep i atferd er utbredt i samfunnsvitenskapen. I motsetning til tverrsnittsdata kan den kronologiske oppbygningen i tidsseriedata potensielt formidle viktig informasjon. Tidsseriedata kan være mer krevende å analysere enn tverrsnittsdata, fordi økonomisk atferd kan sjelden, eller aldri forutsettes å være uavhengig over tid (Woolridge, 2009). Det vil si at dataene ofte har sterk tilknytning til deres historiske utvikling.

Et viktig aspekt ved tidsseriedata er frekvensen på innsamling av data. De vanligste frekvensene innen økonomi er daglig, ukentlig, månedlig, kvartalsvis og årlig. Inflasjon er for eksempel rapportert månedlig, mens BNP rapporteres kvartalsvis. Ved daglig, ukentlig, månedlig og kvartalsvis er det viktig å være klar over at det kan forekomme sesongmønster, og det kan da være hensiktsmessig med sesongjustering av dataene.

5.4 Regresjonsanalyse

En regresjonsanalyse er et verktøy som er godt egnet til å analysere ulike økonomiske fenomener. En enkel regresjonsmodell brukes for å studere forholdet mellom to variabler X og Y , hvor Y er den avhengige variabelen og X er den uavhengige variabelen. Regresjonsanalysen kan illustrere hvordan Y kan forklares av X , eller hvordan Y varierer med forandringer i X . En multivariat lineær regresjon er en utvidet modell som tar hensyn til flere X -variabler og er dermed mer passende for *ceteris paribus* analyser, hvor alle andre faktorer er holdt konstant. Ved å bruke flere X -variabler kan en større del av variasjonen i Y forklares, og modellen får dermed en sterkere forklaringskraft.

En multivariat lineær regresjon er gitt ved:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t$$

der $t = 1, 2, \dots, T$

hvor Y er den avhengige variabelen, X er de uavhengige variablene som antas å påvirke Y , β_0 er skjæringspunktet, $\beta_{1,2,\dots,k}$ måler forandringer i Y med hensyn til tilhørende X -verdi, alle andre faktorer holdt konstant og u er feilledet.

5.4.1 Regresjon med tidsseriedata

5.4.1.1 Statisk modell

Vi antar at vi har tidsseriedata tilgjengelig for to variabler Y og Z , hvor Y_t og Z_t er datert samtidig. En statisk modell vil se ut som følgende:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Z_t + u_t, t = 1, 2, \dots, n$$

En statisk modell illustrerer et kontinuerlig forhold mellom Y og Z . Vanligvis postuleres en statisk modell når en forandring i Z i periode t forventes å ha en umiddelbar effekt på Y . En statisk modell brukes også når vi er interessert i å vite om det er en «tradeoff» mellom Y og Z (Woolridge, 2009).

5.4.1.2 Endelig distribuerte lag modeller

En annen type modell er endelig distribuerte lag-modeller (FDL), og disse tillater en eller flere variabler til å påvirke Y med etterslep. Det er ofte slik at en uavhengig

variabel fra en periode ikke påvirker den avhengige variabelen før en senere periode, og dette kan en slik modell fange opp.

Modellen er gitt ved:

$$Y_t = \alpha_0 + \delta_0 Z_t + \delta_1 Z_{t-1} + \delta_2 Z_{t-1} + u_t$$

hvor Z er en konstant, som er lik c i alle perioder før periode t . I periode t øker Z med en enhet til $c+1$, og deretter faller den tilbake til dens forrige nivå på tid $t+1$.

5.4.1.3 Newey-West standardavvik regresjon

Newey-West regresjonen er en videreføring av Huber/White/sandwich robust varians estimatoren, som produserer standardfeil koeffisientestimer i en OLS regresjon ved tilfeller av heteroskedastisitet. Newey-West justerer i tillegg til heteroskedastisitet, for autokorrelasjon i regresjonsmodellen. I regresjonsanalysen velger man hvor mange lag modellen skal testes for. Ved null lag korrigerer modellen for heteroskedastisitet, mens ved flere lag korrigerer den også for autokorrelasjon. Dermed forbedrer denne estimatoren OLS regresjonen.

5.4.1.4 F-test

Ved en multivariat regresjonsmodell tester man hvorvidt flere variabler påvirker en annen variabel. En T-test brukes for å teste enkeltparametere, mens en F-test brukes ved testing av flere variabler samtidig. Denne testen brukes til å teste nullhypotesen, og F-statistikken kalles gjerne den generelle signifikansen av modellen. Testen er gitt ved:

$$\frac{R^2/k}{(1-R^2)/(n-k-1)}$$

hvor R^2 er den kvadrerte R fra regresjonen av y med hensyn på x -variablene. I modellen vil nullhypotesen være at ingen av X -variablene påvirker Y :

H_0 : X_1, X_2, \dots, X_k er ikke med på å forklare Y .

Alternativhypotesen blir da at x -variablene påvirker Y :

$$H_1 \neq H_0$$

Dersom vi mislykkes i å forkaste nullhypotesen, vil det ikke være noe bevis på at noen av de uavhengige variablene påvirker Y . Da vil man være nødt å lete etter andre forklarende variabler.

5.5 Minste kvadraters metode for tidsseriedata

Minste kvadraters metode, eller bedre kjent som *Ordinary Least Squares* (OLS), er en metode for å estimere de ukjente parameterne i en lineær regresjonsmodell. OLS gir de beste estimatene for betaene, hvor det kvadrerte avviket mellom modellens estimerte verdi \hat{Y} og den observerte Y blir minimert (Studenmund, 2006). Feilleddet i regresjonen fanger opp avviket mellom \hat{Y} og Y . Det er flere forutsetninger som må være oppfylt, for at OLS estimatorene skal være de beste. Det er spesielt tre forutsetninger som bør være oppfylt ved bruk av tidsseriedata, disse er ingen autokorrelasjon, homoskedastisitet og ingen perfekt multikollinearitet.

5.5.1 Ingen autokorrelasjon

At observasjoner av feilleddet ikke er korrelert med hverandre, kalles autokorrelasjon. Brudd på denne forutsetningen vil si at den forventede verdien til en enkel korrelasjonskoeffisient mellom to observasjoner av feilleddet, ikke er lik null. Dette fører til at de estimerte koeffisientene ikke lenger er BLUE (Best Linear Unbiased Estimator), og at standardfeil og varians dermed er ugyldig. For å teste om tidsserien inneholder autokorrelasjon, kan det utføres en Durbin-Watson test. Men ved bruk av laggede variabler vil det være mer hensiktsmessig å ta i bruk en Breusch-Godfrey test. Den tar hensyn til korrelasjon mellom de forklarende variablene og til den laggede residualen.

5.5.2 Homoskedastisitet

At variansen til feilleddene skal være konstante over tid, og uavhengige av de forklarende variablene kalles homoskedastisitet. Et brudd på denne forutsetningen vil føre til heteroskedastisitet, og da vil ikke OLS være estimatoren med lavest varians. Dermed vil OLS generere feilaktige estimater for standardavvikene til koeffisientene. Det finnes flere måter å teste heteroskedastisitet på. En white-test kjører en regresjon med de kvadrerte residualene som den avhengige variabelen. En lignende test er en Breusch-Pagan test. Nullhypotesen for en slik test er at feilleddet har en konstant varians, det vil si heteroskedastisitet. Mens alternativ hypotesen er at

feilleddet ikke har konstant varians, som impliserer homoskedastisitet. Vi ønsker derfor å forkaste nullhypotesen, slik at vi opererer med homoskedastisitet.

5.5.3 Ingen perfekt multikollinearitet

Perfekt multikollinearitet, impliserer et perfekt lineært forhold mellom variabler. Det vil si at ved bevegelser i den ene variabelen, vil bevegelsene i den andre variabelen være identiske, selv om størrelsen på bevegelsen vil avvike (Studenmund, 2006). Det vil føre til at OLS ikke vil være rede til å skille en variabel fra en annen, og vil dermed ikke kunne generere estimater for regresjonskoeffisientene. For å oppdage multikollinearitet, må vi sjekke korrelasjonsmatrisene og se hvilke variabler som er korrelerte. Er noen variabler veldig høyt korrelerte kan det være hensiktsmessig å fjerne en av dem fra regresjonen, da den kan gi feilaktige resultater.

5.6 Valg av antall lags

Ved regresjon av tidsseriedata kan det være viktig å inkludere laggede verdier i modellen. Det kan ta en hvis periode før den avhengige variabelen, responderer på endringer i de forklarende variablene, og dermed kan en sammenheng mellom variabler ikke bli fanget opp. Derfor kan laggede verdier i modellen korrigere for nettopp dette problemet.

Akaikes informasjonskriterium (AIC) er en metode som kan gi oss en indikasjon på hvor mange «lags» man skal inkludere i modellen. En AIC-modell er gitt som:

$$AIC = \ln(\sigma^2) + \frac{2k}{t}$$

Der σ^2 er variansen til feilleddet, k er totalt antall estimerte parameter og T er antall observasjoner.

Denne metoden veier *Residual sum of squares* (RSS) opp mot antall frihetsgrader. Å legge til et ekstra lag vil ha to effekter på informasjonskriteriet. RSS vil falle, og samtidig vil straffen for det ekstra lagget øke. Dermed må man være ute etter å minimere informasjonskriteriet.

5.7 Stasjonaritet

Stasjonære prosesser har historisk spilt en viktig rolle i tidsserieanalyser. En stasjonær tidsserie prosess har en sannsynlighetsfordeling som er stabil over tid, det vil si at parametere som gjennomsnitt og varians ikke forandrer seg over tid og ikke følger

noen trender (Woolridge, 2009). En stasjonær tidsserie har egenskapen *mean reversion*, som betyr at den alltid vil vende tilbake til sin gjennomsnittsverdi.

Er en tidsserie ikke-stasjonær, vil forholdet mellom X og Y være tilfeldig over tid, og det vil være umulig å si noe om de uavhengige variablene påvirker den avhengige variabelen. Dette er det såkalte spuriøse regresjonsproblemet. Denne typen ikke-stasjonaritet kalles enhetsrot, og kan føre til at vi oppnår signifikante resultater som er misledende. Dermed er det avgjørende å teste om variablene i regresjonen er stasjonære, for å unngå slike spuriøse sammenhenger. Årsaker for ikke-stasjonaritet kan være trend i dataserien, så vel som strukturelle brudd eller sesongvariasjoner.

En måte å teste for ikke-stasjonaritet på er en Dickey Fuller-test. Den tester om tidsserien følger en enhetsrot prosess. Den enkleste måten å teste for enhetsrot er ved en AR(1) modell (Woodridge, 2009):

$$Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + e_t, t = 1, 2, \dots,$$

Hvor y_0 er den første observerte verdien. Vi lar $\{e_t\}$ betegne en prosess med et gjennomsnitt på null, gitt tidligere observert Y :

$$E(e_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_0) = 0$$

Nullhypotesen er at $\{y_t\}$ har en «unit root»:

$$H_0: \rho = 1$$

Det vil si at alternativ hypotesen blir:

$$H_A: \rho < 1$$

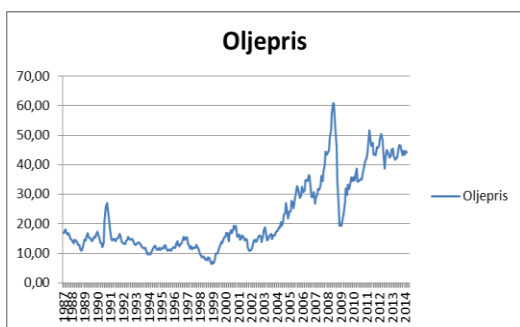
6. Deskriptiv statistikk

Tabell 3 presenterer deskriptive statistikker for de ulike variablene på nivåform, samt i realltall. Det er fra 245 til 324 observasjoner på variablene. I tillegg til antall observasjoner, illustrerer tabellen gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum for variablene. Vi kan for eksempel se på oljeprisen at det er 323 observasjoner og at prisen rangerer fra 6,46 til 60,83 med en gjennomsnittspris på 22,40. Den laveste prisen var observert i 1999, og høyeste i 2008. Dette er inflasjonsjusterte tall med en base på 1982.

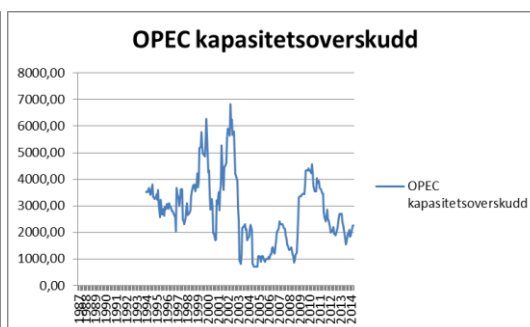
Variabel	Observasjoner	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
realoilprice	323	22,401	12,764	6,46	60,83
usindex	323	52,754	14,422	30,47	87,25
daysofstock	322	20,7487	1,906	16,5	24,51
refinery	322	14737,01	935,266	12742	16730
futures4_1	323	-0,0178	0,954	-2,7	4,25
opeccapacity	245	2846,958	1289,599	705,81	6830
worldgdp	320	46,297	21,363	17,74	91,19
interestrates	324	0,033	0,025	-0,01	0,09
opecquota	317	23925,08	3079,488	14680	29673
worldreserves	308	1162,623	186,903	879,88	1542,96
rigs	324	2343,87	654,634	1156	3900

Tabell 3: Deskriptiv statistikk

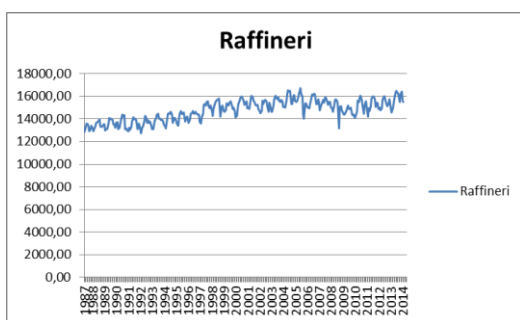
Nedenfor har vi fremstilt grafer for de ulike variablene inkludert i analysen vår. Grafene viser den historiske utviklingen på de ulike variablene de siste 20 til 30 årene.



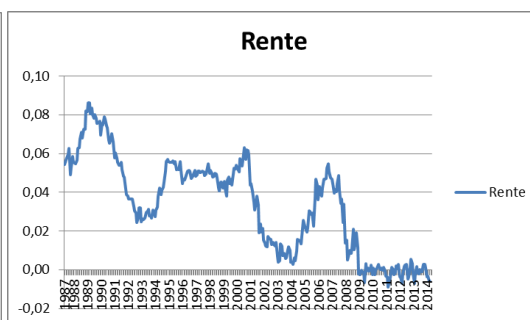
Figur 5: Oljepris



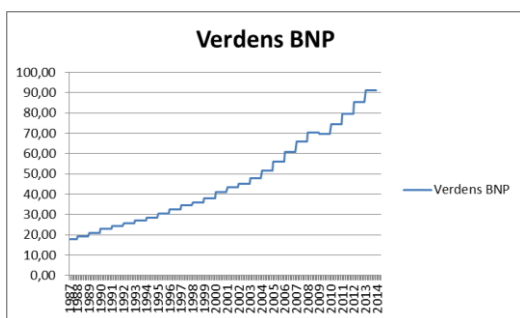
Figur 6: OPECs kapasitetsoverskudd



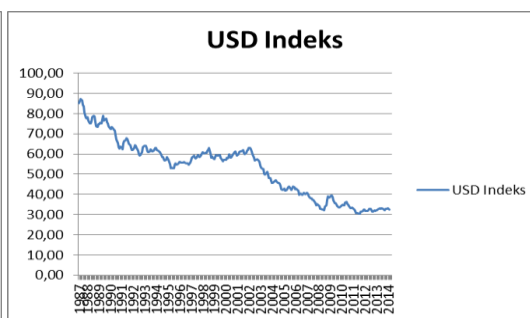
Figur 7: Raffineriutnyttelse



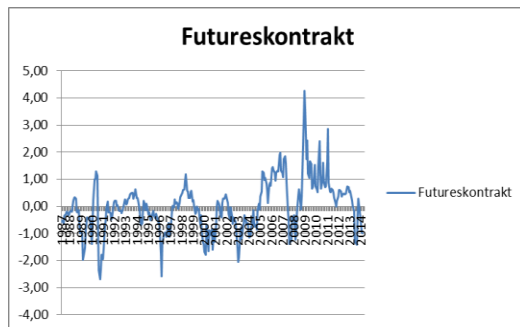
Figur 8: Rente



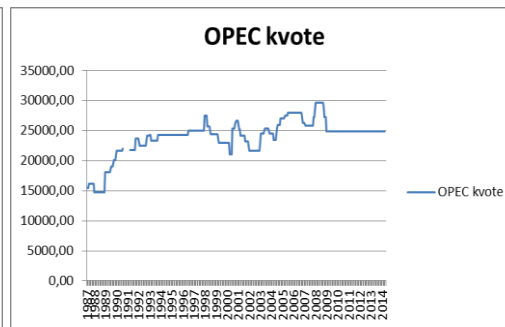
Figur 9: Verdens BNP



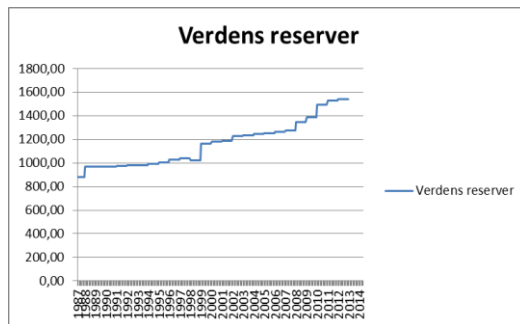
Figur 10: USD Indeks



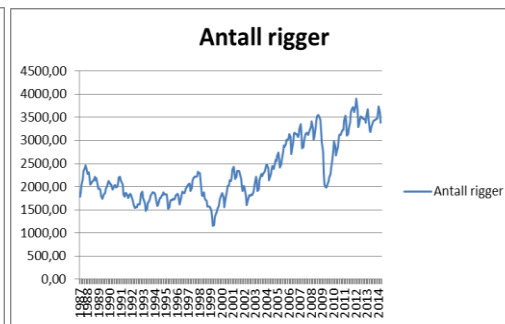
Figur 11: Futureskontrakter



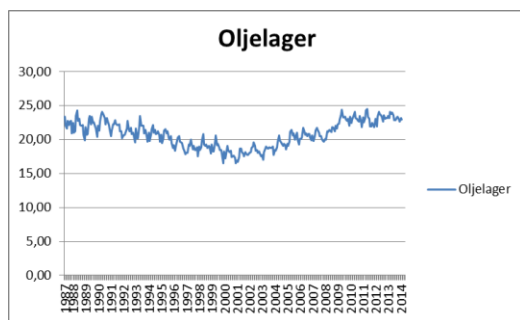
Figur 12: OPECs produksjonskvote



Figur 13: Verdens oljelagreserver



Figur 14: Totalt antall rigger



Figur 15: OECD-lagerdekning

Figur 5 viser den historiske oljeprisutviklingen i perioden 1987 til 2014. Vi ser ut ifra grafen at det har vært store svingninger i oljeprisen. Prisen nådde sin topp i 2008, mens den laveste prisen er observert i 1999. Selv om prisen har fluktuert, ser vi en klar stigende trend. OPECs kapasitetsoverskudd har imidlertid ikke en klar trend, da den har fluktuert mye i løpet av de siste 20 årene, som vi kan se i figur 6. OPEC hadde sitt største kapasitetsoverskudd i 2002, mens det var på sitt laveste i 2003.

Variabelen raffineriutnyttelse har en relativt svak stigende trend frem til 2005 som vi kan se i figur 7. Fra 2005 frem til 2009 observeres det en reduksjon i raffineriutnyttelsen, før den begynner å stige igjen i 2010. Den er på sitt laveste i 1987 og har vært på sitt høyeste de siste årene. Raffineriutnyttelsen har dermed forbedret seg de siste 30 årene. Videre kan vi se at renten har fluktuert en del, men har likevel en klar synkende trend, som vi kan se i figur 8. Renten var på sitt høyeste i 1989, og lavest i 2011. Variabelen BNP har hatt en klar stigende trend de siste 27 årene,

utenom en nedgang i 2008, som vi kan se i figur 9. Stigningen har vært jevn, og dermed var verdens BNP på sitt laveste i 1987 og er på sitt høyeste per dags dato.

I figur 10 kan vi videre se en klar synkende trend gjennom hele den målte perioden på den amerikanske dollaren. I perioden 1995-2002 var det en svakt stigende trend, mens den deretter har hatt en jevn nedgang. Dollaren var på sitt høyeste relativt til de andre valutaene i 1987, mens den har vært på sitt laveste de siste årene. Variabelen futureskontrakt har ikke en typisk trend i dataene, da den hele tiden beveger seg over og under null, dette er fordi grafen viser når markedet er i *contango* eller *backwardation*. Det er differansen mellom 4-måneders- og 1-måneders kontrakt som er illustrert i figur 11. Vi kan observere i figur 12 at OPEC både har økt og redusert kvotene sine de siste 30 årene. Det er allikevel en svak økende trend. Kvoten var på sitt minste i 1989, og på sitt høyeste i 2008. Vi kan se at etter 2008 har kvoten blitt redusert og holdt seg konstant.

Vi kan se ut ifra figur 13 at oljereservene var på sitt laveste nivå i 1987 og er på sitt høyeste per dags dato. Den har således alltid vært stigende, utenom en liten knekk i 1998. Antall rigger har hatt en svingende, men positiv trend de siste 30 årene, som vi kan se i figur 14. Antallet var på sitt laveste i 1999 og på sitt høyeste i 2012. Vi kan også observere en betydelig knekk i 2008-2009. Variabelen OECD lagerdekning i figur 15 viser ikke en typisk gjennomgående trend i dataene. Oljelageret går gradvis nedover frem til rundt 2001, før det får en jevn oppgående trend frem til dagsdato. Den minste oljedekningen er observert i 2000, og den høyeste i 2011.

7. Resultater

I denne delen av oppgaven vil vi vise resultatene av regresjonene som er blitt utført i STATA. Vi har utført flere ulike regresjoner hvor vi tester hvilke faktorer som påvirker oljeprisene og om historiske oljepriser er konsistente med Hotellingsregelen.

7.1 Valg av variabler

Etter en nøye vurdering av de ulike faktorene, fant vi det hensiktsmessig å ta med ti ulike variabler, som vi tror påvirker den avhengige variabelen ut i fra teori. I tillegg har vi konstruert tre dummyvariabler som indikerer uro, hvor hver enkel dummyvariabel er ulike hendelser som kan ha hatt en påvirkning på oljeprisen. Vi startet regresjonsanalysen med følgende modell, som er modell 1 i tabell 4.

$$\text{realoilprice}_t = \text{realusdindex}_t + \text{daysofstock}_t + \text{refineryutilization}_t + \text{futures4}_1 + \text{opeccapacities}_t + \text{worldgdp}_t + \text{realinterestrate}_t + \text{opecquota}_t + \text{worldreserves}_t + \text{totalrigs}_t + \text{dummy}_2000 + \text{dummy}_\text{iraq} + \text{dummy}_2008 + \varepsilon$$

Vi startet med å gjøre en regresjonsanalyse med de ubehandlede dataene for å få et inntrykk av de ulike variablene. Her fikk vi en høy forklaringsgrad, R^2 , på 0,936 og flere signifikante variabler, som vi kan se i modell 1 i tabell 4. Flere av variablene var signifikante, men i og med at dataene er i nivåform er de ikke stasjonære. Dataene må derfor behandles videre slik at modellen kan bli forbedret og mer robust.

	Nivåform	% Δ	% Δ lag 1	% Δ lag 2	% Δ lag 3	Newey	Newey lag1	Newey lag2	Newey lag3
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7	Modell 8	Modell 9
	β	β	β	β	β	β	β	β	β
usindex	-0,4326***	-1,4737***	-1,5442***	-1,5122***	-1,4041***	-1,4737***	-1,5442***	-1,5122***	-1,4041***
usindex lag 1			0,1930	-0,2716	0,4339		0,1930	0,2716	0,4339
usindex lag 2				-0,3143	-0,4139			-0,3143	-0,4139
usindex lag 3					-0,0725				-0,0725
daysofstock	1,0555***	0,0061	-0,1885	-0,0873	-0,0754	0,0061	-0,1522	-0,0873	-0,0754
daysofstock lag 1			-0,3415*	-0,0665	0,1435		-0,3415*	-0,0665	0,1435
daysofstock lag 2				0,4296*	0,7547***			0,4296*	0,7547***
daysofstock lag 3					0,3772				0,3772
refineryutilization	-2,94e-06	0,0472	0,0340	0,0632	-0,0365	0,0472	0,0340	0,06325	-0,0365
refineryutilization lag 1			-0,1792	-0,1416	0,0796		-0,1792	-0,1416	0,0796
refineryutilization lag 2				0,3115	0,3430			0,3115	0,3430
refineryutilization lag 3					0,4945**				0,4945**
futures4_1	-2,8093***	-0,0014	-0,0013	-0,0017	-0,0017	-0,0014***	-0,0013***	-0,0017***	-0,0017*
futures4_1 lag 1			-0,0003	-0,00045	-0,00042		-0,0003	-0,0004	-0,00042
futures4_1 lag 2				0,00053	0,00079			0,0005	0,00079
futures4_1 lag 3					-0,00236**				-0,0023***
worldgdp	0,1136	-0,1127	-0,0012	-0,6414	-0,7977	-0,1127	-0,0012	-0,6414	-0,7977
worldgdp lag 1			-0,1410	-0,7432	-1,2449**		-0,1410	-0,7432	-1,2449**
worldgdp lag 2				0,1390	-0,9060*			0,1390	-0,9060*
worldgdp lag 3					-0,3270				-0,3277
opeccapacities	0,0015***	0,0077	0,0145	-0,1963	-0,0467	0,0077	0,0145	-0,0196	-0,0467
opeccapacities lag 1			-0,0212	-0,0382	-0,0605		-0,0212	-0,0382	-0,0605
opeccapacities lag 2				0,0368	0,0138			0,0368	0,0138*
opeccapacities lag 3					-0,0280				-0,0280
interstrate	45,1160**	-0,00006	-0,00013	-0,000065	-0,000098	-0,000061	-0,00013	-0,000065	-0,000098
interstrate lag 1			-0,00069	-0,00053	-0,00025		-0,00069*	-0,00053	-0,00025
interstrate lag 2				0,00051	0,0010			0,00051	0,0010*
interstrate lag 3					0,00015				0,00015
opecquota	0,0018***	-0,0676	-0,0531	-0,0972	-0,2313	-0,0676	-0,0531	-0,0972	-0,2313
opecquota lag 1			0,0050	-0,0104	-0,2574		0,0050	-0,0104	-0,2574
opecquota lag 2				0,1637	0,1159			0,1637	0,1159
opecquota lag 3					-0,0060				-0,0060
worldreserves	0,0222***	5,8585***	-1,4198	-1,3426	-2,9794	5,8585***	-1,4198	-1,3426	-2,9794
worldreserves lag 1			8,0900**	15,6715***	16,0610***		8,0900***	15,6715***	16,0610***
worldreserves lag 2				-8,1894**	1,8022			-8,1894***	1,8022
worldreserves lag 3					-10,814***				-10,8146***
totalriqs	0,0065***	-0,1121	-0,0925	-0,0432	0,07646	-0,1121	-0,0925	-0,0432	0,0766
totalriqs lag 1			-0,1858	-0,2461	-0,2613		-0,1858	-0,2461	-0,2613
totalriqs lag 2				0,0271	0,2790			0,0271	0,2790
totalriqs lag 3					-0,1208				-0,1208
dummy_2008	-7,3215***	-0,1397***	-0,1797***	-0,1751***	-0,2014***	-0,1397***	-0,1797***	-0,1751***	-0,2014***
dummy_2008 lag 1			0,0381	0,0206	0,0588		0,0381	0,0206	0,0588
dummy_2008 lag 2				0,0323	-0,0495			0,0323	-0,0495
dummy_2008 lag 3					0,1096*				0,1096***
dummy_iraq	-0,4941	-0,1868***	-0,1667**	-0,1969***	-0,1903**	-0,1868***	-0,1667***	-0,1969***	-0,1903**
dummy_iraq lag 1			0,0649	-0,0512	-0,0629		-0,0649**	-0,0512	-0,0629
dummy_iraq lag 2				0,1462*	0,1453*			0,1462***	0,1453*
dummy_iraq lag 3					0,0721				0,0721
dummy_2000	-3,8321	-0,2289***	-0,2543***	-0,2119***	-0,1934**	-0,2289***	-0,1443***	-0,2119***	-0,19344**
dummy_2000 lag 1			0,0072	0,0333	0,0630		0,0072	0,0333	0,0630
dummy_2000 lag 2				0,0192	0,0387			0,0192	0,0387
dummy_2000 lag 3					-0,0811				-0,0811**
R ²	0,9329	0,3037	0,3474	0,4056	0,4893				

Tabell 4: Regresjonsanalyser av oljeprisdeterminanter utført i STATA

Modell 1	Regresjon data på nivåform
Modell 2	Regresjon data i prosentvisendring
Modell 3	Regresjon data i prosentvisendring med 1 lag
Modell 4	Regresjon data i prosentvisendring med 2 lag
Modell 5	Regresjon data i prosentvisendring med 3 lag
Modell 6	Newey-West Regresjon data i prosentvisendring
Modell 7	Newey-West Regresjon data i prosentvisendring med 1 lag
Modell 8	Newey-West Regresjon data i prosentvisendring med 2 lag
Modell 9	Newey-West Regresjon data i prosentvisendring med 3 lag

Tabell 5: Spesifikasjon av regresjonsmodellene av oljeprisdeterminanter

7.2 Stasjonære tidsserier

Ved å foreta en Dickey Fuller test undersøker man om dataene er stasjonære. Flere av variablene er makroøkonomiske faktorer og vil da ha en naturlig trend som vil gjøre at dataene ikke er stasjonære. Ved en Dickey-Fuller (DF) test og en utvidet Dickey-Fuller (ADF) test fant vi ut at flere av variablene i den første ubehandlede modellen ikke var stasjonære. Et alternativ for å gjøre tallmaterialet stasjonært er å bruke den prosentvise endringen på variablene, i stedet for de opprinnelige tallene. Vi testet Dickey-Fuller med trend, både med og uten lag for å forsterke resultatene. Dersom t-verdien til hver av variablene var under den kritiske verden på 5 % nivå, forkastet vi nullhypotesen og dataene var stasjonære.

Variabel	Datasett 1		Datasett 2 %Δ		Kritisk verdi	
	DF Trend	ADF Trend lag 1	DF Trend	ADF Trend lag 1	5 %	10 %
realoilprice	-2,505	-3,566	-13,555	-11,075	-3,427	-3,13
realusindex	-2,281	-3,197	-12,39	-11,621	-3,427	-3,13
daysofstock	-3,796	-2,886	-23,09	-16,186	-3,427	-3,13
refineryutilization	-6,485	-7,055	-17,653	-15,623	-3,427	-3,13
futures4_1	-4,667	-5,665	-16,887	-5,665	-3,427	-3,13
opeccapacities	-2,631	-2,643	-13,888	-10,256	-3,427	-3,13
worldgdp	-1,644	-1,499	-3,273	3,322	-3,427	-3,13
realinterestrte	-3,716	-2,723	-18,04	-13,328	-3,427	-3,13
opecquota	-2,585	-2,7	-18,045	-12,571	-3,427	-3,13
worldreserves	-2,015	-1,952	-3,817	-3,901	-3,427	-3,13
totalrigs	-2,476	-3,894	-11,715	-13,7631	-3,427	-3,13

Tabell 6: Resultater av Dickey-Fuller og utvidet Dickey-Fuller test

H_0 = Variablene er ikke-stasjonære

H_A = Variablene er stasjonære

Ut i fra tabell 6 kan vi se at nullhypotesen for det opprinnelige datasettet ikke kan forkastes, og dataene er dermed ikke-stasjonære. Videre kan vi se at nullhypotesen kan forkastes ved en transformasjon av dataene til prosentvis endring. Imidlertid kan vi se at en av variablene, *worldgdp*, er signifikant på 10 % nivå. ADF testen har det vi referer til som lav styrke, hvilket betyr at den kan finne enhetsrot i tallmaterialet selv om det ikke er tilfellet. For denne variabelen brukte vi en annen test for enhetsrot i tillegg, for å se om dette var tilfellet. Ved bruk av en Phillips-Perron test, ble *worldgdp* signifikant på 5 % nivå.

	%Δ worldgdp	Kritisk verdi 5%	p-verdi z(t)
z (rho)	-23,391	-21,349	
z (t)	-3,476	-3,428	0,042

Tabell 7: Resultat av Phillips-Perron test for enhetsrot

Vi konkluderte da med at alle variablene var stasjonære. Modellen ble da som følgende:

$$\begin{aligned} \% \Delta \text{realoilprice}_t = & \% \Delta \text{realusdindex}_t + \% \Delta \text{daysofstock}_t + \% \Delta \text{refineryutilization}_t + \\ & \% \Delta \text{futures4}_t + \% \Delta \text{opeccapacities}_t + \% \Delta \text{worldgdp}_t + \% \Delta \text{realinterestrate}_t + \\ & \% \Delta \text{opecquota}_t + \% \Delta \text{worldreserves}_t + \% \Delta \text{totalrigs}_t + \text{dummy}_{2000} + \text{dummy}_{iraq} + \\ & \text{dummy}_{2008} + \varepsilon \end{aligned}$$

Når vi utførte en regresjonsanalyse av denne modellen fikk vi en R^2 på 0,303, som vi kan se i modell 2 i tabell 4. Videre observerer vi signifikante verdier på variablene *usdindex*, *worldreserves*, og dummy variablene *dummy_2000*, *dummy_iraq* og *dummy_2008*.

7.3 Antall lag

En årsak for at forklaringsgraden på modellen ble lav og få variabler ble signifikante i modell 2, kan være fordi oljeprisen responderer på endringer i de forklarende variablene på et senere tidspunkt. Hvert lag forklarer en periode som i vårt tilfelle indikerer en måned tilbake i tid. Tabell 4 viser ni regresjonsanalyser, hvor seks av disse er utført med ett til tre lag. Modell tre til fem og syv til ni er regresjonsanalyser utført med lag. Grunnen til at vi valgte 3 lag var for å se om endringer i det forrige kvartal hadde noen påvirkning på oljeprisen. For å se om resultatene endrer seg ut i fra hvor mange lag som er inkludert i analysen, valgte vi å utføre tre regresjonsanalyser, hvor den ene har ett lag, den andre to lag og den siste tre lag. Forklaringsgraden steg med antallet lag som ble brukt i analysen, som vi kan se i tabell 4.

Videre ble det gjort en Newey West-standardavviks regresjon. Det ble testet for flere lag på hver enkelt variabel. I likhet med den forrige regresjonen ble det testet med ett til tre lag. Modell seks til ni i tabell 4 er regresjonsanalysene som er utført med Newey-West regresjoner. For å forsikre oss om at modellen er robust testet vi også for de forutsetningene for OLS, som er hensiktsmessige ved bruk av tidsseriedata. I Newey-West regresjoner blir ikke forklaringsgraden, R^2 , tatt i betraktning.

7.4 Forutsetninger for OLS

7.4.1 Ingen autokorrelasjon

Det finnes flere måter å teste for autokorrelasjon, men da vi har modeller med lag har vi utført en Breusch-Godfrey test. Newey-West regresjonen korrigerer for autokorrelasjon, men for å forsikre om at datamaterialet ikke inneholder autokorrelasjon har vi likevel utført en Breusch-Godfrey test på regresjonsmodell 5 i tabell 4.

H_0 = Ingen autokorrelasjon

H_A = Autokorrelasjon

Lags (p)	chi2	df	Prob > chi2
1	2,518	1	0,1126
2	2,807	2	0,2457
3	3,632	3	0,304

Tabell 8: Breusch-Godfrey test for autokorrelasjon

Ingen av p-verdiene fra de ulike lagene er signifikante, og nullhypotesen kan dermed ikke forkastes. Det er således ingen tegn til autokorrelasjon i datamaterialet.

7.4.5 Homoskedastisitet

For at resultatene skal være robuste sier forutsetningen om homoskedastisitet at feilleddene må ha konstant varians. Selv om Newey-West regresjonen korrigerer for heteroskedastisitet, testet vi også for homoskedastisitet i modell 5 i tabell 4. For å teste dette brukte vi en Breusch-Pagan test.

H_0 = Datamaterialet er homoskedastisk

H_A = Datamaterialet er heteroskedastisk

chi 2 (1)	0,00
Prob > chi 2	0,9739

Tabell 9: Breusch-Pagan test for heteroskedastisitet

Ut i fra tabellen kan vi se at nullhypotesen ikke kan forkastes, og dermed er datamaterialet homoskedastisk.

7.4.6 Ingen perfekt multikollinearitet

For å teste kriteriet ingen perfekt multikollinearitet ble det utført en korrelasjonstest, som illustrerer korrelasjonen mellom de ulike variablene i modellen. I tabell 10

nedenfor kan vi se at det er svært lav korrelasjon mellom de ulike forklarende variablene.

	usdindex	daysofstock	refinery	futures4_1	opeccapacity	worldgdp	interestrate	opecquota	worldreserve	rigs
usdindex	1									
daysofstock	-0.0936	1								
refinery	0.1565	-0.0327	1							
futures4_1	-0.0216	-0.1216	-0.1182	1						
opeccapacity	0.0656	0.0188	-0.0621	-0.1719	1					
worldgdp	0.0836	0.0017	0.0236	-0.0200	-0.0595	1				
interestrate	-0.0784	0.0749	-0.0704	0.0046	0.0043	0.0791	1			
opecquota	-0.1217	-0.0867	-0.1106	0.1093	-0.1673	0.1275	0.0012	1		
worldreserves	0.0573	-0.0199	-0.0161	-0.0748	0.0053	-0.0779	0.0172	-0.0511	1	
rigs	0.0227	-0.4157	-0.1911	0.1007	-0.0265	0.1593	-0.0725	0.2727	0.0968	1

Tabell 10: Korrelasjonsmatrise (variabler i prosentvis endring)

Vi kan observere at de høyeste korrelerte variablene er *daysofstock* og *rigs* som har en korrelasjon på -0,4157. Denne korrelasjonen er forholdsvis lav, og ingen av variablene trenger dermed å utelates fra regresjonen.

8. Diskusjon av resultater

8.1 Oljeprisdeterminanter

I denne delen av oppgaven vil vi diskutere resultatene som fremkommer av Newey-West regresjonene, utført for oljeprisdeterminantene. Vi vil gå nærmere inn på hver variabel og deres påvirkning på oljeprisen. Videre vil vi diskutere om variablene kan påvirke oljeprisen med etterslep. Ved bruk av tre lag, kan vi for eksempel se om endringer i faktorer det siste kvartalet påvirker oljeprisen i dag.

8.1.1 USD Indeks

USD indeks variabelen er den variabelen som har størst signifikans gjennom alle de ni ulike modellene i tabell 4, hvor den er signifikant på 1 % nivå. Dette stemmer med forventningene våre om at når dollaren appresierer, vil dette føre til mindre etterspørsel og dermed lavere pris. Ved å utføre en F-test for å se om det er en helhetlig signifikans på de ulike lagene finner vi at lagene ikke er signifikante. Dette kan tolkes som at endringen i dollaren har en umiddelbar effekt på oljeprisen, og at lag ikke vil kunne forbedre modellen. Dersom dollaren appresierer i dag, vil etterspørselen reduseres simultant. I følge modell 6, vil en appresiering av den amerikanske dollaren relativt til andre valutaer på 1 %, føre til en reduksjon i oljeprisen med 1,47 %.

8.1.2 OECD lagerdekning (days of stock)

Modellene 7, 8 og 9 har koeffisienter som er signifikante på både 1 % og 10 % nivå. I modell 7 er koeffisientene negative, hvorav lag én er signifikant på 10 % nivå, noe som stemmer overens med teori. I perioder med økt lagerdekning vil tilbudet overskride etterspørselen etter olje, dette vil føre til en reduksjon i oljeprisen. Likevel avdekker en F-test at variabelen i sin helhet ikke er signifikant i modell 7. Koeffisientene i modell 8 og 9 har ikke det forventede negative fortegnet. Etter å ha utført en F-test finner vi ut at variabelen har en helhetlig signifikans på 10 % nivå i disse modellene. Det er usikkerhet knyttet til denne variabelen, da modell 8 og 9 er positiv og signifikant. Da signifikansnivået er på 10 % velger vi å ikke forkaste nullhypotesen, og konkluderer med at variabelen ikke påvirker oljeprisen i vår analyse.

8.1.3 Raffineringsutnyttelse

Koeffisienten til den forklarende variabelen *refineryutilization* er positiv, men ikke signifikant i modell 6. Ingen av koeffisientene til variabelen på de ulike modellene med lag er heller signifikante, bortsett fra koeffisienten på lag 3 i modell 9. Imidlertid er denne positiv, noe som strider i mot våre forventninger til variabelen. Vi forventet et negativt forhold mellom oljeprisen og raffineringskapasiteten. Ved en økning av raffineringskapasiteten øker tilbudet, som vil presse prisene nedover på grunn av mindre etterspørsel etter godet. Likevel kan det ikke konkluderes med statistisk signifikans i modell 9, fordi ved en F-test blir det belyst at variabelen ikke er signifikant i sin helhet.

8.1.4 Futures kontrakter

Variabelen *Futures4_1* har en negativ koeffisient på alle modellene, fra modell 1 til modell 9. I modell 6, kan vi se at variabelen har en negativ koeffisient og er signifikant på 1 % nivå. Dette er noe som stemmer overens med teori, da vi forventet et negativt forhold mellom oljeprisen og endringen av futures kontraktene. Videre kan vi også se at koeffisientene på lag 0 er negative og signifikante i modell 7, 8 og 9, på henholdsvis 1 %, 1 % og 10 % nivå. Dette kan illustrere en umiddelbar påvirkning på oljeprisene. Imidlertid kan vi se at koeffisienten i modell 9 er negativ og signifikant på et 1 % nivå på lag 3. Dette kan tolkes som om at en endring for et kvartal siden også kan ha en påvirkning på dagens oljepriser.

8.1.5 OPECs kapasitetsoverskudd for produksjon

Variabelen har ingen signifikante koeffisienter på de ulike modellene, bortsett fra modell 1 og modell 9. Modell 1 er ikke robust, og kan dermed ikke brukes i analysen. Videre kan vi se at koeffisienten er positiv og signifikant på lag 2 i modell 9, på 10 % nivå. Likevel avdekker en F-test at det ikke er en helhetlig signifikans. Dermed kan en si at den forventede hypotesen ikke kan forkastes, og OPECs kapasitetsoverskudd for produksjon ikke er en variabel som påvirker oljeprisen i vår analyse. Vi forventet en positiv koeffisient. Ved en økning i den ledige kapasiteten ved produksjon, produseres det mindre, som fører til en økning i oljeprisen. OPEC har hatt ledig produksjonskapasitet for å øke produksjonsnivået hvis oljeprisen er over det ønskelige prisnivået. Det kan også tolkes som at oljeprisen har en større effekt på den ledige produksjonskapasiteten, enn produksjonskapasiteten har på oljeprisen. Ved økte oljepriser kan OPEC øke produksjonen, for å presse ned oljeprisene. Dette kan være en årsak til at vi ikke finner et statistisk forhold mellom variablene.

8.1.6 Verdens BNP

Koeffisienten til variabelen er negativ i de ulike modellene, bortsett fra modell 1 hvor den er positiv. Den negative koeffisienten strider derimot med våre forventninger og teori, da vi forventet et positivt forhold, der en økning i verdens BNP vil føre til en økning i oljeprisen. Variabelen er ikke signifikant i noen av modellene, bortsett fra modell 9, på lag 1 og 2. Likevel kan vi ikke forkaste hypotesen, da F-testen avdekker at det ikke er helhetlig signifikans for variabelen. Vi kommer dermed frem til at *worldgdp* ikke påvirker oljeprisen i vår analyse.

8.1.7 Rente

I modell 6 har koeffisienten et negativt fortegn, noe som er konsistent med våre forventninger, og teori om tilbud og etterspørsel. Ved økning i renten, vil etterspørselen etter goder reduseres og prisen vil reduseres. Imidlertid er ikke variabelen i modell 6 signifikant, og har dermed ingen forklaringskraft. I Modell 7 derimot, er variabelen signifikant på 10 % nivå og negativ. Det tilsier at renten kan påvirke oljeprisen én periode senere. Likevel avdekker en F-test at det ikke er en helhetlig signifikans for variabelen i modell 7. Vi kan dermed ikke forkaste nullhypotesen, og renten påvirker ikke oljeprisen i vår analyse.

8.1.8 OPECs produksjonskvote

Modellene illustrerer et negativt forhold mellom produksjonskvote og oljepris, noe som er i samsvar med våre forventinger. Koeffisientene viser seg dog ikke å være signifikant i noen av modellene. Regresjonen forteller oss da at OPECs produksjonskvote ikke påvirker oljeprisen i våre analyser. OPEC har historisk sett hatt stor markedsmakt, men det kan tolkes som om markedsmakten kan ha blitt mindre etter OPECs prisregime som kollapset i 1986, og at dette kan være en av årsakene til at vi ikke finner noen sammenheng mellom variabelen og oljeprisen.

8.1.9 Oljereserver

I modell 6 er koeffisienten for oljereserver positiv, noe som ikke er i samsvar med forventningene våre. I tillegg er variabelen signifikant på 1 % nivå. I teorien skal økte reserver føre til en redusert pris, men modellen vår peker mot en økt pris på oljen. Modellene 7, 8 og 9 er også signifikante på 1 % nivå. I alle modellene har lag 1 positivt fortegn og kan peke mot at oljereserver påvirker prisen positivt en måned frem i tid. Imidlertid er det negative og signifikante koeffisienter på lag 2 og 3 i henholdsvis modell 8 og 9. Disse er i tråd med våre forventinger. En F-test avdekker at alle modellene våre er signifikante på 1 % nivå. Dermed kan vi forkaste nullhypotesen, og kan si at oljereserver påvirker oljeprisen. Det er derimot vanskelig å si om oljereservene påvirker oljeprisen positivt eller negativt i vår analyse. Vi kan se i figur 13 at reservene har økt i likhet med oljeprisene de siste tiårene, og det er mulig at analysene våre fanger opp dette forholdet og dermed gir en positiv koeffisient. Det er kanskje når oljereservene først begynner å synke at vi vil se den negative effekten den har på oljeprisen.

8.1.10 Antall rigger

Vi kan observere at variabelen ikke er signifikant i noen av modellene. De laggede modellene gir oss ikke bedre resultater, og tilsier at antall rigger heller ikke påvirker oljeprisen frem i tid. I teorien er antall rigger et slags mål på produksjon, og vil således ha en negativ påvirkning på oljeprisen. I og med at vi må forkaste nullhypotesen, kan vi ikke påvise at antall rigger har en påvirkning på oljeprisen i vår analyse.

8.1.11 Dummy 2008

For denne variabelen er alle modellene signifikante på 1 % nivå. Det gir oss en indikasjon på at resultatet er robust. I modell 6 er koeffisienten negativ, og i tråd med forventningene våre om at hendelser som finanskrisen fører til en reduksjon i oljeprisen. Dette er fordi det er lavere forventninger i slike tider, som igjen fører til lavere etterspørsel og reduksjon i prisen. Videre ser vi at modellene 7, 8 og 9 har 1 % signifikansnivå på lag 0. Dermed ser det ikke ut til å ha noen effekt å inkludere lag. Dette illustrerer at oljeprisen ble påvirket av finanskrisen ganske umiddelbart. Dette kan også observeres i figur 5, hvor oljeprisen faller kraftig i 2008.

8.1.12 Dummy Irak

I modell 6 er koeffisienten negativ og signifikant på 1 % nivå. Det negative fortegnet stemmer ikke overens med teori om at uro i form av krig, vil påvirke oljeprisen negativt. Videre er også koeffisienten på lag 2 signifikant i modell 8 og 9. Disse koeffisientene er positive, noe som stemmer overens med våre antakelser. At variabelen er signifikant på lag 2, kan tolkes som at Irak-krigen førte til en prisøkning i oljeprisen to perioder senere. Det kan tolkes som om uro i form av krig ikke har en umiddelbar effekt på oljeprisen, og at det kan ta litt tid før man faktisk merker det lave tilbudet. Modell 7 og 8 er signifikant på 1 % nivå, mens modell 9 er signifikant på 5 % nivå.

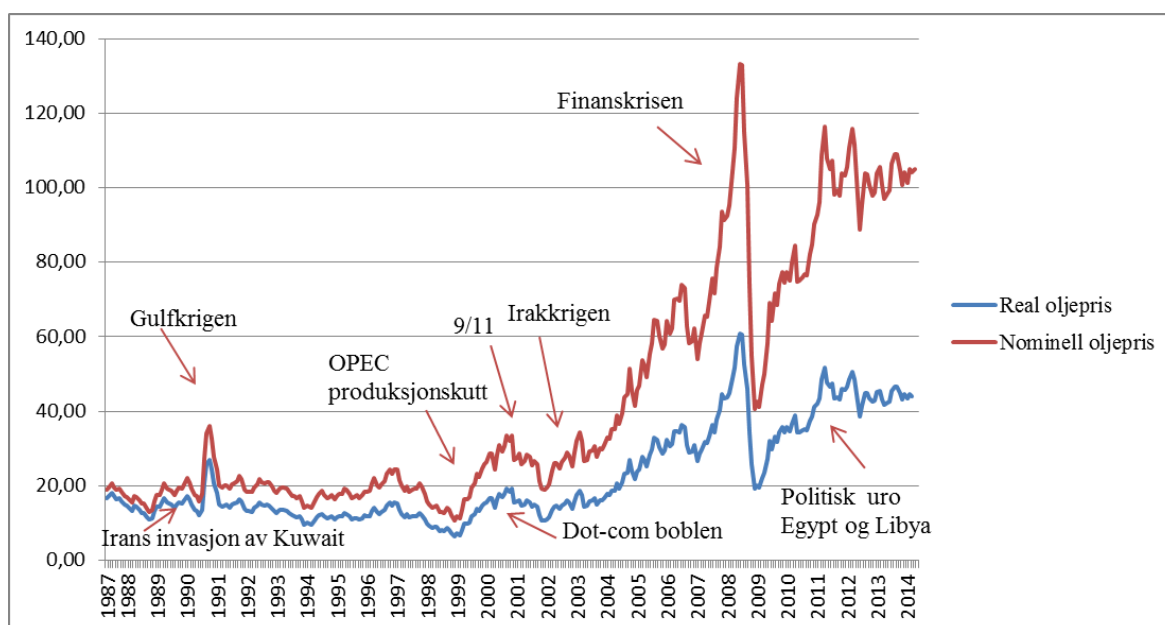
8.1.13 Dummy 2000

Variabelen har en gjennomgående signifikans i alle modellene. I modell 6 er koeffisienten signifikant på 1 % nivå og er negativ. Dette samsvarer med våre antakelser om at hendelser som dot-com boblen, fører til en reduksjon i oljeprisen. De laggede modellene viser tegn til at variabelen ikke påvirker oljeprisen frem i tid. Koeffisientene i modell 7, 8 og 9 er signifikant på henholdsvis 1 %, 1 % og 5 % nivå. Modell 7 og 8 tilsier at lags ikke påvirker resultatet, mens i modell 9 har det tredje laget signifikans. En F-test bekrefter at lagene er signifikante i modell 9. Imidlertid er det en svakere styrke med lag inkludert, som tilsier at dot-com boblen hovedsakelig har en umiddelbar effekt, men gjerne en svak effekt som inntreffer etter ett kvartal.

8.2 Oljeprisutvikling 1987-2014

Oljeprisene har fluktuert de siste tiårene, men har allikevel hatt en stigende trend. Ulike hendelser og faktorer har vært med og bidratt til denne prisutviklingen, som

figur 16 viser nedenfor. Fra slutten av 1980-tallet til starten av 2000-tallet var oljeprisene forholdsvis stabile, og de nominelle oljeprisene var generelt sett under \$35 per fat. Årene etter 2003 har oljeprisene hatt en kraftig økning, med flere kortsiktige svingninger.



Figur 16: Oljeprisutvikling 1987-2014

Et resultat av den historisk lave oljeprisen i 1999, kan være på grunn av økningen av oljereservene på denne tiden, som vi kan se i figur 13. Like etter kan vi observere en økning i oljeprisen, som resultat av OPECs produksjonskutt. Kvoten for OPEC-landene ble betydelig redusert på denne tiden, som vi kan se i figur 12. Dette var trolig en taktikk for å presse de lave prisene opp. Videre kan vi se at renten gikk opp i samme periode, og dermed kan dette ha ført til en reduksjon i etterspørselen, som igjen har ført til lavere priser. Imidlertid oppsto dot-com boblen på samme tid og terroraksjonen 9/11 like etter, noe som kan ha ført til et fall i oljeprisen fra 2001.

Fra perioden 2003 kan vi observere en kraftig økning i oljeprisen. En av hovedårsakene er Irak-krigen, og landets store globale reserver. Konflikten sammenfalt med en økning i global etterspørsel etter olje, samtidig som Iraks oljeproduksjon ble redusert. Samtidig kan vi se en depresiering av den amerikanske dollaren, som gir økt etterspørsel og fører til en høyere oljepris.

I perioden 2006-2008 opplevde oljeprisen en markant økning, som oppsto av flere årsaker. Den økonomiske veksten i Kina tok av i denne perioden, og forbruket av olje ble betydelig større. Økende BNP, synkende rente og økt forbruk førte til ett historisk

toppunkt for prisen på olje i 2008. Imidlertid slo finanskrisen til i andre halvdel av 2008, noe som førte til et kraftig prisfall på nesten 70 %. I tillegg til finanskrisen var en sterk amerikansk dollar, etterfulgt av en reduksjon i europeisk etterspørsel en drivende faktor bak fallet i oljeprisen.

Etter 2008 har det vært en delvis økende oljepris igjen, grunnet fremvoksende økonomier som blant annet Kina og India. Likevel har det vært svingninger i prisen, hvor den egyptiske revolusjon og borgerkrigen i Libya har spilt en stor rolle. Prisen økte med 22 % i perioden januar 2011 til april 2011. Vi kan se i figur 6 at OPECs produksjonsoverskudd var lite i denne perioden. Produksjonen ble økt for å stabilisere de økende oljeprisene. Til tross for økt produksjon, førte politisk uro i Nord-Afrika til at prisene var på sitt høyeste nivå på to år. I de senere år kan vi observere svake svingninger i prisen.

Flere hendelser har ført til sjokk i oljeprisene de siste 30 årene. Disse hendelsene påvirker imidlertid bare oljeprisen på kort sikt. På lang sikt vil flere faktorer spille inn. Som en ikke-fornybar ressurs er prisen på olje avhengig av dens reserver. Imidlertid har disse vært stigende, og dermed har ikke knapphet spilt en rolle i prisøkningen. Hvis oljereservene begynner å synke, vil det ha en langvarig effekt på oljeprisene og da vil oljeprisene stige betydelig mer. Inntil dette tidspunkt vil ulike faktorer som påvirker tilbud og etterspørsel som for eksempel OPECs produksjonskvote, den amerikanske dollar og finansmarkedet være med på å stabilisere ulike sjokk i markedet i ettertid.

8.3 Hotellings regel

Regresjonsmodellen for å teste Hotellingregelen vil være den samme som regresjonsmodell 2, men her er rentevariabelen i nivåform i stedet for i prosentvis endring. I den opprinnelige Hotellingregelen har vi at $P(t)$ er prisen på ressursen, subtrahert marginalkostnader. Imidlertid er utvinningskostnadene konstante i den enkle Hotellingregelen. Dermed tester vi Hotellingregelen ved hjelp av kun markedsprisen på ressursen. $\dot{P}(t)$ er P derivert med hensyn på tid, t , som angir prisendringen per tidsenhet. For å teste dette i vår analyse har vi da brukt endringsraten i markedsprisen opp mot renten i nivåform, hvor alt annet holdes konstant. Dermed kan vi formulere Hotellingregelen i vår analyse som:

$$\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = r(t)$$

Regresjonsmodellen blir da som følger:

$$\begin{aligned} \% \Delta \text{realoilprice}_t = & \% \Delta \text{realusdindex}_t + \% \Delta \text{daysofstock}_t + \% \Delta \text{refineryutilization}_t + \\ & \% \Delta \text{futures4}_t + \% \Delta \text{opeccapacities}_t + \% \Delta \text{worldgdp}_t + \text{realinterestrate}_t + \\ & \% \Delta \text{opecquota}_t + \% \Delta \text{worldreserves}_t + \% \Delta \text{totalrigs}_t + \text{dummy}_{2000} + \text{dummy}_{\text{iraq}} + \\ & \text{dummy}_{2008} + \varepsilon \end{aligned}$$

Flere studier har valgt å bruke markedsprisen på olje som proxy for $P(t)$. Miller og Upton (1985a) har blant annet gjort et forsøk på en slik markedsbasert modell. Ved testing av Hotellingregelen, forventer vi at rentekoeffisienten skal være lik 1, fordi teorien sier at nettoprisen skal stige med en rate lik renten på hvert tidspunkt.

Resultatene fra regresjonene er illustrert i tabell 11, hvor det har blitt testet med og uten lag. Resultatene i modell 10 viser en koeffisient på -0,221, og tilsier at variabelen har et negativt forhold til oljeprisen. Variabelen er imidlertid ikke signifikant. Videre kan vi se at variabelen er signifikant på 1 % nivå i modell 12, 13 og 14 på lag 0 og 1. Her er koeffisienten negativ på lag 0 og positiv på lag 1, noe som tilsier at renten kan gå i begge retninger.

	Modell 10	Modell 12	Modell 13	Modell 14
	β	β	β	β
interestrate	-0,221	-3,716***	-3,889***	-3,445***
interestrate lag 1		3,619***	3,600***	3,590***
interestrate lag 2			0,298	0,441
interestrate lag 3				-0,506

Tabell 11: Regresjonsmodell av Hotellingregelen

Modell 10	Newey-West regresjon
Modell 12	Newey-West regresjon med 1 lag
Modell 13	Newey-West regresjon med 2 lag
Modell 14	Newey-West regresjon med 3 lag

Tabell 12: Spesifikasjon av regresjonsmodellene av Hotellingregelen

Selv om flere av koeffisientene er signifikante er de ulik én, og vi kan således ikke forkaste nullhypotesen vår om at $\beta \neq 1$. Vi kommer dermed frem til at oljeprisen ikke øker med en rate lik renten, som betyr at oljeprisutviklingen ikke er konsistent med Hotellingregelen. Dette stemmer overens med resultatene fra flere studier som for eksempel Smith og Halvorsen (1991) og Kronenberg (2008). Imidlertid er det flere

svakheter ved regresjonsanalysen vår, som kan ha ført til feilaktige svar. For det første har vi valgt å bruke markedsprisen, og har dermed ikke estimert en kostnadsfunksjon. I følge teorien er utvinningskostnadene konstante i den enkle Hotellingregelen, men slik er det likevel ikke i realiteten. Ved å ikke inkludere marginalkostnadene, får vi spottpris og ikke nettoprisen på ressursen. Videre kan det også oppstå problemer i forhold til de andre variablene i regresjonsanalysen. Dersom vi har utelatt variabler fra modellen eller at oljedeterminantene inkludert i analysen ikke forklarer oljeprisen, vil dette også påvirke resultatet og vi kan få feilaktige svar. Dernest kan rentevalget vårt ha en påvirkning, da det finnes flere ulike renter. Vi har valgt å bruke den amerikanske 3-måneders *Treasury Bill* renten, men resultatet ville kanskje vært annerledes ved bruk av en annen rente. Til slutt kan det kunne oppstå et stasjonaritetsproblem i og med at renten er testet i nivåform. En Dickey-Fuller test avdekker at renten er stasjonær uten lag, men ikke-stasjonær med ett lag.

Vi kan også observere at koeffisienten er negativ i flere av modellene i tabell 11. Selv om dette ikke er konsistent med Hotellingregelen, så er det konsistent med teori om tilbud og etterspørsel. Når renten reduseres, vil dette føre til en økning i etterspørselen etter goder blant konsumentene og dermed vil det føre til en prisøkning, og omvendt ved en økning i renten. Flere studier kommer frem til at realprisen på olje faller ved en uventet økning i realrenten. Arora og Tanner (2012) kommer frem til at det er et inverst forhold mellom oljeprisen og renten, og at oljeprisen konsistent responderer på den kortsiktige realrenten.

Som nevnt tidligere er det flere svakheter ved analysen vår, som fører til svikt av Hotellingregelen. Imidlertid er det ikke bare svakheter ved vår analyse, men også ved selve Hotellingregelen. Den grunnleggende Hotellingregelen bygger på forutsetninger, som ikke er forenlig med virkeligheten, og kan dermed være en årsak til at oljeprisen ikke følger prisbanen gitt av Hotelling. Det er flere faktorer som fører til svikt av Hotellingregelen, disse vil vi diskutere nærmere i neste delkapitler.

8.3.1 Utvinningskostnader

Den enkle Hotellingregelen ble utledet under forutsetningen om at ressursene kan bli utvunnet med marginalkostnader lik null. Dette kan imidlertid bare være en akseptabel tilnærming for oljerike land som for eksempel Saudi-Arabia, men ikke i områder som for eksempel Nordsjøen hvor de marginale utvinningskostnadene ikke

er lik null. Derfor vil det være hensiktsmessig å tillate positive marginalkostnader, som i ligning 5, som er en utvidelse av den opprinnelige Hotellingregelen. En slik antagelse vil være mer realistisk enn forutsetningen om utvinning uten kostnader, likevel kan den fortsatt ikke forklare perioder med fallende oljepriser som vi har observert i virkeligheten. I følge den utvidete Hotellingregelen vil fortsatt prisen stige, men til en rate som er lavere enn renten.

Forutsetningen om konstante utvinningskostnader er fortsatt urealistisk. Hotelling diskuterte selv at det kunne oppstå *reserveeffekter*, i den forstand at marginalkostnaden avhenger negativt av de gjenværende reservene (Kronenberg, 2008). Dette kan være tilfellet hvis de lett tilgjengelige ressursene blir utvunnet først og at de mer utilgjengelige ressursene blir tappet over tid. Effekten blir at de marginale utvinningskostnadene øker over tid. Siden ressursprisen er summen av *in situ* verdien og de marginale utvinningskostnadene, øker prisen raskere enn under den enkle Hotellingregelen. Dette fordi de marginale utvinningskostnadene ikke øker over tid. Dermed vil reserveeffektene i form av økende marginale utvinningskostnader motsi empiriske bevis av konstant eller fallende ressurspris i enda større grad (Kronenberg, 2008).

Imidlertid er det også mulig at disse kostnadene reduseres over tid grunnet teknologiske fremskritt (Gaudet, 2007). Denne antagelsen motsier ikke den grunnleggende innsikten av Hotellingregelen, at *in situ* verdien av ressursen må vokse til rate lik renten. Ressursprisen er en kombinasjon av *in situ* verdien, som vokser over tid, og marginale utvinningskostnader, som faller grunnet teknologiske fremskritt. Dermed er det to motsigende effekter. Økningen i *in situ* verdien har en tendens til å øke ressursprisen, mens den fallende marginale utvinningskostnaden har en tendens til å redusere ressursprisen (Kronenberg, 2008). Dersom de opprinnelige marginale utvinningskostnadene er høye og de teknologiske fremskrittene er store, vil den sistnevnte effekten dominere den første, noe som kan føre til en periode med fallende ressurspriser. På lang sikt vil imidlertid *in situ* effekten dominere, og prisene vil øke igjen. Teknologiske fremskritt kan dermed forklares som en U-formet prisbane for ikke-fornybare ressurser (Kronenberg, 2008). Imidlertid er det lite bevis på en U-formet prisbane for en ikke-fornybar ressurs på lang sikt, i følge Veldhuizen (2014).

8.3.1.1 Dynamisk optimering

Et viktig aspekt ved ikke-fornybare ressurser er at valg av nåværende utvinning påvirker fremtidige utvinningsmuligheter. Dette kalles gjerne dynamisk optimering, og er evnen til å optimalt allokere ressursproduksjonen over tid (Veldhuizen, 2014). Desto større reserver av ressursen en produsent har, desto mindre tar den hensyn til dynamisk optimering. Dette fordi ressursen ikke vil bli brukt opp før langt frem i tid, noe som fører til at produsenten ikke følger en optimal prisbane. Dette impliserer at jo mindre man tar hensyn til dynamisk optimering, jo lenger vekk beveger man seg fra den optimale prisbanen til Hotelling (Veldhuizen, 2014).

8.3.2 Oljeutforskning

I den grunnleggende modellen er det antatt at de totale reservene av ressursen er kjente og endelige. Imidlertid er det i realiteten for eksempel slik at oljeselskaper bruker mye midler for å lete etter nye oljefelt. Dermed er reservene kontinuerlig økende. Dersom det er reserveeffekt, kan oljeutforskning redusere de marginale utvinningskostnadene, ved å øke reservene av den gjenværende oljen. Hvis vi antar at de opprinnelige beviste reservene er veldig knappe, og at oljeutforskning øker de beviste reservene med en stor mengde, kan reduksjonen i de marginale utvinningskostnadene være ganske betydelige (Kronenberg, 2008). Kostnadene ved oljeutforskning kan falle raskt i begynnelsen, ettersom utforskningen er veldig produktiv. Imidlertid vil kostnadene falle saktere, etterhvert som flere felt oppdages (Slade og Thiller, 2009). Dermed vil ressursprisen øke, og den grunnleggende Hotelling intuisjonen vil holde igjen. Dette kan i likhet som for utvinningskostnader implisere en U-formet prisbane.

Imidlertid vil ikke eksistensen av utforskningsmulighetene gå ubemerket, og det vil påvirke agents forventninger. Slike forventninger formes ut ifra frekvensen og størrelsen på nye funn, og også den totale mengden av oljen som vil bli oppdaget. Oljeutforskning blir da en kostbar aktivitet som kan bli lagt til den marginale utvinningskostnaden, og agenter vil ikke lenger basere deres valg på de beviste gjenværende reservene, men på de forventede gjenværende reservene (Kronenberg, 2008). Forventingene vil endres når ny informasjon når markedet, noe som vil generere noe volatilitet og avvik fra Hotellingregelen. Likevel gjelder fortsatt den grunnleggende Hotelling intuisjonen, og ressursprisen øker så lenge forventningene ikke er systematisk feil.

8.3.3 Ufullkommen konkurranse

I den opprinnelige Hotellingregelen er de marginale utvinningskostnadene lik 0, og marginalinntekten er lik prisen. Dette er imidlertid bare tilfelle i fullkommen konkurranse. For en monopolistisk tilbyder vil den marginale inntekten være lavere enn prisen.

Under et monopol avhenger tidshorizonten for oljeprisen på utviklingen av etterspørselselastisiteten over tid. Imidlertid er priselastisiteten under fullkommen konkurranse uendelig, og dette forandrer seg ikke over tid. Hvis olje er en innsatsfaktor i en Cobb-Douglas produksjonsfunksjon, oppnås en isolelastisk etterspørselskurve (Kronenberg, 2008). Langs den isolelastiske etterspørselskurven er etterspørselselastisiteten konstant og vi får da den opprinnelige Hotellingregelen igjen. Dette kan indikere at i markedet for en ikke-fornybar ressurs, oppfører et monopol seg akkurat som i fullkommen konkurranse, og forårsaker dermed ingen samfunnsøkonomiske tap (Kronenberg, 2008).

Dette holder imidlertid ikke dersom elastisiteten forandrer seg over tid. Avhengig av strukturen på etterspørselssiden, kan elastisiteten enten øke eller redusere over tid. Avhengig av utviklingen av elastisiteten over tid, vil oljeprisen øke saktere eller raskere enn under fullkommen konkurranse. Monopolet vil planlegge dens oljetilbud for å utnytte endringen i elastisiteten. Når elastisiteten er høy vil tilbudet være høyt, og dermed vil høy kvantitet og rimelige priser utnyttes. Når elastisiteten er lav, vil tilbudet være lavt, noe som vil føre til at prisene vil bli presset kraftig oppover. Etterspørselselastisiteten kan til og med forandre seg uten noen endringer i teknologi. Den økende oljeprisen impliserer at vi over tid beveger oss langs etterspørselskurven, og hvis etterspørselskurven ikke er isoelastisk vil elastisiteten endre seg på hvert punkt langs kurven. I dette tilfellet vil atferden til monoopolet være forskjellig fra fullkommen konkurranse (Gaudet, 1988).

8.3.4 Institusjonelle årsaker for svikten av Hotellingregelen

8.3.4.1 Usikre eiendomsforhold (*property rights*)

Eiendomsforhold har til tider vært en kilde til usikkerhet, noe som har påvirket utvinnings- og prismønsteret. Den enkle Hotellingregelen antar at eiendomsforholdet over ressursene er godt definert og beskyttet. I virkeligheten, er imidlertid land som er rikt utstyrt med naturressurser ofte plaget av for eksempel korrupsjon og svake

institusjoner. Bevilgningen til å utnytte disse ressursene kan være gitt av en regjering som er korrumpert og ikke-demokratisk. Å anta helt sikre eiendomsforhold kan derfor være for optimistisk, spesielt på langt sikt. Ressurseieren vil danne seg forventninger om sannsynligheten for å miste bevilgningen.

Under usikre eiendomsforhold er vekstraten på ressursprisen lavere, så hvis sannsynligheten for å beholde kontroll over ressursen i neste periode er liten, vil ressursprisen falle over tid (Kronenberg, 2008). Dermed kan usikre eiendomsforhold gjøre Hotellings tilnærming konsistent med observerte fall i reelle oljepriser. Da eiendomsforhold ofte er dårlig definert, vil dette føre til insentiver om å utvinne ressursen raskere. Dette gjøres på bekostning av samfunnsoptimalitet. Ressurseieren vil trolig handle som om diskonteringsrenten hans er høyere enn ved sikre eiendomsforhold. Å la ressursen være *in situ* blir risikofylt, da eieren ikke har en garanti om at han vil kunne utnytte ressursen fullt ut (Gaudet, 2007). Dermed vil ressurseieren velge å utvinne i dag, og ikke i fremtiden. Dette resultatet er viktig fordi det impliserer at usikre eiendomsforhold utgjør en markedssvikt som øker hastigheten av ressursutvinningen over det samfunnsoptimale, noe som er skadelig for samfunnet. Imidlertid kan det være hensiktsmessig å skille mellom nasjonalstater og profittmaksimerende bedrifter. En profittmaksimerende bedrift med usikre eiendomsrettigheter vil mest sannsynlig ha insentiver til å utvinne ressursen raskere. En nasjonalstat på den annen side, vil gjerne ta hensyn til andre faktorer, som negative eksternaliteter. Dermed vil en nasjonalstat under usikre eiendomsforhold sannsynligvis ikke utvinne ressursen like raskt, som en profittmaksimerende bedrift (Bjerkholt, 1990). En annen implikasjon av usikre eiendomsforhold er at det kan gjøre oljeutforskning mindre lønnsomt. Det vil ved usikre eiendomsforhold være mindre attraktivt å drive med oljeutforskning, hvis det er en sannsynlighet for å kunne miste reservene.

Ulike hendelser peker mot at eiendomsforhold kan være usikre, og kriger har oppstått over eierskap av ressurser. Iraks invasjon av Kuwait i 1990 var for eksempel koblet til konflikter over tilgang på store mengder olje. I tillegg kan den økende knappheten på fossile brensler trolig føre til flere ressurs kriger i fremtiden.

8.3.4.2 Strategisk atferd

Et annet mulig avvik fra Hotellingregelen kan stamme fra strategisk interaksjon mellom leverandører og forbrukere av en ikke-fornybar ressurs. Når et marked består av flere produsenter kan dette føre til strategisk atferd, hvor produsentene observerer hverandres handlinger og tar hensyn til disse ved beslutningstaking. Dersom det er asymmetrisk informasjon mellom eiere og forbrukere av en ressurs, vil strategisk interaksjon finne sted, og troverdige kunngjøringer vil spille en avgjørende rolle (Kronenberg, 2008). For å hindre en tredje part i å utvikle en substitutt for ressursen, vil det være hensiktsmessig å holde prisene lave (Veldhuizen, 2014). Pris gir et signal om ressursnivå, og dermed må utvinningsbanen være konsistent med et overestimert ressurslager. Dette impliserer at utvinningen vil inntreffe raskere enn samfunnsoptimalt. Veldhuizen og Sonnemans (2014) legger stor vekt på at Hotellingregelen vil svikte dersom produsenter i stor grad tar hensyn til strategisk atferd.

Det er vanskelig å finne eksempler på slike strategiske interaksjoner. Imidlertid er det mulig at ressurseiere i oljeindustrien, overestimerer reservene sine med vilje. Dette har de incentiver til å gjøre, da deres aksjepris avhenger av verdien på eiendelene, dermed vil aksjeprisen øke dersom de oppgir større reserver.

8.3.5 Markedssvikt

Svikten av Hotelling er et resultat av de mange aspekter ved det ikke-fornybare ressursproblemet, hvor flere årsaker spiller inn. Imidlertid er noen av årsakene mer fremtredende enn andre, og vil i større grad spille en rolle i svikten av Hotellingregelen. Hvis utvinningskostnader og teknologiske fremskritt er årsaker for svikten, kan markedsløsningen fortsatt være optimal, men den kan bli forskjellig fra den opprinnelige Hotellingregelen. Dersom nye oljefunn er årsaken for svikten av Hotelling, og forventningene ikke er helt rasjonelle, vil det derimot være et problem. Når nye funn oppstår, kan folk endre sine forventninger over det totale tilgjengelige lageret av ressursen. Under optimistiske forventninger vil raten til ressurskonsumet bli for høy, og under pessimistiske forventninger vil den være for lav. Ressurskonsumet kan derfor gå begge veier.

Det vil også være et problem dersom usikre eiendomsforhold eller strategisk atferd er årsaken for svikten av Hotellingregelen, fordi ressursen blir utvunnet raskere enn det

som er samfunnsøkonomisk optimalt. Ved usikre eiendomsforhold vil en ikke-fornybar ressurs ikke bli verdsatt riktig. Dermed vil ressurseieren ha insentiv til å utnytte ressursen så fort som mulig, og ressursuttaket vil således inntreffe for raskt. Ressursuttaket vil også inntreffe raskere enn optimalt ved strategisk interaksjon mellom ressurstilbydere og forbrukere. Dette fordi ressurseiere har et insentiv til å overestimere deres ressurser, for å oppmuntre forbrukernes avhengighet overfor den spesifikke ressursen. Hotelling vil også svikte dersom produsenter ikke tar hensyn til dynamisk optimering. I følge Velhuizen og Sonnemans (2014) vil produsenter per dags dato ta større hensyn til strategisk atferd, enn til dynamisk optimering. Dette fordi de fleste produsenters nåværende reserver er relativt store, og det tas derfor mindre hensyn til allokering av ressurser over tid. Med et stort fokus på strategisk atferd vil dermed Hotelling svikte.

9. Konklusjon

I denne oppgaven analyserer vi hvilke faktorer som påvirker oljeprisene, og om oljeprisene er konsistente med Hotellingregelen. Utvalgsperioden er 1994-2013, og vi inkluderer tretten forklarende variabler. Teorien tilsier at det er mange ulike faktorer som påvirker oljeprisene, med hensyn til tilbud og etterspørsel. Disse faktorene er driverne bak de fluktuerende oljeprisene. I analysen vår kommer vi frem til at det i hovedsak er seks signifikante variabler. Den amerikanske dollaren, futures kontrakter, verdens oljereserver og dummyvariablene, finanskrisen 2008, Irak-krigen og dot-com boblen var alle høyt signifikante i regresjonsmodellene. Dette stemmer overens med teori og tidligere forskningsartikler. Imidlertid er det flere variabler i analysen vår som ikke ga forklaringskraft, selv om teorien tilsier det. Dette kan skyldes svakheter ved analysen vår, og ikke nødvendigvis at faktorene ikke påvirker oljeprisene.

I følge Hotelling skal prisen stige til en rate lik renten, noe som imidlertid ikke stemmer overens med funnene i vår analyse. Vi kunne dermed ikke forkaste nullhypotesen vår. Det er flere antakelser i Hotellingregelen som ikke er holdbare i den virkelige verden, og det er dermed vanskelig å kunne påvise en sammenheng mellom teorien og de historiske oljeprisene. Essensen i Hotellings teori er at prisene øker over tid, på grunn av ressursknapphet. Derimot kan vi se at prisbanen ikke har vært konstant økende. Dette kan skyldes at det er flere faktorer enn ressursknappheten som spiller inn. Slike faktorer testet vi i den første analysen, og kom frem til at det var flere variabler i tillegg til reservene som påvirker oljeprisene.

Det er usikkert om Hotelling-teorien egnes som deskriptiv teoribygging, og det er ikke sikkert den gir en god beskrivelse av faktiske prisbevegelser i oljemarkedet. Det betyr likevel ikke at den er uten forklaringskraft. Det sentrale i teorien er ressursknapphet og hvordan det påvirker markedet. Bevisstheten om dette kan påvirke markedsutviklingen i stor grad, uten at utvikling av pris og uttapping følger like glatte baner som teorien tilsier. En forutsetning for Hotellingregelen er at reservene er kjente og endelige, mens de i virkeligheten er usikre og vanskelig å estimere. Vi oppdager hele tiden ny olje og ressursbeholdningen er økende. Vi kan anta at det ikke er før den dagen reservene er endelige og kjente, at oljeprisene vil begynne å følge Hotelling sin gitte prisbane. Inntil dette tidspunkt, kommer oljeprisene til å ha kortsiktige svingninger hvor de ulike faktorene spiller inn.

10. Litteraturliste

Arora, V. og Tanner, M. (2012). Do oil prices respond to real interest rates? *Energy Economics* 36: 546-555.

Baker Hughes. (2014). [Internett] Tilgjengelig fra: <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=79687&p=irol-rigcountsintl> [Lest 16.05.14]

Bjerkholt, O., Olsen, Ø. og Strøm, S. O. (1990). *Olje og gassøkonomi*. Oslo: Universitetsforlaget

Black, G. og LaFrance, J. (1998). Is Hotelling's Rule Relevant to Domestic Oil Production?. *Journal of Environmental Economics and Management* 36: 149-160.

Board of Governors of the Federal Reserve System. (2014). [Internett] Tilgjengelig fra: <http://www.federalreserve.gov/releases/h10/summary/> [Lest 03.03.14]

Board of Governors of the Federal Reserve System. (2014). [Internett] Tilgjengelig fra: <http://www.federalreserve.gov/releases/h15/data.htm> [Lest 03.03.14]

BP. (2013) *Statistical Review of World Energy 2013*. [Internett] Tilgjengelig fra: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013.html> Tilgjengelig fra: [Lest 03.03.14]

Breitenfellner, A., Cuaresma, J. C. og Keppel, C. (2009). Determinants of Crude Oil Prices: Supply, Demand, Cartel or Speculation? *Monetary Policy And The Economy* 111-135

Cashin, P., Mohaddes, K., Raissi, M. og Raissi, M. (2012). The Differential Effects of Oil Demand and Supply Shocks on the Global Economy. IMF WP/12/253.

Dées, S., Gasteuil, A., Kaufmann, R. K. og Mann, M. (2008). Assessing the Factors Behind Oil Price Changes. Working paper series no. 855

Evans, J. og Hunt, L. C. (2009). *International Handbook on the Economics of Energy*. UK: Edward Elgar Publishing.

Fattouh, B. (2007). The Drivers of Oil Prices: The Usefulness and Limitations of Non-structural Model, the Demand-Supply Framework and Informal Approaches. Oxford Institute for Energy Studies.

Fischer, D., Gately, D. og Kyle, J. F. (1975). The prospects for OPEC: A Critical Survey of Models of the World Oil Market. *Journal of Development Economics* 2: 363-386.

Gaudet, G. og Lasserre, P. (1988). On comparing monopoly and competition in exhaustible resource exploitation. *Journal of Environmental Economics and Management* 15: 412-418.

Gaudet, G. (2007). Natural resource economics under the rule of Hotelling. *Canadian Journal of Economics* 40: 1033-1059.

Griffin, J. M. (1985). OPEC behavior: A Test of Alternative Hypotheses. *The American Economic Review* 75: 954-963.

Halvorsen, R. og Smith, T. R. (1991). A Test of the Theory of Exhaustible Resources. *The Quarterly Journal of Economics*: 123-140.

Hamilton, J. D. (2008). Understanding Crude Oil Prices. NBER working paper no. 14492

Hilyard, J. F. (2012). *The oil and gas industry: a nontechnical guide*. Tulsa: Pennwell.

Hotelling, Harold. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *The Journal of Political Economics* 39: 137-157

Johanessen, A., Kristoffersen, L. og Tufte, P. A. (2008). *Forskningsmetode for økonomiske-administrative fag*. 2.utg. Oslo: Abstrakt forlag

Kronenberg, T. (2008). Should we worry about the failing of the Hotelling rule? *Journal of Economic Surveys* 22: 774-293.

Mabro, R (2006), *Oil in the 21st Century: Issues, Challenges and Opportunities*, 1. utg., Oxford University Press

Melding til Stortinget (Meld.St.28), 2010-2011, *En næring for framtida – om petroleumsvirksomheten*, Det kongelige olje- og energidepartement.

Miller, M. H. og Upton C. W. (1985a). A Test of the Hotelling Valuation Principle. *Journal of Political Economy* 93: 1-25

Noreng, Ø. (2009). Oljemarkedet og finanskrisen. *Norsk Utenrikspolitisk Institutt*

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2007). [Internett] Tilgjengelig fra: http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/335.htm [Lest 16.05.14]

Reynolds, D. B. og Baek, Jungho. (2011). Much ado about Hotelling: Beware the ideas of Hubbert. *Energy economics* 34: 162-170.

Ryggvik, H. (2014). *Norsk oljehistorie*. Store Norske Leksikon [Internett] Tilgjengelig fra http://snl.no/Norsk_oljehistorie [Lest 14.03.14]

Slade, M. E. og Thill, H. (2009). Whither Hotelling: Tests of the Theory of Exhaustible Resources. *The Annual Review of Resource Economics* 1: 239-259.

Snyder, C., Nicholson, W. (2010). *Microeconomic Theory: Basic Principles and extensions*, 11. utg., South – Western Cengage Learning

Studenmund, A. H. (2006). *Using econometrics: A practical guide*. 5 utg. Pearson International Edition

Thomson Reuters Datastream. (2014) [Internet] Tilgjengelig fra: <http://www.reuters.com> [Lest 16.05.14]

Total Economy Database. (2012). [Internett] Tilgjengelig fra: www.conference-board.org/data/economydatabase [Lest 03.03.14]

Tverberg, G. E. (2011). Oil supply limits and the continuing financial crisis. *Energy, an international journal* 1: 27-34. doi: 10.1016/j.energy.2011.05.049

U.S Energy Information Administration. (2014). *What drives crude oil prices?* [Internett] Tilgjengelig fra: <http://www.eia.gov/finance/markets/index.cfm?v=y> [Lest 16.03.14]

U.S Energy Information Administration. (2014) *Pertroleum and other liquids: spot prices*. [Internett] Tilgjengelig fra: http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_m.htm [Lest 03.03.14]

U.S Energy Information Administration. (2014) *Pertroleum and other liquids: NYMEX futures prices*. [Internett] Tilgjengelig fra: http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_fut_s1_d.htm [Lest 03.03.14]

U.S Energy Information Administration. (2014) *Pertroleum and other liquids: Refinery utilization and capacity*. [Internett] Tilgjengelig fra: http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pnp_unc_dcu_nus_m.htm [Lest 16.05.14]

U.S Energy Information Administration. (2014) *Pertroleum and other liquids: Total stocks*. [Internett] Tilgjengelig fra: http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_stoc_wstk_dcu_nus_w.htm [Lest 16.05.14]

Veldhuizen, R. V og Sonnemans, J. (2014). Nonrenewable Resources, Strategic Behavior, and the Hotelling Rule: An Experiment. *Discussion paper, SP II 2014-203*.

Woolridge, J. M. (2009). *Introductory econometrics: A modern approach*. 4.utg. South-western cengage learning.

Young, D. og Ryan, D. L. (1996). Empirical testing of a risk-adjusted Hotelling model. *Resource and Energy Economic* 18: 265-289.

11. Vedlegg

Regresjonsanalyse, ubehandlede data

```
. regress realoilprice realusindex daysofstoccover refineryutilization futures4futures1 dummy_2000 dummy_iraq dummy_200
> 8 worldgdpreal opeccapacitysurplus realinterestrate opecquota worldreserves totalrigs
```

Source	SS	df	MS			
Model	37294.6443	13	2868.81879	Number of obs =	228	
Residual	2517.04475	214	11.7618913	F(13, 214) =	243.91	
Total	39811.689	227	175.38189	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9368	
				Adj R-squared =	0.9329	
				Root MSE =	3.4296	

realoilprice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
realusindex	-.4326779	.0855176	-5.06	0.000	-.6012426	-.2641132
daysofstoc-r	1.055559	.251006	4.21	0.000	.5607984	1.55032
refineryut-n	-2.94e-06	.0005027	-0.01	0.995	-.0009938	.0009879
futures4fu-1	-2.809336	.3298707	-8.52	0.000	-3.459548	-2.159124
dummy_2000	-3.832158	3.559681	-1.08	0.283	-10.84869	3.18437
dummy_iraq	-.4941531	3.562737	-0.14	0.890	-7.516704	6.528398
dummy_2008	-7.321554	1.597415	-4.58	0.000	-10.47024	-4.172871
worldgdpreal	.1136009	.3990166	0.28	0.776	-.6729052	.9001071
opeccapaci-s	.0015291	.0003311	4.62	0.000	.0008766	.0021817
realintere-e	45.11605	19.57895	2.30	0.022	6.523769	83.70834
opecquota	.0018118	.0002385	7.60	0.000	.0013418	.0022818
worldreser-s	.0222959	.0067765	3.29	0.001	.0089386	.0356531
totalrigs	.006535	.00094	6.95	0.000	.0046822	.0083878
_cons	-73.17656	14.8875	-4.92	0.000	-102.5215	-43.83164

Test for Heteroskedastisitet, Breusch – Pagan test

```
. hettest
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of realoilprice
chi2(1) = 47.46
Prob > chi2 = 0.0000
```

Test for autokorrelasjon, Breusch – Godfret test

```
. bgodfrey
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
```

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
1	116.803	1	0.0000

H0: no serial correlation

```
. bgodfrey, lag(2)
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
```

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
2	119.107	2	0.0000

H0: no serial correlation

```
. bgodfrey, lag(3)
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
```

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
3	119.321	3	0.0000

H0: no serial correlation

Stasjonaritetstest, Dickey – Fuller test

. dfuller realoilprice, trend

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 322

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.505	-3.987	-3.427	-3.130

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3255

. dfuller realoilprice, trend lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 321

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-3.566	-3.987	-3.427	-3.130

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0328

. dfuller realusdindex, trend

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 322

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.281	-3.987	-3.427	-3.130

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4445

. dfuller realusdindex, trend lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 321

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-3.197	-3.987	-3.427	-3.130

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0849

. dfuller daysofstockcover, trend

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 321

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-3.796	-3.987	-3.427	-3.130

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0168

. dfuller daysofstockcover, trend lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 320

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.886	-3.987	-3.427	-3.130

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.1671

```
. dfuller refineryutilization, trend
Dickey-Fuller test for unit root           Number of obs =       321

```

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-6.485	-3.987	-3.427	-3.130

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller refineryutilization, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root   Number of obs =       320

```

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-7.055	-3.987	-3.427	-3.130

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller futures4futures1, trend
Dickey-Fuller test for unit root           Number of obs =       322

```

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-4.667	-3.987	-3.427	-3.130

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0008

```
. dfuller futures4futures1, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root   Number of obs =       321

```

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-5.665	-3.987	-3.427	-3.130

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller opeccapacitysurplus, trend
Dickey-Fuller test for unit root           Number of obs =       243

```

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.631	-3.992	-3.431	-3.131

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2660

```
. dfuller opeccapacitysurplus, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root   Number of obs =       242

```

	Test Statistic	1% Critical Value	Interpolated Dickey-Fuller 5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-2.643	-3.993	-3.431	-3.131

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2604

```

. dfuller worldgdp, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      319
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -1.644          -3.987          -3.427          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7748

: dfuller worldgdp, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs =      318
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -1.499          -3.987          -3.427          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8295

. dfuller realinterestrate, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      323
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -3.716          -3.987          -3.427          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0213

: dfuller realinterestrate, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs =      322
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -2.723          -3.987          -3.427          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2267

. dfuller opecquota, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      315
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -2.585          -3.987          -3.427          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2867

: dfuller opecquota, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs =      313
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -2.700          -3.987          -3.427          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2362

. dfuller worldreserves, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      307
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -2.015          -3.988          -3.428          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5930

: dfuller worldreserves, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs =      306
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -1.952          -3.988          -3.428          -3.130
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.6276

```

```
. dfuller totalrigs, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      323
-----+-----+-----+-----+-----
                Test          Interpolated Dickey-Fuller
Statistic          1% Critical 5% Critical 10% Critical
                  Value      Value      Value
-----+-----+-----+-----+-----
z(t)             -2.476      -3.987      -3.427      -3.130
Mackinnon approximate p-value for z(t) = 0.3402
```

```
. dfuller totalrigs, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs =      322
-----+-----+-----+-----+-----
                Test          Interpolated Dickey-Fuller
Statistic          1% Critical 5% Critical 10% Critical
                  Value      Value      Value
-----+-----+-----+-----+-----
z(t)             -3.894      -3.987      -3.427      -3.130
Mackinnon approximate p-value for z(t) = 0.0124
```

Regresjonsanalyse, transformerte data – prosentvis endring

```
. regress poilprice pusdindex pdays prefinery pfutures worldgdpchange pinterestr rate popecquota pworldreserves prigs popec
> capacity dummy_2008 dummy_iraq dummy_2000
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 228		
Model	.444808625	13	.034216048	F(13, 214) =	7.18	
Residual	1.01983541	214	.004765586	Prob > F =	0.0000	
Total	1.46464404	227	.006452176	R-squared =	0.3037	
				Adj R-squared =	0.2614	
				Root MSE =	.06903	

poilprice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex	-1.473713	.2744243	-5.37	0.000	-2.014634	-.9327924
pdays	.0061302	.1556818	0.04	0.969	-.300736	.3129963
prefinery	.0472769	.1674538	0.28	0.778	-.2827932	.377347
pfutures	-.0014267	.001129	-1.26	0.208	-.003652	.0007987
worldgdpch-e	-.1127517	.2665245	-0.42	0.673	-.6381011	.4125978
pinterestr-e	-.0000616	.0010071	-0.06	0.951	-.0020468	.0019236
popecquota	-.0676679	.2054049	-0.33	0.742	-.4725438	.3372081
pworldrese-s	5.858546	1.676563	3.49	0.001	2.553854	9.163239
prigs	-.1121492	.1111534	-1.01	0.314	-.331245	.1069466
popeccapac-y	.0077578	.0310785	0.25	0.803	-.0535014	.0690169
dummy_2008	-.1397746	.0315369	-4.43	0.000	-.2019374	-.0776119
dummy_iraq	-.1868403	.070329	-2.66	0.008	-.3254667	-.048214
dummy_2000	-.2289386	.074518	-3.07	0.002	-.3758217	-.0820554
_cons	-.0001899	.0058795	-0.03	0.974	-.0117791	.0113992

Test for heteroskedastisitet, Breusch – Pagan

```
. hettest
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of poilprice
-----+-----
chi2(1) = 1.55
Prob > chi2 = 0.2125
```

Test for autokorrelasjon, Breusch – Godfrey

```
. bgodfrey
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
-----+-----+-----+-----+-----
lags(ρ)      chi2      df      Prob > chi2
-----+-----+-----+-----+-----
1            0.659      1            0.4168
H0: no serial correlation
```

```
. bgodfrey, lag(2)
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
-----+-----+-----+-----+-----
lags(ρ)      chi2      df      Prob > chi2
-----+-----+-----+-----+-----
2            2.264      2            0.3223
H0: no serial correlation
```

```
. bgodfrey, lag(3)
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
-----+-----+-----+-----+-----
lags(ρ)      chi2      df      Prob > chi2
-----+-----+-----+-----+-----
3            2.522      3            0.4713
H0: no serial correlation
```



```
. dfuller pworldgdp, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      311
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(t)                -3.273           -3.988                -3.428                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0709

```
. dfuller pworldgdp, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root  Number of obs =      310
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(t)                -3.322           -3.988                -3.428                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0627

```
. pperron pworldgdp, trend
Phillips-Perron test for unit root          Number of obs =      311
                                           Newey-West lags =      5
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(rho)              -23.391           -28.522                -21.349                -18.024
      Z(t)                -3.476           -3.988                -3.428                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0420

```
. dfuller pinterestrate, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      322
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(t)                -18.040           -3.987                -3.427                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller pinterestrate, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root  Number of obs =      321
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(t)                -13.328           -3.987                -3.427                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller popecquota, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      322
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(t)                -18.045           -3.987                -3.427                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller popecquota, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root  Number of obs =      321
      Test Statistic      1% Critical Value  Interpolated Dickey-Fuller 10% Critical Value
      Z(t)                -12.571           -3.987                -3.427                -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller pworldreserves, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      307
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -3.817          -3.988          -3.428          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0157

```
. dfuller pworldreserves, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      306
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -3.901          -3.988          -3.428          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0121

```
. dfuller prigs, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      322
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)         -11.715          -3.987          -3.427          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller prigs, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      321
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)         -13.763          -3.987          -3.427          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller prefinery, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      320
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)         -17.653          -3.987          -3.427          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller prefinery, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      319
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)         -15.623          -3.987          -3.427          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller pfutures, trend
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      321
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)         -16.887          -3.987          -3.427          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

```
. dfuller futures, trend lags(1)
Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =      321
      Test Statistic      1% Critical Value      Interpolated Dickey-Fuller      5% Critical Value      10% Critical Value
-----
Z(t)          -5.665          -3.987          -3.427          -3.130
```

Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

Regresjonsanalyse med 1 lag

```
. regress poilprice L(0/1).pusindex L(0/1).pdays L(0/1).prefinery L(0/1).pfutures L(0/1).worldgdpchange L(0/1).pinterest
> rate L(0/1).popecquota L(0/1).pworldreserves L(0/1).prigs L(0/1).popeccapacity L(0/1).dummy_2008 L(0/1).dummy_iraq L(0/
> 1).dummy_2000
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	227
Model	.508289062	26	.019549579	F(26, 200) =	4.09
Residual	.954868379	200	.004774342	Prob > F =	0.0000
Total	1.46315744	226	.006474148	R-squared =	0.3474
				Adj R-squared =	0.2626
				Root MSE =	.0691

poilprice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
pusindex					
---	-1.544238	.3023193	-5.11	0.000	-2.14038 -.9480959
L1.	.1930042	.2967776	0.65	0.516	-.3922105 .7782189
pdays					
---	-.1855865	.1793732	-1.03	0.302	-.539292 .1681189
L1.	-.3415425	.1842193	-1.85	0.065	-.7048038 .0217188
prefinery					
---	.0340608	.1792558	0.19	0.849	-.319413 .3875346
L1.	-.1792324	.180512	-0.99	0.322	-.5351833 .1767186
pfutures					
---	-.0013338	.0011632	-1.15	0.253	-.0036274 .0009599
L1.	-.0003096	.0011488	-0.27	0.788	-.002575 .0019558
worldgdpch~e					
---	-.0012146	.4132616	-0.00	0.998	-.8161235 .8136943
L1.	-.1410163	.3090275	-0.46	0.649	-.7503864 .4683537
pinterestr~e					
---	-.000138	.0010168	-0.14	0.892	-.002143 .0018669
L1.	-.0006905	.0010347	-0.67	0.505	-.0027309 .0013499
popecquota					
---	-.0531274	.2092155	-0.25	0.800	-.4656786 .3594238
L1.	.0050071	.2083098	0.02	0.981	-.4057583 .4157725
pworldrese~s					
---	-1.419893	3.810849	-0.37	0.710	-8.934492 6.094706
L1.	8.090043	3.844328	2.10	0.037	.5094276 15.67066
prigs					
---	-.0925297	.1395159	-0.66	0.508	-.3676405 .1825811
L1.	-.1858422	.1581968	-1.17	0.241	-.49779 .1261056
popeccapac~y					
---	.0145788	.0327365	0.45	0.657	-.0499742 .0791318
L1.	-.0212306	.0334839	-0.63	0.527	-.0872573 .0447962
dummy_2008					
---	-.1797726	.0545685	-3.29	0.001	-.2873759 -.0721692
L1.	.0381958	.0542071	0.70	0.482	-.068695 .1450866
dummy_iraq					
---	-.1667695	.0746076	-2.24	0.027	-.313888 -.019651
L1.	-.0649822	.0740688	-0.88	0.381	-.2110382 .0810738
dummy_2000					
---	-.2543115	.0759704	-3.35	0.001	-.4041173 -.1045058
L1.	.0072931	.075923	0.10	0.924	-.1424191 .1570052
_cons	.0006095	.006219	0.10	0.922	-.0116537 .0128727

Test for Heteroskedastisitet

```
. hettest
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
```

```
H0: Constant variance
```

```
Variables: fitted values of poilprice
```

```
chi2(1) = 1.65
```

```
Prob > chi2 = 0.1991
```

Test for autokorrelasjon

. bgodfrey

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
1	0.042	1	0.8371

H0: no serial correlation

. bgodfrey, lag(2)

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
2	1.155	2	0.5614

H0: no serial correlation

. bgodfrey, lag(3)

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
3	1.889	3	0.5958

H0: no serial correlation

Regresjonsanalyse med 2 lag

```
. regress oilprice L(0/2).pusdindex L(0/2).pdays L(0/2).prefinery L(0/2).pfutures L(0/2).worldgdpchange L(0/2).pinterest
> rate L(0/2).popecquota L(0/2).pworldreserves L(0/2).prigs L(0/2).popeccapacity L(0/2).dummy_2008 L(0/2).dummy_iraq L(0/
> 2).dummy_2000
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	226
Model	.593404111	39	.01521549	F(39, 186) =	3.25
Residual	.869487406	186	.004674663	Prob > F =	0.0000
Total	1.46289152	225	.00650174	R-squared =	0.4056
				Adj R-squared =	0.2810
				Root MSE =	.06837

oilprice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
pusdindex					
---	-1.512224	.3156066	-4.79	0.000	-2.134853 -.8895953
L1.	.2716368	.3253052	0.84	0.405	-.3701253 .9133989
L2.	-.3143791	.3073863	-1.02	0.308	-.9207908 .2920326
pdays					
---	-.0873694	.1912924	-0.46	0.648	-.4647511 .2900124
L1.	-.0665211	.241672	-0.28	0.783	-.5432916 .4102494
L2.	.4296274	.2286628	1.88	0.062	-.0214785 .8807334
prefinery					
---	.063259	.2037685	0.31	0.757	-.3387354 .4652535
L1.	-.1416969	.1968407	-0.72	0.473	-.5300242 .2466305
L2.	.3115213	.209611	1.49	0.139	-.1019992 .7250419
pfutures					
---	-.001754	.0011691	-1.50	0.135	-.0040605 .0005524
L1.	-.000458	.0011882	-0.39	0.700	-.0028022 .0018862
L2.	.000532	.001164	0.46	0.648	-.0017645 .0028284
worldgdpch-e					
---	-.6414054	.5223438	-1.23	0.221	-1.671885 .3890745
L1.	-.7432106	.4912132	-1.51	0.132	-1.712276 .2258549
L2.	.1390432	.3279174	0.42	0.672	-.5078723 .7859587
pinterest~e					
---	-.0000656	.0010725	-0.06	0.951	-.0021813 .0020502
L1.	-.001331	.0010474	-0.51	0.613	-.0025972 .0015353
L2.	.0005153	.0011013	0.47	0.640	-.0016574 .0026879
popecquota					
---	-.0972234	.2184893	-0.44	0.657	-.528259 .3338122
L1.	-.0104991	.2108999	-0.05	0.960	-.4265625 .4055642
L2.	.1637273	.2139992	0.77	0.445	-.2584504 .585905
pworldrese-s					
---	-1.342643	3.80518	-0.35	0.725	-8.849503 6.164217
L1.	15.67159	5.247971	2.99	0.003	5.318391 26.02479
L2.	-8.189412	3.913502	-2.09	0.038	-15.90997 -.4688553
prigs					
---	-.0432006	.1514863	-0.29	0.776	-.3420528 .2556517
L1.	-.2461648	.1889408	-1.30	0.194	-.6189072 .1265776
L2.	.0271567	.1678251	0.16	0.872	-.3039288 .3582422
popeccapac~y					
---	-.0196392	.0357876	-0.55	0.584	-.090241 .0509625
L1.	-.0382296	.0348803	-1.10	0.274	-.1070414 .0305823
L2.	.0368364	.0341414	1.08	0.282	-.0305176 .1041905
dummy_2008					
---	-.1751336	.0569372	-3.08	0.002	-.2874593 -.062808
L1.	.0206092	.0786477	0.26	0.794	-.134547 .1757654
L2.	.032383	.0588213	0.55	0.583	-.0836596 .1484256
dummy_iraq					
---	-.1969334	.075946	-2.59	0.010	-.3467596 -.0471072
L1.	-.0512755	.0770277	-0.67	0.506	-.2032357 .1006847
L2.	.1462639	.0811388	1.80	0.073	-.0138067 .3063346
dummy_2000					
---	-.2119769	.077823	-2.72	0.007	-.365506 -.0584478
L1.	.033387	.0765373	0.44	0.663	-.1176058 .1843799
L2.	.019238	.0768527	0.25	0.803	-.1323771 .1708532
_cons	.0020781	.0065939	0.32	0.753	-.0109304 .0150866

Test for heteroskedastisitet

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
H0: Constant variance
Variables: fitted values of poilprice

chi2(1) = 0.54
Prob > chi2 = 0.4643

Test for autokorrelasjon

. bfgodfrey

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
1	0.287	1	0.5923

H0: no serial correlation

. bfgodfrey, lag(2)

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
2	1.476	2	0.4781

H0: no serial correlation

. bfgodfrey, lag(3)

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
3	2.654	3	0.4482

H0: no serial correlation

Regresjonsanalyse med 3 lag

```
. regress poilprice L(0/3).pusdindex L(0/3).pdays L(0/3).prefinery L(0/3).pfutures L(0/3).worldgdpchange L(0/3).pinterest
> rate L(0/3).popecquota L(0/3).pworldreserves L(0/3).prigs L(0/3).popeccapacity L(0/3).dummy_2008 L(0/3).dummy_iraq L(0/
> 3).dummy_2000
```

Source	SS	df	MS			
Model	.710966069	52	.013672424	Number of obs =	225	
Residual	.742107366	172	.004314578	F(52, 172) =	3.17	
Total	1.45307344	224	.006486935	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4893	
				Adj R-squared =	0.3349	
				Root MSE =	.06569	

poilprice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex						
---	-1.404148	.3150766	-4.46	0.000	-2.026063	-.7822339
L1.	.4339935	.3315365	1.31	0.192	-.2204106	1.088398
L2.	-.4139284	.3287157	-1.26	0.210	-1.062765	.2349077
L3.	-.0725971	.3082627	-0.24	0.814	-.681062	.5358679
pdays						
---	-.0754012	.2060958	-0.37	0.715	-.4822038	.3314014
L1.	.143569	.2498199	0.57	0.566	-.3495387	.6366766
L2.	.7547676	.2830014	2.67	0.008	.1961646	1.313371
L3.	.3772153	.2544104	1.48	0.140	-.1249533	.8793839
prefinery						
---	-.0365515	.2166168	-0.17	0.866	-.4641211	.3910181
L1.	.0796941	.2205307	0.36	0.718	-.355601	.5149891
L2.	.343069	.2275812	1.51	0.134	-.1061426	.7922806
L3.	.4945708	.2079312	2.38	0.018	.0841452	.9049963
pfutures						
---	-.0017025	.0012016	-1.42	0.158	-.0040743	.0006693
L1.	-.000429	.0011592	-0.37	0.712	-.0027172	.0018591
L2.	.0007918	.0011738	0.67	0.501	-.001525	.0031086
L3.	-.0023628	.0011603	-2.04	0.043	-.004653	-.00000726
worldgdpch-e						
---	-.7977255	.5277753	-1.51	0.132	-1.839476	.2440249
L1.	-1.244918	.5686321	-2.19	0.030	-2.367314	-.1225228
L2.	-.9060222	.5041972	-1.80	0.074	-1.901233	.0891885
L3.	-.327704	.3442888	-0.95	0.343	-1.007279	.3518712
pinterestr-e						
---	-.0000981	.0010494	-0.09	0.926	-.0021695	.0019734
L1.	-.000259	.0010903	-0.24	0.813	-.0024111	.0018931
L2.	.0010487	.0010799	0.97	0.333	-.0010829	.0031803
L3.	.0001506	.0010904	0.14	0.890	-.0020017	.0023029
popecquota						
---	-.2313748	.226534	-1.02	0.309	-.6785194	.2157698
L1.	-.2574723	.2167915	-1.19	0.237	-.6853868	.1704421
L2.	-.115989	.210743	0.55	0.583	-.2999864	.5319645
L3.	-.0060512	.2174488	-0.03	0.978	-.4352631	.4231607
pworldrese-s						
---	-2.979493	3.736726	-0.80	0.426	-10.35524	4.396251
L1.	16.06108	5.11674	3.14	0.002	5.961388	26.16077
L2.	1.802236	5.266508	0.34	0.733	-8.593072	12.19754
L3.	-10.81463	4.139324	-2.61	0.010	-18.98504	-2.644215
prigs						
---	-.0764665	.1552684	-0.49	0.623	-.2300103	.3829434
L1.	-.2613357	.191193	-1.37	0.173	-.6387224	.1160511
L2.	.2790741	.1985382	1.41	0.162	-.112811	.6709592
L3.	-.1208926	.1679332	-0.72	0.473	-.4523679	.2105827
popeccapac-y						
---	-.0467908	.0365626	-1.28	0.202	-.1189599	.0253783
L1.	-.0605109	.0378882	-1.60	0.112	-.1352965	.0142748
L2.	.0138926	.035145	0.40	0.693	-.0554785	.0832637
L3.	-.0280231	.0346209	-0.81	0.419	-.0963597	.0403135
dummy_2008						
---	-.2014827	.0573253	-3.51	0.001	-.3146345	-.088331
L1.	-.0588387	.0784056	-0.75	0.454	-.0959223	.2135998
L2.	-.0495067	.0783354	-0.63	0.528	-.2041291	.1051157
L3.	.1096808	.0593132	1.85	0.066	-.0073946	.2267563
dummy_iraq						
---	-.1903463	.0760243	-2.50	0.013	-.340407	-.0402855
L1.	-.0629352	.0761659	-0.83	0.410	-.2132753	.087405
L2.	.1453786	.0814343	1.79	0.076	-.0153606	.3061178
L3.	.0721861	.0801406	0.90	0.369	-.0859996	.2303717
dummy_2000						
---	-.1934447	.0760693	-2.54	0.012	-.3435942	-.0432952
L1.	.0630992	.0762475	0.83	0.409	-.0874021	.2136006
L2.	.0387651	.0759931	0.51	0.611	-.1112341	.1887643
L3.	-.0811332	.0759277	-1.07	0.287	-.2310033	.0687368
_cons	.0095876	.0068958	1.39	0.166	-.0040236	.0231989

Test for heteroskedastisitet

```
. hettest
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of poilprice
      chi2(1)    =    0.00
      Prob > chi2 =    0.9739
```

Test for autokorrelasjon

```
. bgodfrey
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
```

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
1	2.518	1	0.1126

H0: no serial correlation

```
. bgodfrey, lag(2)
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
```

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
2	2.807	2	0.2457

H0: no serial correlation

```
. bgodfrey, lag(3)
Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
```

lags(ρ)	chi2	df	Prob > chi2
3	3.632	3	0.3040

H0: no serial correlation

Newey – West regresjonsanalyse

```
. newey poilprice pusdindex pdays prefinery pfutures worldgdpchange pinterestr rate popecquota pworldreserves prigs popecca
> pacity dummy_2008 dummy_iraq dummy_2000, lag(3)
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      228
maximum lag: 3                                F( 12, 214) =    327.96
                                                Prob > F      =    0.0000
```

poilprice	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
pusdindex	-1.473713	.2984947	-4.94	0.000	-2.062079 - .885347
pdays	.0061302	.1791933	0.03	0.973	-.3470797 .35934
prefinery	.0472769	.1490737	0.32	0.751	-.246564 .3411179
pfutures	-.0014267	.0004508	-3.16	0.002	-.0023153 -.000538
worldgdpch-e	-.1127517	.2943134	-0.38	0.702	-.6928762 .4673728
pinterestr-e	-.0000616	.0008217	-0.07	0.940	-.0016812 .001558
popecquota	-.0676679	.2028298	-0.33	0.739	-.467468 .3321323
pworldrese-s	5.858546	1.221288	4.80	0.000	3.451252 8.265841
prigs	-.1121492	.1209596	-0.93	0.355	-.3505741 .1262756
popeccapac-y	-.0077578	.0299923	0.26	0.796	-.0513604 .0668759
dummy_2008	-.1397746	.0379538	-3.68	0.000	-.2145858 -.0649635
dummy_iraq	-.1868403	.0156111	-11.97	0.000	-.2176115 -.1560691
dummy_2000	-.2289386	.0266957	-8.58	0.000	-.2815588 -.1763183
_cons	-.0001899	.0054523	-0.03	0.972	-.010937 .0105572

Newey – West regresjonsanalyse med 1 lag

```
. newey poilprice L(0/1).pusdindex L(0/1).pdays L(0/1).prefinery L(0/1).pfutures L(0/1).worldgdpchange L(0/1).pinterestra
> te L(0/1).popecquota L(0/1).pworldreserves L(0/1).prigs L(0/1).popeccapacity L(0/1).dummy_2008 L(0/1).dummy_iraq L(0/1)
> .dummy_2000, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      227
maximum lag: 3                                F( 23, 200) =    4270.65
                                                Prob > F       =      0.0000
```

poilprice	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex	-.1544238	.3438297	-4.49	0.000	-2.222235	-.8662418

L1.	.1930042	.3717171	0.52	0.604	-.5399833	.9259917
pdays	-.1855865	.187404	-0.99	0.323	-.5551278	.1839547

L1.	-.3415425	.1843943	-1.85	0.065	-.7051489	.0220639
prefinery	.0340608	.1908808	0.18	0.859	-.3423364	.410458

L1.	-.1792324	.1909129	-0.94	0.349	-.5556928	.1972281
pfutures	-.0013338	.0004787	-2.79	0.006	-.0022777	-.0003898

L1.	-.0003096	.0006232	-0.50	0.620	-.0015386	.0009193
worldgdpch-e	-.0012146	.3583804	-0.00	0.997	-.7079034	.7054743

L1.	-.1410163	.3314448	-0.43	0.671	-.794591	.5125584
pinterestr-e	-.000138	.0009422	-0.15	0.884	-.001996	.00172

L1.	-.0006905	.0003785	-1.82	0.070	-.0014369	.0000559
popecquota	-.0531274	.1970327	-0.27	0.788	-.4416555	.3354007

L1.	.0050071	.2323428	0.02	0.983	-.4531488	.4631631
pworldrese-s	-1.419893	1.864898	-0.76	0.447	-5.097278	2.257492

L1.	8.090043	1.739185	4.65	0.000	4.66055	11.51954
prigs	-.0925297	.1559259	-0.59	0.554	-.3999993	.21494

L1.	-.1858422	.168801	-1.10	0.272	-.5187003	.1470159
popeccapac-y	.0145788	.0354621	0.41	0.681	-.0553486	.0845063

L1.	-.0212306	.0383349	-0.55	0.580	-.096823	.0543619
dummy_2008	-.1797726	.0404478	-4.44	0.000	-.2595314	-.1000137

L1.	.0381958	.0686153	0.56	0.578	-.0971065	.173498
dummy_iraq	-.1667695	.0278931	-5.98	0.000	-.2217717	-.1117673

L1.	-.0649822	.0282066	-2.30	0.022	-.1206028	-.0093616
dummy_2000	-.2543115	.0341541	-7.45	0.000	-.3216599	-.1869632

L1.	.0072931	.0361213	0.20	0.840	-.0639344	.0785205
_cons	.0006095	.0063602	0.10	0.924	-.0119321	.0131511

F-test av de ulike variablene

```
. test pusdindex L1.pusdindex
( 1) pusdindex = 0
( 2) L.pusdindex = 0
      F( 2, 200) = 10.44
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test pdays L1.pdays
( 1) pdays = 0
( 2) L.pdays = 0
      F( 2, 200) = 1.77
      Prob > F = 0.1735
```

```
. test prefinery L1.prefinery
( 1) prefinery = 0
( 2) L.prefinery = 0
      F( 2, 200) = 0.54
      Prob > F = 0.5844
```

```

. test pfutures L1.pfutures
( 1) pfutures = 0
( 2) L.pfutures = 0
      F( 2, 200) = 4.42
      Prob > F = 0.0133

. test popeccapacity L1.popeccapacity
( 1) popeccapacity = 0
( 2) L.popeccapacity = 0
      F( 2, 200) = 0.33
      Prob > F = 0.7182

. test worldgdpchange L1.worldgdpchange
( 1) worldgdpchange = 0
( 2) L.worldgdpchange = 0
      F( 2, 200) = 0.10
      Prob > F = 0.9004

. test pinterestrate L1.pinterestrate
( 1) pinterestrate = 0
( 2) L.pinterestrate = 0
      F( 2, 200) = 1.79
      Prob > F = 0.1697

. test popecquota L1.popecquota
( 1) popecquota = 0
( 2) L.popecquota = 0
      F( 2, 200) = 0.04
      Prob > F = 0.9643

. test pworldreserves L1.pworldreserves
( 1) pworldreserves = 0
( 2) L.pworldreserves = 0
      F( 2, 200) = 14.49
      Prob > F = 0.0000

. test prigs L1.prigs
( 1) prigs = 0
( 2) L.prigs = 0
      F( 2, 200) = 1.01
      Prob > F = 0.3657

. test dummy_2000 L1.dummy_2000
( 1) dummy_2000 = 0
( 2) L.dummy_2000 = 0
      F( 2, 200) = 28.26
      Prob > F = 0.0000

. test dummy_iraq L1.dummy_iraq
( 1) dummy_iraq = 0
( 2) L.dummy_iraq = 0
      F( 2, 200) = 21.03
      Prob > F = 0.0000

. test dummy_2008 L1.dummy_2008
( 1) dummy_2008 = 0
( 2) L.dummy_2008 = 0
      F( 2, 200) = 16.11
      Prob > F = 0.0000

```

Newey – West regresjonsanalyse med 2 lag

```
. newey poi1price L(0/2).pusdindex L(0/2).pdays L(0/2).prefinery L(0/2).pfutures L(0/2).worldgdpchange L(0/2).pinterestra
> te L(0/2).popecquota L(0/2).pworldreserves L(0/2).prigs L(0/2).popeccapacity L(0/2).dummy_2008 L(0/2).dummy_iraq L(0/2)
> .dummy_2000, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      226
maximum lag: 3                                F( 34, 186) =    4676.56
                                                Prob > F       =      0.0000
```

poi1price	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex						
---	-1.512224	.3528831	-4.29	0.000	-2.208392	-.8160563
L1.	.2716368	.3693303	0.74	0.463	-.456978	1.000252
L2.	-.3143791	.3018579	-1.04	0.299	-.9098844	.2811263
pdays						
---	-.0873694	.1931275	-0.45	0.652	-.4683712	.2936325
L1.	-.0665211	.20963	-0.32	0.751	-.4800792	.347037
L2.	.4296274	.2417064	1.78	0.077	-.0472109	.9064658
prefinery						
---	.063259	.2354417	0.27	0.788	-.4012203	.5277384
L1.	-.1416969	.2225515	-0.64	0.525	-.5807465	.2973528
L2.	.3115213	.2710824	1.15	0.252	-.2232701	.8463127
pfutures						
---	-.001754	.0006464	-2.71	0.007	-.0030293	-.0004787
L1.	-.000458	.0006682	-0.69	0.494	-.0017762	.0008602
L2.	.000532	.001052	0.51	0.614	-.0015434	.0026073
worldgdpch-e						
---	-.6414054	.4938241	-1.30	0.196	-1.615622	.3328108
L1.	-.7432106	.5228306	-1.42	0.157	-1.774651	.2882296
L2.	.1390432	.3113705	0.45	0.656	-.4752285	.7533149
pinterestr-e						
---	-.0000656	.0009991	-0.07	0.948	-.0020367	.0019055
L1.	-.000531	.0005218	-1.02	0.310	-.0015604	.0004984
L2.	.0005153	.0006511	0.79	0.430	-.0007692	.0017998
popecquota						
---	-.0972234	.2180305	-0.45	0.656	-.527354	.3329072
L1.	-.0104991	.2274275	-0.05	0.963	-.4591681	.4381698
L2.	.1637273	.2065242	0.79	0.429	-.2437037	.5711583
pworldrese-s						
---	-1.342643	1.913541	-0.70	0.484	-5.117676	2.432391
L1.	15.67159	2.375565	6.60	0.000	10.98507	20.3581
L2.	-8.189412	2.311083	-3.54	0.000	-12.74872	-3.630107
prigs						
---	-.0432006	.1646644	-0.26	0.793	-.3680504	.2816493
L1.	-.2461648	.2053934	-1.20	0.232	-.6513649	.1590353
L2.	.0271567	.1777487	0.15	0.879	-.3235061	.3778195
popeccapac-y						
---	-.0196392	.0338789	-0.58	0.563	-.0864755	.0471971
L1.	-.0382296	.0319369	-1.20	0.233	-.1012346	.0247755
L2.	.0368364	.0393871	0.94	0.351	-.0408665	.1145394
dummy_2008						
---	-.1751336	.0514393	-3.40	0.001	-.2766131	-.0736541
L1.	.0206092	.0969923	0.21	0.832	-.1707372	.2119556
L2.	.0323383	.0482714	0.67	0.503	-.0628469	.1276128
dummy_iraq						
---	-.1969334	.0254506	-7.74	0.000	-.2471423	-.1467245
L1.	-.0512755	.0435688	-1.18	0.241	-.137228	.034677
L2.	.1462639	.0402054	3.64	0.000	.0669467	.2255812
dummy_2000						
---	-.2119769	.0385083	-5.50	0.000	-.287946	-.1360078
L1.	.033387	.033443	1.00	0.319	-.0325894	.0993634
L2.	.019238	.0329785	0.58	0.560	-.0458219	.084298
_cons	.0020781	.0070475	0.29	0.768	-.0118252	.0159815

F-test av de ulike variablene

```
. test pusdindex L1.pusdindex L2.pusdindex
```

```
( 1) pusdindex = 0
( 2) L1.pusdindex = 0
( 3) L2.pusdindex = 0

F( 3, 186) = 6.61
Prob > F = 0.0003
```

```
. test pdays L1.pdays L2.pdays
```

```
( 1) pdays = 0
( 2) L1.pdays = 0
( 3) L2.pdays = 0

F( 3, 186) = 2.13
Prob > F = 0.0982
```

```

. test prefinery L1.prefinery L2.prefinery
( 1) prefinery = 0
( 2) L.prefinery = 0
( 3) L2.prefinery = 0
      F( 3, 186) = 0.81
      Prob > F = 0.4920

. test pfutures L1.pfutures L2.pfutures
( 1) pfutures = 0
( 2) L.pfutures = 0
( 3) L2.pfutures = 0
      F( 3, 186) = 3.01
      Prob > F = 0.0314

. test poeccapacity L1.poeccapacity L2.poeccapacity
( 1) poeccapacity = 0
( 2) L.poeccapacity = 0
( 3) L2.poeccapacity = 0
      F( 3, 186) = 0.79
      Prob > F = 0.5032

. test worldgdpchange L1.worldgdpchange L2.worldgdpchange
( 1) worldgdpchange = 0
( 2) L.worldgdpchange = 0
( 3) L2.worldgdpchange = 0
      F( 3, 186) = 1.65
      Prob > F = 0.1784

. test pinterestrate L1.pinterestrate L2.pinterestrate
( 1) pinterestrate = 0
( 2) L.pinterestrate = 0
( 3) L2.pinterestrate = 0
      F( 3, 186) = 0.88
      Prob > F = 0.4526

. test popecquota L1.popecquota L2.popecquota
( 1) popecquota = 0
( 2) L.popecquota = 0
( 3) L2.popecquota = 0
      F( 3, 186) = 0.37
      Prob > F = 0.7719

. test pworldreserves L1.pworldreserves L2.pworldreserves
( 1) pworldreserves = 0
( 2) L.pworldreserves = 0
( 3) L2.pworldreserves = 0
      F( 3, 186) = 24.97
      Prob > F = 0.0000

. test prigs L1.prigs L2.prigs
( 1) prigs = 0
( 2) L.prigs = 0
( 3) L2.prigs = 0
      F( 3, 186) = 0.77
      Prob > F = 0.5096

. test dummy_2000 L1.dummy_2000 L2.dummy_2000
( 1) dummy_2000 = 0
( 2) L.dummy_2000 = 0
( 3) L2.dummy_2000 = 0
      F( 3, 186) = 12.16
      Prob > F = 0.0000

. test dummy_iraq L1.dummy_iraq L2.dummy_iraq
( 1) dummy_iraq = 0
( 2) L.dummy_iraq = 0
( 3) L2.dummy_iraq = 0
      F( 3, 186) = 21.56
      Prob > F = 0.0000

```

```
. test dummy_2008 L1.dummy_2008 L2.dummy_2008
```

- (1) dummy_2008 = 0
- (2) L1.dummy_2008 = 0
- (3) L2.dummy_2008 = 0

```
F( 3, 186) = 9.16
Prob > F = 0.0000
```

Newey – West regresjonsanalyse med 3 lag

```
. newey poilprice L(0/3).pusdindex L(0/3).pdays L(0/3).prefinery L(0/3).pfutures L(0/3).worldgdpchange L(0/3).pinterestra
> te L(0/3).popecquota L(0/3).pworldreserves L(0/3).prigs L(0/3).popeccapacity L(0/3).dummy_2008 L(0/3).dummy_iraq L(0/3)
> .dummy_2000, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      225
maximum lag: 3                                F( 45, 172) =    3286.37
                                              Prob > F =      0.0000
```

poilprice	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex						
---	-1.404148	.3536015	-3.97	0.000	-2.102105	-.7061914
L1.	.4339935	.3360331	1.29	0.198	-.2292863	1.097273
L2.	-.4139284	.326959	-1.27	0.207	-1.059297	.2314403
L3.	-.0725971	.2654173	-0.27	0.785	-.5964916	.4512974
pdays						
---	-.0754012	.2159744	-0.35	0.727	-.5017027	.3509003
L1.	.143569	.2308212	0.62	0.535	-.3120379	.5991758
L2.	.7547676	.2818125	2.68	0.008	-.1985113	1.311024
L3.	.3772153	.2631704	1.43	0.154	-.1422443	.8966748
prefinery						
---	-.0365515	.2181066	-0.17	0.867	-.4670618	.3939588
L1.	.0796941	.2498459	0.32	0.750	-.4134649	.572853
L2.	.343069	.2559245	1.34	0.182	-.1620881	.8482261
L3.	.4945708	.2493587	1.98	0.049	.0023736	.986768
pfutures						
---	-.0017025	.0009157	-1.86	0.065	-.0035099	.0001049
L1.	-.000429	.0006275	-0.68	0.495	-.0016676	.0008095
L2.	.0007918	.0010059	0.79	0.432	-.0011938	.0027774
L3.	-.0023628	.0007308	-3.23	0.001	-.0038052	-.0009204
worldgdpch-e						
---	-.7977255	.49272	-1.62	0.107	-1.770282	-.1748309
L1.	-1.244918	.5513472	-2.26	0.025	-2.333196	-.1566405
L2.	-.9060222	.5426105	-1.67	0.097	-1.977055	.1650108
L3.	-.3277704	.2910572	-1.13	0.262	-.9022077	.2467998
pinterestr-e						
---	-.0000981	.0011897	-0.08	0.934	-.0024463	.0022502
L1.	-.000259	.0006899	-0.38	0.708	-.0016207	.0011027
L2.	.0010487	.0006325	1.66	0.099	-.0001998	.0022972
L3.	.0001506	.0009218	0.16	0.870	-.0016688	.00197
popecquota						
---	-.2313748	.1873765	-1.23	0.219	-.6012284	.1384788
L1.	-.2574723	.251167	-1.03	0.307	-.753239	.2382943
L2.	-.115989	.2001073	0.58	0.563	-.2789933	.5109713
L3.	-.0060512	.1553122	-0.04	0.969	-.3126144	.3005121
pworldrese-s						
---	-2.979493	2.370074	-1.26	0.210	-7.657668	1.698682
L1.	16.06108	2.946911	5.45	0.000	10.24431	21.87784
L2.	1.802236	4.513081	0.40	0.690	-7.105918	10.71039
L3.	-10.81463	3.875559	-2.79	0.006	-18.46441	-3.164848
prigs						
---	.0764665	.1516898	0.50	0.615	-.2229468	.3758799
L1.	-.2613357	.1931088	-1.35	0.178	-.6425039	.1198325
L2.	.2790741	.2212537	1.26	0.209	-.1576479	.7157961
L3.	-.1208926	.1982967	-0.61	0.543	-.5123009	.2705157
popeccapac-y						
---	-.0467908	.0368548	-1.27	0.206	-.1195367	.0259552
L1.	-.0605109	.0350288	-1.73	0.086	-.1296525	.0086308
L2.	.0138926	.0404876	0.34	0.732	-.0660239	.0938092
L3.	-.0280231	.0368486	-0.76	0.448	-.1007567	.0447105
dummy_2008						
---	-.2014827	.0493438	-4.08	0.000	-.2988801	-.1040854
L1.	.0588387	.0772286	0.76	0.447	-.093599	.2112765
L2.	-.0495067	.0540329	-0.92	0.361	-.1561596	.0571462
L3.	.1096808	.0337231	3.25	0.001	.0431164	.1762453
dummy_iraq						
---	-.1903463	.0296931	-6.41	0.000	-.248956	-.1317365
L1.	-.0629352	.0414402	-1.52	0.131	-.144732	.0188616
L2.	.1453786	.0476465	3.05	0.003	.0513315	.2394257
L3.	.0721861	.0405886	1.78	0.077	-.0079299	.1523021
dummy_2000						
---	-.1934447	.0399468	-4.84	0.000	-.2722938	-.1145956
L1.	.0630992	.039118	1.61	0.109	-.0141139	.1403124
L2.	.0387651	.0337564	1.15	0.252	-.0278651	.1053953
L3.	-.0811332	.0409175	-1.98	0.049	-.1618984	-.0003681
_cons	.0095876	.0073471	1.30	0.194	-.0049144	.0240897

F-test av de ulike variablene

. test pusdindex L1.pusdindex L2.pusdindex L3.pusdindex

```
( 1) pusdindex = 0
( 2) L.pusdindex = 0
( 3) L2.pusdindex = 0
( 4) L3.pusdindex = 0

F( 4, 172) = 4.21
Prob > F = 0.0028
```

. test pdays L1.pdays L2.pdays L3.pdays

```
( 1) pdays = 0
( 2) L.pdays = 0
( 3) L2.pdays = 0
( 4) L3.pdays = 0

F( 4, 172) = 1.99
Prob > F = 0.0987
```

. test prefinery L1.prefinery L2.prefinery L3.prefinery

```
( 1) prefinery = 0
( 2) L.prefinery = 0
( 3) L2.prefinery = 0
( 4) L3.prefinery = 0

F( 4, 172) = 1.55
Prob > F = 0.1905
```

. test pfutures L1.pfutures L2.pfutures L3.pfutures

```
( 1) pfutures = 0
( 2) L.pfutures = 0
( 3) L2.pfutures = 0
( 4) L3.pfutures = 0

F( 4, 172) = 4.34
Prob > F = 0.0023
```

. test popeccapacity L1.popeccapacity L2.popeccapacity L3.popeccapacity

```
( 1) popeccapacity = 0
( 2) L.popeccapacity = 0
( 3) L2.popeccapacity = 0
( 4) L3.popeccapacity = 0

F( 4, 172) = 1.15
Prob > F = 0.3334
```

. test worldgdpchange L1.worldgdpchange L2.worldgdpchange L3.worldgdpchange

```
( 1) worldgdpchange = 0
( 2) L.worldgdpchange = 0
( 3) L2.worldgdpchange = 0
( 4) L3.worldgdpchange = 0

F( 4, 172) = 1.91
Prob > F = 0.1104
```

. test pinterestrage L1.pinterestrage L2.pinterestrage L3.pinterestrage

```
( 1) pinterestrage = 0
( 2) L.pinterestrage = 0
( 3) L2.pinterestrage = 0
( 4) L3.pinterestrage = 0

F( 4, 172) = 1.35
Prob > F = 0.2520
```

. test popecquota L1.popecquota L2.popecquota L3.popecquota

```
( 1) popecquota = 0
( 2) L.popecquota = 0
( 3) L2.popecquota = 0
( 4) L3.popecquota = 0

F( 4, 172) = 0.82
Prob > F = 0.5159
```

. test pworldreserves L1.pworldreserves L2.pworldreserves L3.pworldreserves

```
( 1) pworldreserves = 0
( 2) L.pworldreserves = 0
( 3) L2.pworldreserves = 0
( 4) L3.pworldreserves = 0

F( 4, 172) = 16.10
Prob > F = 0.0000
```

. test prigs L1.prigs L2.prigs L3.prigs

```
( 1) prigs = 0
( 2) L.prigs = 0
( 3) L2.prigs = 0
( 4) L3.prigs = 0

F( 4, 172) = 0.61
Prob > F = 0.6568
```

. test dummy_2000 L1.dummy_2000 L2.dummy_2000 L3.dummy_2000

```
( 1) dummy_2000 = 0
( 2) L.dummy_2000 = 0
( 3) L2.dummy_2000 = 0
( 4) L3.dummy_2000 = 0

F( 4, 172) = 9.12
Prob > F = 0.0000
```

. test dummy_iraq L1.dummy_iraq L2.dummy_iraq L3.dummy_iraq

```
( 1) dummy_iraq = 0
( 2) L.dummy_iraq = 0
( 3) L2.dummy_iraq = 0
( 4) L3.dummy_iraq = 0

F( 4, 172) = 14.11
Prob > F = 0.0000
```

. test dummy_2008 L1.dummy_2008 L2.dummy_2008 L3.dummy_2008

```
( 1) dummy_2008 = 0
( 2) L.dummy_2008 = 0
( 3) L2.dummy_2008 = 0
( 4) L3.dummy_2008 = 0

F( 4, 172) = 12.06
Prob > F = 0.0000
```

Regresjonsanalyse, Hotellings regel

```
. regress poilprice pusdindex pdays prefinery pfutures popeccapacity worldgdpchange popeccquota pworldreserves prigs dummy
> _2000 dummy_2008 dummy_iraq realinterestrate
```

Source	SS	df	MS			
Model	.449661704	13	.034589362	Number of obs =	228	
Residual	1.01498233	214	.004742908	F(13, 214) =	7.29	
Total	1.46464404	227	.006452176	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.3070	
				Adj R-squared =	0.2649	
				Root MSE =	.06887	

poilprice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex	-1.424332	.2774565	-5.13	0.000	-1.971229	-.8774338
pdays	-.005801	.1556578	-0.04	0.970	-.3126198	.3010178
prefinery	.0461358	.1666732	0.28	0.782	-.2823955	.3746672
pfutures	-.0014214	.0011263	-1.26	0.208	-.0036414	.0007986
popeccapac-y	.0087179	.031019	0.28	0.779	-.0524239	.0698597
worldgdpch-e	-.1078518	.2659259	-0.41	0.685	-.6320213	.4163177
popeccquota	-.0681873	.2049068	-0.33	0.740	-.4720814	.3357067
pworldrese-s	5.694279	1.679413	3.39	0.001	2.383968	9.004589
prigs	-.1146915	.1107198	-1.04	0.301	-.3329325	.1035495
dummy_2000	-.2226043	.0746035	-2.98	0.003	-.3696562	-.0755524
dummy_2008	-.1456274	.0319874	-4.55	0.000	-.2086781	-.0825767
dummy_iraq	-.1912168	.0702696	-2.72	0.007	-.3297261	-.0527075
realintere-e	-.2213631	.2184355	-1.01	0.312	-.6519238	.2091975
_cons	.006636	.0089111	0.74	0.457	-.0109287	.0242008

Newey – West regresjonsanalyse, Hotellings regel

```
. newey poilprice pusdindex pdays prefinery pfutures popeccapacity worldgdpchange popecquota pworldreserves prigs dummy_2
> 000 dummy_2008 dummy_iraq realinterestrage, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      228
maximum lag: 3                                F( 12,   214) =    272.58
                                              Prob > F       =     0.0000
```

poilprice	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex	-1.424332	.3022878	-4.71	0.000	-2.020174	-.8284887
pdays	-.005801	.1766378	-0.03	0.974	-.3539737	.3423717
prefinery	.0461358	.1485452	0.31	0.756	-.2466632	.3389349
pfutures	-.0014214	.0004667	-3.05	0.003	-.0023412	-.0005015
popeccapac-y	-.0087179	.0298865	0.29	0.771	-.0501917	.0676275
worldgdpch-e	-.1078518	.296568	-0.36	0.716	-.6924204	.4767167
popecquota	-.0681873	.1957417	-0.35	0.728	-.454016	.3176414
pworldrese-s	5.694279	1.257904	4.53	0.000	3.21481	8.173747
prigs	-.1146915	.1193155	-0.96	0.338	-.3498756	.1204926
dummy_2000	-.2226043	.0268975	-8.28	0.000	-.2756223	-.1695863
dummy_2008	-.1456274	.0378425	-3.85	0.000	-.2202191	-.0710357
dummy_iraq	-.1912168	.0159435	-11.99	0.000	-.2226432	-.1597904
realintere-e	-.2213631	.1928154	-1.15	0.252	-.6014237	.1586974
_cons	.006636	.007731	0.86	0.392	-.0086026	.0218747

Newey – West regresjonsanalyse, Hotellings regel med 1 lag

```
. newey poilprice L(0/1).pusdindex L(0/1).pdays L(0/1).prefinery L(0/1).pfutures L(0/1).popeccapacity L(0/1).worldgdpchan
> ge L(0/1).popecquota L(0/1).pworldreserves L(0/1).prigs L(0/1).dummy_2000 L(0/1).dummy_2008 L(0/1).dummy_iraq L(0/1).r
> ealinterestrage, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      227
maximum lag: 3                                F( 23,   200) =    7521.26
                                              Prob > F       =     0.0000
```

poilprice	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex	---					
---	-1.277927	.3374447	-3.79	0.000	-1.943333	-.6125208
L1.	.0231322	.3404988	0.07	0.946	-.648296	.6945604
pdays	---					
---	-.1296717	.1718736	-0.75	0.451	-.4685886	.2092452
L1.	-.2246399	.1684541	-1.33	0.184	-.5568138	.107534
prefinery	---					
---	.1573683	.1797761	0.88	0.382	-.1971315	.5118681
L1.	-.1332123	.1741598	-0.76	0.445	-.4766374	.2102128
pfutures	---					
---	-.0007021	.0005578	-1.26	0.210	-.001802	.0003978
L1.	-.0009712	.000579	-1.68	0.095	-.0021129	.0001705
popeccapac-y	---					
---	.0058547	.0334111	0.18	0.861	-.0600286	.071738
L1.	-.019785	.0379017	-0.52	0.602	-.0945232	.0549532
worldgdpch-e	---					
---	-.2120333	.3485643	-0.61	0.544	-.8993658	.4752993
L1.	-.2991902	.3107978	-0.96	0.337	-.9120511	.3136707
popecquota	---					
---	-.0720459	.2000438	-0.36	0.719	-.4665115	.3224197
L1.	.0692634	.2097133	0.33	0.742	-.3442696	.4827963
pworldrese-s	---					
---	.5196662	1.953288	0.27	0.790	-3.332015	4.371347
L1.	6.214352	1.688259	3.68	0.000	2.885281	9.543423
prigs	---					
---	-.0105396	.143731	-0.07	0.942	-.2939622	.272883
L1.	-.2394953	.1504671	-1.59	0.113	-.5362008	.0572103
dummy_2000	---					
---	-.2401435	.0333881	-7.19	0.000	-.3059813	-.1743057
L1.	-.0622858	.0364617	-1.71	0.089	-.1341844	.0096129
dummy_2008	---					
---	-.1992218	.039856	-5.00	0.000	-.2778137	-.12063
L1.	.047637	.0658892	0.72	0.471	-.0822897	.1775636
dummy_iraq	---					
---	-.14391	.0284865	-5.05	0.000	-.2000824	-.0877376
L1.	-.0552161	.0269322	-2.05	0.042	-.1083236	-.0021086
realintere-e	---					
---	-3.716055	.8856548	-4.20	0.000	-5.462475	-1.969636
L1.	3.619981	.8730731	4.15	0.000	1.898371	5.34159
_cons	.0041353	.0082573	0.50	0.617	-.0121472	.0204178

Newey – West regresjonsanalyse, Hotellings regel med 2 lag

```
. newey poi1price L(0/2).pusdindex L(0/2).pdays L(0/2).prefinery L(0/2).pfutures L(0/2).popeccapacity L(0/2).wor1dgdpcchan
> ge L(0/2).popecquota L(0/2).pworldreserves L(0/2).prigs L(0/2).dummy_2000 L(0/2).dummy_2008 L(0/2).dummy_iraq L(0/2).r
> ealintererate, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      226
maximum lag: 3                                F( 34, 186) =     442.69
                                                Prob > F       =     0.0000
```

poi1price	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex						
---	-1.23886	.3343736	-3.71	0.000	-1.898512	-.579208
L1.	.0806785	.3082174	0.26	0.794	-.5273728	.6887297
L2.	-.2828423	.3115985	-0.91	0.365	-.8975639	.3318793
pdays						
---	-.0424145	.1857267	-0.23	0.820	-.4088162	.3239872
L1.	.0273404	.225916	0.12	0.904	-.4183467	.4730275
L2.	.3517999	.2547534	1.38	0.169	-.1507776	.8543774
prefinery						
---	.1513314	.2098105	0.72	0.472	-.2625829	.5652457
L1.	-.1593502	.1962014	-0.81	0.418	-.5464163	.2277159
L2.	.1968156	.2669934	0.74	0.462	-.3299091	.7235403
pfutures						
---	-.0011754	.0006841	-1.72	0.087	-.0025249	.0001741
L1.	-.0010414	.0005935	-1.75	0.081	-.0022122	.0001295
L2.	-.0001938	.0010634	-0.18	0.856	-.0022917	.0019041
popeccapac-y						
---	-.0259133	.0288633	-0.90	0.370	-.0828549	.0310283
L1.	-.0412686	.032587	-1.27	0.207	-.1055563	.023019
L2.	.0300986	.0380847	0.79	0.430	-.0450349	.1052322
wor1dgdpcch-e						
---	-.7198898	.5137443	-1.40	0.163	-1.733405	.2936251
L1.	-.7045598	.4880657	-1.44	0.151	-1.667416	.2582963
L2.	.4479514	.3051879	1.47	0.144	-.1541233	1.050026
popecquota						
---	-.1390193	.2162053	-0.64	0.521	-.5655492	.2875105
L1.	.0710843	.2105008	0.34	0.736	-.3441916	.4863603
L2.	.1531845	.2238347	0.68	0.495	-.2883967	.5947657
pworldrese-s						
---	.677019	1.839628	0.37	0.713	-2.952199	4.306237
L1.	12.87486	2.274285	5.66	0.000	8.388149	17.36157
L2.	-7.165502	2.224208	-3.22	0.002	-11.55342	-2.777584
prigs						
---	.0301508	.1605343	0.19	0.851	-.2865513	.3468529
L1.	-.3383646	.1823301	-1.86	0.065	-.6980654	.0213363
L2.	.0426063	.1577541	0.27	0.787	-.2686109	.3538236
dummy_2000						
---	-.2046115	.0342988	-5.97	0.000	-.2722762	-.1369469
L1.	-.0361417	.0324145	-1.11	0.266	-.100089	.0278056
L2.	.0156201	.0452777	0.34	0.730	-.0737037	.104944
dummy_2008						
---	-.1942425	.0494091	-3.93	0.000	-.2917167	-.0967682
L1.	.0245826	.104155	0.24	0.814	-.1808945	.2300596
L2.	.0408542	.0580311	0.70	0.482	-.0736295	.155338
dummy_iraq						
---	-.1697428	.0256168	-6.63	0.000	-.2202796	-.119206
L1.	-.038259	.0442594	-0.86	0.388	-.125574	.0490559
L2.	.1493811	.0367252	4.07	0.000	.0769295	.2218326
realintere-e						
---	-3.889853	.9813207	-3.96	0.000	-5.825802	-1.953903
L1.	3.600345	1.134886	3.17	0.002	1.361442	5.839247
L2.	.2989833	1.100396	0.27	0.786	-1.871878	2.469845
_cons						
	.0005876	.008548	0.07	0.945	-.0162758	.017451

Newey – West regresjonsanalyse, Hotellings regel med 3 lag

```
. newey poilprice L(0/3).pusdindex L(0/3).pdays L(0/3).prefinery L(0/3).pfutures L(0/3).popeccapacity L(0/3).worldgdpchan
> ge L(0/3).popecquota L(0/3).pworldreserves L(0/3).prigs L(0/3).dummy_2000 L(0/3).dummy_2008 L(0/3).dummy_iraq L(0/3).r
> ealinterestrate, lag(3)
```

```
Regression with Newey-West standard errors      Number of obs =      225
maximum lag: 3                                F( 45, 172) =    1419.86
                                                Prob > F       =      0.0000
```

poilprice	Coef.	Newey-West Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pusdindex						
---	-1.20796	.316354	-3.82	0.000	-1.832397	-.5835243
L1.	.1827979	.3115268	0.59	0.558	-.4321099	.7977057
L2.	-.4097858	.3245495	-1.26	0.208	-1.050399	.230827
L3.	-.0229849	.2724155	-0.08	0.933	-.5606929	.514723
pdays						
---	-.0574555	.2006993	-0.29	0.775	-.4536062	.3386952
L1.	.2382239	.2395875	0.99	0.321	-.2346864	.7111342
L2.	.7426704	.3062397	2.43	0.016	.1381985	1.347142
L3.	.414452	.2667582	1.55	0.122	-.1120893	.9409933
prefinery						
---	-.0040043	.203805	-0.02	0.984	-.4048552	.3968466
L1.	-.0395742	.240285	-0.16	0.869	-.5138613	.4347128
L2.	.2106321	.2388843	0.88	0.379	-.2608901	.6821544
L3.	.3919385	.2227839	1.76	0.080	-.047804	.8316811
pfutures						
---	-.0012149	.0008546	-1.42	0.157	-.0029016	.0004719
L1.	-.0010925	.0006304	-1.73	0.085	-.0023369	.0001518
L2.	.0002503	.0011633	0.22	0.830	-.0020458	.0025464
L3.	-.0020977	.0008973	-2.34	0.021	-.0038689	-.0003265
popeccapac-y						
---	-.0554284	.0325155	-1.70	0.090	-.1196092	.0087525
L1.	-.0585296	.0352083	-1.66	0.098	-.1280256	.0109664
L2.	-.0147448	.0388391	0.38	0.705	-.0619179	.0914075
L3.	-.0310688	.0366506	-0.85	0.398	-.1034117	.041274
worldgdpch-e						
---	-.8669466	.5101067	-1.70	0.091	-1.873822	.1399285
L1.	-1.226462	.5654233	-2.17	0.031	-2.342524	-.1104006
L2.	-.4345089	.5070788	-0.86	0.393	-1.435407	.5663896
L3.	-.2592176	.2976315	-0.87	0.385	-.8466981	.328263
popecquota						
---	-.2253524	.1848514	-1.22	0.224	-.5902217	.1395168
L1.	-.1745919	.232018	-0.75	0.453	-.6325611	.2833772
L2.	-.1034382	.2148288	0.48	0.631	-.3206021	.5274785
L3.	-.0089413	.1622844	-0.06	0.956	-.3292667	.3113841
pworldrese-s						
---	-.8175473	2.188103	-0.37	0.709	-5.136538	3.501444
L1.	13.50704	2.476023	5.46	0.000	8.619736	18.39434
L2.	1.832192	4.006063	0.46	0.648	-6.075185	9.739568
L3.	-9.901644	3.367847	-2.94	0.004	-16.54928	-3.254013
prigs						
---	.1238894	.1432043	0.87	0.388	-.1587746	.4065535
L1.	-.3476673	.1739583	-2.00	0.047	-.6910352	-.0042994
L2.	-.2350669	.1945019	1.21	0.228	-.148851	.6189848
L3.	-.0453583	.1722078	-0.26	0.793	-.3852711	.2945544
dummy_2000						
---	-.1847709	.0365592	-5.05	0.000	-.2569334	-.1126085
L1.	-.009123	.0407915	-0.22	0.823	-.0896395	.0713935
L2.	.0417613	.042613	0.98	0.328	-.0423504	.125873
L3.	-.0608668	.0416022	-1.46	0.145	-.1429835	.0212499
dummy_2008						
---	-.2233029	.0474108	-4.71	0.000	-.3168848	-.129721
L1.	.0631105	.0864774	0.73	0.467	-.1075832	.2338042
L2.	-.0097267	.0753942	-0.13	0.897	-.1585436	.1390902
L3.	.0778963	.0449537	1.73	0.085	-.0108356	.1666283
dummy_iraq						
---	-.1559592	.0293534	-5.31	0.000	-.2138984	-.0980199
L1.	-.0508586	.0415396	-1.22	0.222	-.1328517	.0311345
L2.	.1423538	.0425321	3.35	0.001	.0584017	.226306
L3.	.0562835	.0396562	1.42	0.158	-.021992	.134559
realintere-e						
---	-3.445174	.934628	-3.69	0.000	-5.289991	-1.600356
L1.	3.590164	1.153907	3.11	0.002	1.312523	5.867806
L2.	.4417579	1.171633	0.38	0.707	-1.870872	2.754388
L3.	-.5067125	.9301869	-0.54	0.587	-2.342764	1.329339
_cons	.00458	.008014	0.57	0.568	-.0112384	.0203984