



Universitetet  
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

## MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi	Vårsemesteret, 2016  Åpen
Forfatter: Einar Marvik	..... (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Atle Øglend Veileder(e): Atle Øglend	
Tittel på masteroppgaven: Sammenligning av forholdet mellom pris og lager av naturgass før og etter skifergassrevolusjonen	
Engelsk tittel: The relationship between price and inventory of natural gas before and after the U.S Shale Gas Revolution	
Studiepoeng: 30	
Emneord: <ul style="list-style-type: none"><li>• ”Theory of Storage” - Lagerteorien</li><li>• Termin- og spotmarked</li><li>• Skifergassrevolusjonen</li><li>• Basis</li></ul>	Sidetall: 67 + vedlegg/annet: 16  Stavanger, 14.06.2016



# Sammenligning av forholdet mellom pris og lager av naturgass før og etter skifergassrevolusjonen



---

Universitetet  
i Stavanger

Det teknisk-naturvitenskapelige fakultet  
Institutt for industriell økonomi, risikostyring og planlegging

Einar Marvik  
Juni 2016

# Forord

Oppgaven er skrevet som en avsluttende del av mitt mastergradsstudie i Industriell Økonomi ved Universitetet i Stavanger, våren 2016.

En kombinasjon av bachelorgrad i Petroleumsteknologi, også gjennomført ved Universitetet i Stavanger, sammen med emner de siste to årene innen Industriell Økonomi, har dannet grunnlaget for mitt valg av masteroppgave.

Gjennom arbeidet med oppgaven har jeg fått en bedre innsikt i råvaremarkeder. Dynamikken mellom pris og lagernivå og hvordan aktører i markedene forholder seg til dette, er blant annet noe oppgaven har gitt meg en dypere innsikt i. I tillegg har oppgaven gitt meg muligheten til å kunne se teori i praksis gjennom et reelt råvaremarked; naturgassmarkedet i USA.

Jeg vil gjerne takke min veileder ved Universitetet i Stavanger, Atle Øglend, for god hjelp og gode innspill til oppgaven underveis.

Einar Marvik  
14. juni 2016

# Sammendrag

Skifergassrevolusjonen betegner oppblomstringen i produksjon av gass i USA rundt 2007 og 2008. Kombinasjon av to typer teknologi var hovedårsaken til oppblomstringen. Kombinasjonen av teknologiene hydraulisk frakturering og horisontal boring viste seg å være utslagsgivende for hendelsen. Dette førte til en økonomisk lønnsom metode for å kunne utvinne ukonvensjonell gass; blant annet skifergass. Studier viser at effekten av skifergassrevolusjonen først ble merkbar i markedet årene etter 2009, da en tidligere observert kobling mellom gass- og oljeprisene ble redusert.

Masteroppgaven studerer effekten av skifergassrevolusjonen på gassmarkedet i USA; nærmere bestemt undersøker hvilken påvirkning oppblomstringen har hatt på forholdet mellom lager og pris. Oppgaven er en direkte sammenligning av en periode før og etter 2009; perioden januar 1997 til desember 2008 og januar 2009 til desember 2015.

Analysene gjennomføres ved bruk av det statistiske verktøyet lineær regresjonsanalyse. Regresjonsanalysene gjennomføres slik at effekten av lageret på prisen kan studeres og sammenlignes. Lagervariabelen defineres som avvik fra gjennomsnittlig lagernivå, hvilket vil si avvik fra regulære sesongvariasjoner. Analysene er todelt, hvor fokuset ligger både på spot- og terminmarkedet. En del av det teoretiske grunnlaget bak analysene er lagerteorien, som blant annet beskriver forholdet mellom spot- og terminpriser og lagernivå.

Opgaven finner antydninger til at prisene i gassmarkedet i USA ble betydelig mindre påvirket av avvik fra gjennomsnittlig lagernivå etter 2009. Basert på kvalitative og kvantitative analyser ble det funnet at reaksjonene til spotprisen på avvik i lagernivået var tilsynelatende betraktelig redusert. Basisen, differansen mellom termin- og spotpris viser også å være redusert i etterkant av 2009. Dette betyr blant annet mer sammenfallende termin- og spotpris. Effekten av avvik i lagernivået er langt større før 2009. Oppgaven finner blant annet antydninger til at markedet var i contango før 2009, hvilket vil si at markedet hadde forventninger om en fremtidig økende pris til naturgass. Resultatene er i samsvar med hvordan markedet før 2009 var preget av en lavere produksjon og tilgjengelighet av gass på lager, kontra etter skifergassrevolusjonen.

En lavere effekt på basisen etter 2009 indikerer markedets fremtidige forventninger av spotprisen, terminprisen, til å være relativ lik spotpris ved kontraktinngåelsen. Selv om markedet hadde avvik fra gjennomsnittlig lagernivå etter 2009, ble basisen værende relativ stabil, grunnet lavere reaksjon i spotpris. Disse forventningene kan kanskje begrunnes med en stadig større tilgjengelighet av gass på markedet, og bedre utsikter for produsentene og forbrukerne av naturgass.

# Innholdsfortegnelse

	Side
<b>Forord</b>	<b>i</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>ii</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>iii</b>
<b>Figurliste</b>	<b>v</b>
<b>Tabelliste</b>	<b>vi</b>
<b>Nomenklatur</b>	<b>vii</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 Skifergassrevolusjonen . . . . .	1
1.2 Problemstilling . . . . .	2
<b>2 Naturgass</b>	<b>3</b>
2.1 Utvinning av naturgass . . . . .	3
2.2 Naturgass i USA . . . . .	4
2.2.1 Produksjon . . . . .	4
2.2.2 Distribusjonssystem . . . . .	6
2.2.3 Lagring . . . . .	7
2.3 Forbruk og etterspørsel . . . . .	8
<b>3 Teori</b>	<b>9</b>
3.1 Begrepet råvare . . . . .	9
3.2 Spotmarkedet . . . . .	10
3.3 Terminmarkedet . . . . .	10
3.3.1 Terminpris . . . . .	11
3.4 Sammenheng mellom spot- og terminpris . . . . .	11
3.4.1 Basis . . . . .	12
3.4.2 Basisrisiko . . . . .	12
3.4.3 Risikopremie . . . . .	13
3.4.4 Contango og Backwardation . . . . .	13
3.5 Lagerteorien . . . . .	14
3.5.1 Grunnlag . . . . .	14
3.5.2 Beileighetsavkastning . . . . .	15
3.5.3 Markedslikevekt med lager . . . . .	16
3.6 Råvaremarkedet og lagerhold . . . . .	17
3.6.1 Lagernivå og basis . . . . .	17
3.6.2 Lagernivå og prisvolatilitet . . . . .	18

<b>4</b>	<b>Metode</b>	<b>19</b>
4.1	Datagrunnlag . . . . .	19
4.2	Lineær regresjonsanalyse . . . . .	20
4.2.1	Tidsserie- og tverrsnittsdata . . . . .	20
4.2.2	Enkel og multipl regressjonsanalyse . . . . .	20
4.3	Gjennomføring av regresjonsanalyse . . . . .	21
4.3.1	Prinsipp . . . . .	21
4.3.2	Forutsetninger . . . . .	21
4.3.3	Regresjonsstatistikk . . . . .	22
4.3.4	Dummyvariabler . . . . .	22
4.3.5	Ikke-lineært forhold . . . . .	23
4.3.6	Oppsummering . . . . .	24
4.4	Prisvolatilitet og korrelasjonskoeffisient . . . . .	25
4.4.1	Prisvolatilitet . . . . .	25
4.4.2	Pearsons korrelasjonskoeffisient . . . . .	25
<b>5</b>	<b>Resultat og diskusjon</b>	<b>26</b>
5.1	Naturgasslager . . . . .	26
5.1.1	Lagernivåmålinger av naturgass . . . . .	26
5.1.2	Sesong- og trendjustering av lagernivåmålingene . . . . .	28
5.1.3	Påvirkning av økt produksjon på lagernivået . . . . .	30
5.2	Spotmarkedet og lagernivå . . . . .	31
5.2.1	Historisk spotpris og justert lagernivå . . . . .	31
5.2.2	Prisvolatilitet og lagernivå . . . . .	35
5.2.3	Korrelasjonskoeffisient . . . . .	38
5.2.4	Regresjonsanalyse av spotmarkedet . . . . .	39
5.3	Terminmarkedet . . . . .	41
5.3.1	Oversikt over basisene . . . . .	41
5.3.1.1	Visuell fremstilling av basis 1-4, 1997-2008 . . . . .	44
5.3.1.2	Visuell fremstilling av basis 1-4, 2009-2015 . . . . .	45
5.3.2	Regresjonsanalyse av basis . . . . .	46
5.3.2.1	Valg av regresjonsmodell . . . . .	46
5.3.2.2	Analyse av basis i perioden 1997-2008 . . . . .	48
5.3.2.3	Analyse av basis i perioden 2009-2015 . . . . .	49
5.3.3	Marginal effekt . . . . .	51
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>53</b>
	<b>Referanseliste</b>	<b>55</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>57</b>
<b>A</b>	<b>Regresjonsstatistikker</b>	<b>58</b>

# Figurliste

2.1	Ukonvensjonelle og konvensjonelle naturgassforekomster. . . . .	4
2.2	Historisk fremstilling av årlig produksjon av gass fordelt på lokasjon . . . . .	5
2.3	Historisk oversikt over årlig produksjon av naturgass fordelt på resevoartype . . . . .	5
2.4	Distribusjonsnettverk for naturgass i USA . . . . .	6
2.5	Gassforbruk i 2015 fordelt på sektor . . . . .	8
3.1	Marginal beleilighetsavkastning og lagernivå . . . . .	15
3.2	Visuell fremstilling av lagring av enheter mellom perioder . . . . .	16
3.3	Forhold mellom lagernivå og basis . . . . .	17
4.1	Plot av funksjonen: $y = \ln x$ . . . . .	23
5.1	Historisk lagermålinger og totalforbruk av naturgass i USA . . . . .	27
5.2	Sesong- og trendjusterte lagernivåmålinger . . . . .	30
5.3	Spotpris og justert lagernivå før 2009 . . . . .	32
5.4	Spotpris og justert lagernivå etter 2009 . . . . .	33
5.5	Historisk månedlig prisvolatilitet til naturgass . . . . .	36
5.6	Historisk oversikt over basisene før 2009 . . . . .	44
5.7	Historisk oversikt over basisene etter 2009 . . . . .	45
5.8	Visuell fremstilling av størrelsen på estimer av parameteren $\beta_{lager}$ . . . . .	50
5.9	Marginal effekt til $r(L)$ på basis, 1997-2008 . . . . .	52
5.10	Marginal effekt til $r(L)$ på basis, 2009-2015 . . . . .	52



# Tabelliste

5.1	Sesong- og trendjustering av lagernivåmålinger . . . . .	29
5.2	Regresjonsanalyse av lagernivå og produksjonsdata . . . . .	30
5.3	Regresjonsanalyse av prisvolatilitet mot lagernivå . . . . .	37
5.4	Korrelasjon mellom spotpris og justert lagernivå . . . . .	38
5.5	Regresjonsanalyse av spotpris . . . . .	39
5.6	Estimerte standardavvik til basisene . . . . .	42
5.7	Contango og backwardation i gassmarkedet . . . . .	42
5.8	Regresjonsresultater fra analyse av basisene før 2009 . . . . .	48
5.9	Regresjonsresultater fra analyse av basisene etter 2009 . . . . .	49

# Nomenklatur

## Forkortelser

US EIA	U.S Energy Information Administration
bcf	Milliarder kubikkfot gass
tcf	Billioner kubikkfot gass

## Symboler

$S$	Spotpris
$F$	Terminpris
$B$	Basis (F - S)
$r$	Risikopremie
$R_{t,T}$	Rentekostnad fra t til T
$M_{t,T}$	Marginal lagringskostnad fra t til T
$L$	Lagervariabel
$T$	Lineær trendvariabel
$\beta_{variabel}$	Tilhørende parameter for gitt nedfelt variabel
$Uke_1 \dots Uke_{51}$	Ukentlige dummyvariabler
$D_1 \dots D_{51}$	Tilhørende parametre til ukentlige dummyvariabler
$jan \dots nov$	Månedlige dummyvariabler
$M_1 \dots M_{11}$	Tilhørende parametre til månedlige dummyvariabler
$r(L)$	Lager-ratio



# Kapittel 1

## Innledning

### 1.1 Skifergassrevolusjonen

Skifergassrevolusjonen betegner oppblomstringen i produksjon av naturgass i USA i årene etter 2007. Oppblomstringen skyldtes produksjon av skifergass og medførte store ringvirkninger i naturgassmarkedet i USA; en overflod av gass og et kraftig fall i prisnivået.

Opptakten til skifergassrevolusjonen kan trekkes tilbake til tidlig 1980-tallet. George P. Mitchell, en uavhengig energiprodusent i Houston, investerte da i forskning relatert til hvordan naturgass fanget i skifer kunne produseres effektivt. På slutten av 1990-tallet viste investeringene å være lønnsomme, da en variant av teknikken kalt hydraulisk frakturering viste å være en kostnadseffektiv løsning på problemet. I 2002 ble selskapet til George P. Mitchell kjøpt opp av Devon Energy, et selskap med spesialisering innen horisontal boring. Kombinasjonen av hydraulisk frakturering og horisontal boring viste seg å være et kritisk element for at skifergassrevolusjonen senere fant sted. Horisontal boring åpnet blant annet opp for en bedre utnyttelse av reservoarene. USA var i disse tider preget av en nedgangstid i gassproduksjonen og med et fokus på å måtte importere gass fra andre nasjoner for å opprettholde etterspørselen. Fra 2007 til 2008 startet gassproduksjonen i USA å øke igjen. Dette ble et signal til andre selskaper, som også fikk øynene opp for den nye teknologien, og som satset på utvinning av skifergass (Yergin, 2011).

Oglend et al. (2015) finner at en tidligere kobling mellom olje- og naturgassprisene i USA ble mindre markant etter 2009. Økningen i produksjon av skifergass tyder på å ha vært tilstrekkelig til å kunne skifte dette forholdet, slik at styrken på koblingen ble betydelig redusert. Erdős (2012) gjør tilsvarende vurderinger av gassmarkedet i England til å fortsatt koblet mot oljeprisen, samtidig som en sterk avkobling mellom olje- og gassprisene i USA etter 2009. Reduksjonen i koblingen mellom naturgass og olje, tyder på at effekten av skifergassrevolusjonen først ble fremtredende i markedet i 2009. Funn i overnevnte artikler, skaper dermed basisen for denne oppgaven, hvor 2009 velges til å skille periodene før og etter skifergassrevolusjonen.

Investeringer i olje- og gassinfrastruktur i USA har hatt en vesentlig økning som følge av skifergassproduksjon. For å tallfeste oppblomstringen viser estimer gjennomført av IHS viser en økning i direkte investeringer i infrastruktur å ha økt fra 56.3 milliarder dollar i 2010 til 89.6 milliarder dollar i 2013. Denne økningen viser hvordan skifergassen har bidratt til å endre naturgassmarkedet i USA. Investeringene omhandler alle områder i prosessering av gass. Produksjon, prosessering, transport og lagring. Etter 2009 har lagringskapasiteten for gass i USA økt fra 500 til 9100 milliarder kubikkfot (IHS Global Inc., 2013)

## 1.2 Problemstilling

Målet med oppgaven er å undersøke hvordan skifergassrevolusjonen har påvirket naturgassmarkedet i USA; nærmere bestemt påvirkningen på forholdet mellom pris og lager. Økt gassproduksjon, økte lagernivå og et redusert prisnivå er indikasjoner på et skifte i naturgassmarkedet i USA. Dette skaper motivasjonen for å valgt tittel og tema på oppgaven.

Tittelen på oppgaven er som følger:

*Sammenligning av forholdet mellom pris og lager av naturgass  
før og etter skifergassrevolusjonen*

Det teoretiske grunnlaget for gjennomføring av oppgaven er lagerteorien. I engelsk litteratur omtales gjerne lagerteorien som “Theory of storage”. Lagerteorien forklarer sammenhengen mellom pris og lager av råvarer. Lagerteorien kobler sammen spot- og terminmarkedet, og vil kunne gi innsikt i forhold til tolkning av naturgassmarkedet. Lagerteorien, i tillegg til andre uttrykk, vil presenteres i Kapittel 3.

Valgt metode er det statistiske verktøyet regresjonsanalyse. Regresjonsanalyse vurderer hvorvidt en statistisk sammenheng mellom variabler er tilstede. I denne sammenhengen vil eksempelvis sammenhengen mellom lager og pris undersøkes. Bakgrunnen for dette valget er at denne metoden vil presentere resultatene på en enkel måte, og tolkningen av resultatene vil enkelt kunne avdekke forskjeller. Prinsippene bak regresjonanalyse presenteres i Kapittel 4.

Fremgangsmåten for gjennomføring av sammenligningen er å dele tilgjengelig data inn i to perioder; en periode før og en etter skifergassrevolusjonen. Analyser gjennomføres dermed for hver periodes respektive data, og sammenlignes i etterkant. 2009 velges som overgang mellom periodene, og begrunnes med overnevnt avkobling mellom naturgass- og oljeprisene samme år. Periodene blir dermed som følger:

1. Før skifergassrevolusjonen – **Januar 1997 – desember 2008**

Videre også omtalt som “*Før 2009*” eller “*1997–2008*”

2. Etter skifergassrevolusjonen – **Januar 2009 – desember 2015**

Videre også omtalt som “*Etter 2009*” eller “*2009–2015*”

Opgaven er begrenset til naturgassmarkedet i USA. Det vil ikke være fokus på tall relatert til eksport og import av gass. Hovedfokuset vil være på vurdering av sammenhengen mellom pris og lager. Da prisvariabelen kan være påvirket av flere andre utenforliggende faktorer, vill sannsynligvis ikke analysene og resultatene i denne oppgaven produsere perfekte modeller av lager- og prisdynamikken til naturgass i USA. Resultatene vil kun brukes til å beskrive tilsynelatende tendenser i dynamikken karakteristisk for hver periode, som videre brukes til sammenligning. Vekting av resultater vurderes fortløpende gjennom oppgaven.

# Kapittel 2

## Naturgass

Naturgass er en luktfri, brennbar gass bestående av ulike komponenter av hydrokarboner. Gassforekomstene i dag stammer fra millioner av år med nedbrytning og omdanning av organisk materiale. Naturgass i sitt opprinnelige format har flere bruksområder; eksempelvis, men ikke begrenset til, oppvarming, drivstoff, industri og produksjon av elektrisitet.

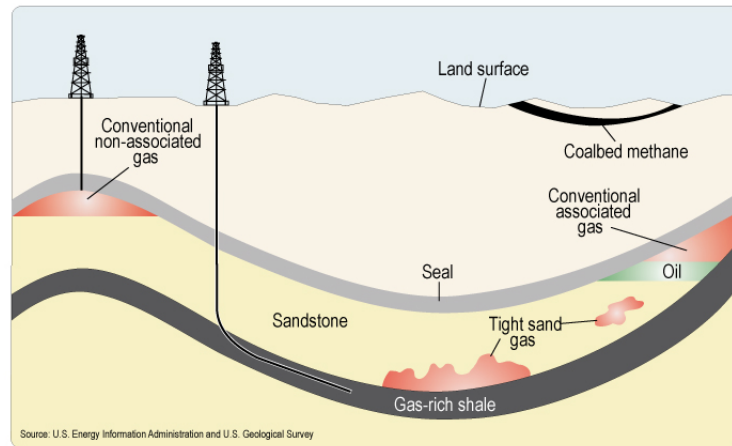
### 2.1 Utvinning av naturgass

Naturgassforekomster kan klassifiseres etter hvor den akkumuleres og er lokalisert. Konvensjonell gass kjennetegnes ved at den migrerer opp fra kildebergarten og stoppes av et ugjennomtrengelig lag. Bergarten under dette laget har ofte høy permeabilitet og porøsitet, eksempelvis sandstein. Konvensjonell gass kan utvinnes ved bruk av standardbrønner, og kan forholdsvis lett produseres da naturgassen i reservoaret strømmer lett inn mot brønnbannen.

Ukonvensjonell naturgass krever derimot en annen tilnærming i forhold til utvinning. Ukonvensjonelle naturgassforekomster kan være lokalisert i skiferstein, det vil si i selve kildebergarten, i tett sand eller i et lag med kull. Felles for disse bergartene er at alle relativt lav lav permeabilitet og porøsitet i forhold til sandstein; hvilket fører til at naturgassen ikke strømmer like lett som konvensjonell gass.

Å produsere fra ukonvensjonelle gassreservoar må det genereres ”passasjer” fra brønnbanen og utover i formasjonen. Disse passasjene hjelper naturgassen å kunne forflytte seg i en i utgangspunktet lavpermeabel formasjon. En vanlig metode for å produsere slike passasjer kalles hydraulisk frakturering (”fracking”). Fremgangsmåten ved en slik prosess er at væske pumpes ned i brønnen helt til trykket blir høyt nok til at formasjonen sprekker; frakturerer. Partikler tilsettes væsken slik at frakturene holder seg åpne når trykket igjen avtar. I tillegg borres produksjonsbrønnene horisontalt, for å redusere antall brønner. Ved å bore horisontalt gjennom reservoaret kan et mye større areal av kildebergarten dekkes, i motsetning til en horisontal brønn, noe som kan være tilstrekkelig for konvensjonell naturgass (Alberta Energy Regulator, n.d.).

Figur 2.1 viser ulike typer naturgassforekomster, med tilhørende brønner. Første brønn fra venstre er en enkel produksjonsbrønn gjennom et ugjennomtrengelig lag, som utvinnes en konvensjonell naturgassforekomst. Neste brønn til høyre viser produksjon fra skiferstein. Brønnen entrer skiferlaget, og trenger horisontalt gjennom formasjonen. I tillegg kan eksempler på naturgass lokalisert i tett sandstein, samt i et kullag, ses øverst til høyre i figuren.



**Figur 2.1:** Ukonvensjonelle og konvensjonell naturgassforekomster. Hentet fra: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=110>. [Nedlastet: 30.01.2016]

## 2.2 Naturgass i USA

I 2013 estimerte U.S. Energy Information Administration (EIA) gjenværende utvinnbar naturgass på amerikansk jord til være cirka 2276 billioner kubikkfot. Satt i perspektiv vil disse mengdene kunne forsyne USA med gass 84 år fremover i tid (anslag på forbruk gjennomført i 2013) (US Energy Information Administration, 2015b).

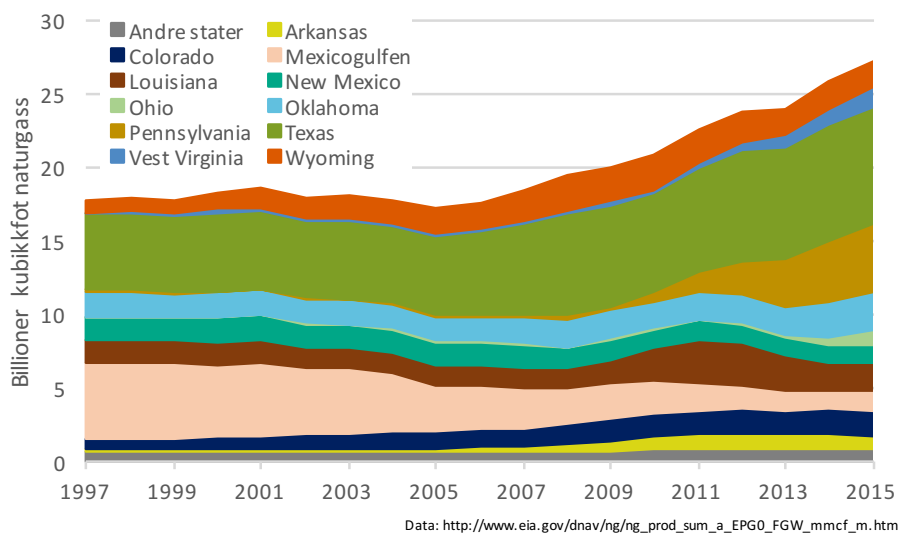
En milliard kubikkfot gass er nok til å kunne møte etterspørselen til 13-14 tusen amerikanske hjem i ett helt år, gitt at et gjennomsnittlig amerikansk hjem forbruker 196 kubikkfot naturgass per dag (American Gas Association, 2016).

### 2.2.1 Produksjon

Produksjon av gass foregår i store deler av USA, hvor enkelte stater nødvendigvis bidrar mer til totalproduksjonen enn andre. En oversikt over produksjon av naturgass fordelt på stater er illustrert i Figur 2.2. Produksjonstallene av gass er basert på markedsførte produksjonstall rapportert av EIA, hvilket vil si at tallene er gassen som er tilgjengelig til forbrukere på markedet. Markedsført gass er med andre ord brutto produksjon minus gass brukt til reinjisering, faking og ikke-hydrokarbongasser.

Figur 2.2 viser markedsført produksjon fordelt på de mest produserende statene i USA. En siste kategori, andre stater, inkluderer alle stater med svært lav produksjon. Fremstillingen viser blant annet hvordan produksjonen i Texas spiller en stor rolle for produksjonen av gass i USA. Texas stod for en stor andel av produksjonen før 2009, men enda større etter 2009, noe som indikerer påvirkningen av skifergass. Produksjonstallene i Pennsylvania viser også samme tendens, hvor det var en betraktelig økning i produksjonen etter 2009. Tilsvarende observasjoner kan gjøres av tallene for andre stater, men disse er ikke like signifikante og fremtredende. Blant annet viser det en økning i Arkansas, Vest Virginia og Ohio.

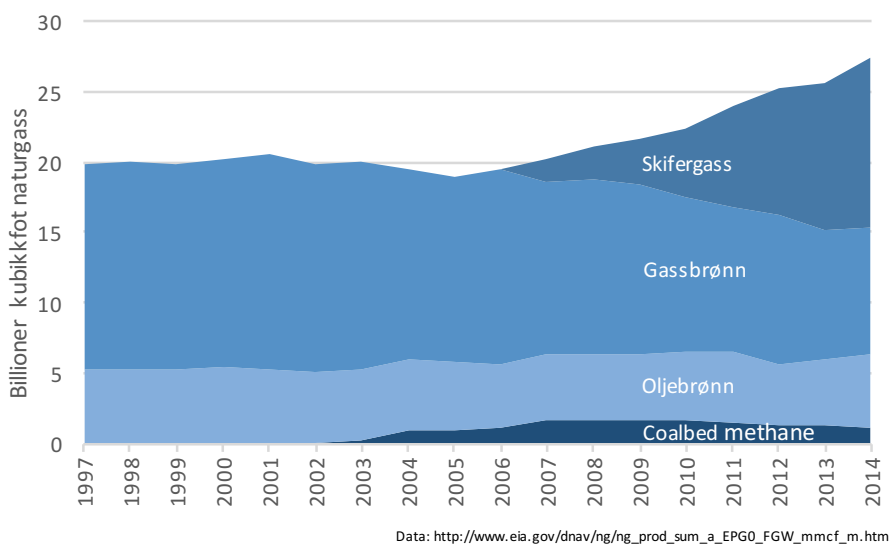
Årlig produksjon for 2015 er kun basert på estimater utført av EIA, og de korrekte tallene vil ikke være klare før i tredje kvartal 2016. Men estimatene viser at produksjonen ligger på opp mot 27 billioner kubikkfot med gass.



**Figur 2.2:** Historisk oversikt over årlig produksjon av gass i USA fordelt på lokasjon.

En annen vinkling og inndeling av historisk produsert naturgass i USA viser hvordan produksjon av skifergass har bidratt stort til økningen av gassproduksjon i USA, og gir et inntrykk til hvorfor det er blitt valgt å kalle det skifergassrevolusjonen. Figur 2.3 viser årlig produksjon av naturgass fordelt på hvor den har blitt produsert fra. Gassbrønn betyr produsert gass fra konvensjonelle gassbrønner, oljebrønn betyr naturgass produsert som en del av oljen, skifergass fra skifer og methane coalbed er produsert fra kullag.

Tallene i Figur 2.3 fraviker delvis fra Figur 2.2, spesielt før 2006, grunnet endringer i hvordan produksjonstall ble rapportert. Avvikene er såpass små at de anses som neglisjerbare i denne sammenhengen, da formålet er å gi et innblikk i produksjon av naturgass i USA.



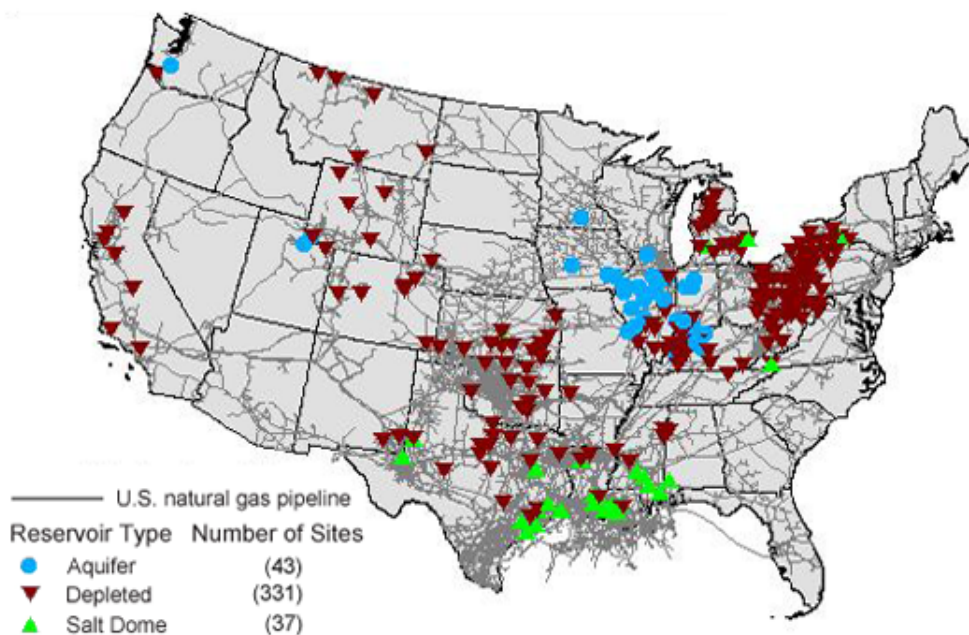
**Figur 2.3:** Historisk oversikt over årlig produksjon av naturgass fordelt på resevoartype.



## 2.2.2 Distribusjonssystem

Et omfattende distribusjonsnett kobler sammen gassproduksjonsområder, lagringsenheter og forbrukere av gass rundt om i USA (US Energy Information Administration, 2007). Nettverket består av nærmere 480 tusen kilometer med rørledninger, både hovedlinjer på kryss av statene, men også mindre rørdning inn til forbrukerområder.

Figur 2.4 viser hvordan hovedrørene i distribusjonsnettverket dekker stort sett hele USA. Store deler av nettverket finner sted i Texas og Louisiana, grunnet høy produksjon av gass i disse statene. Røde, blå og grønne trekkanter indikerer hvor naturgasslagerene er plassert, og vil forøvrig forklares nærmere i avsnitt 2.2.3.



**Figur 2.4:** Distribusjonsnett for naturgass i USA. Hentet fra: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=6230> [dato: 24.05.2016]

Rørene på kryss av statene har høy kapasitet. Noen av rørene med høyest kapasitet leverer gass fra statene med høyest produksjon, nemlig som nevnt Texas. I dag er alle amerikanske storbyer supplert med en eller flere av hovedrørene i distribusjonsnettverket. Cirka 29 prosent av total rørlengde i USA er forgreininger av rør innad i stater, som forsyner mindre byer og tettsteder med gass.

Integrering av lagringsenheter i distribusjonsnettverket innebærer at transporten av gass i rørene ikke kun er allerede produsert gass, men også tidligere produsert gass. Lagring er en nødvendig komponent da det bidrar til muligheter for leverandørene å kunne levere gass i tider med høy etterspørsel, eksempelvis vinterstid. Midlertidige lagringsenheter tas også i bruk som et supplement ved de tidspunktene hvor etterspørselen er veldig stor. Lagringsenheter er av denne grunn plassert strategisk til, ofte nærme store byer i USA.

### 2.2.3 Lagring

Naturgass kan lagres i ulike lagringsenheter; for eksempel:

- Naturlige ferdigproduserte gass- eller oljereservoar
- Naturlige akvifer
- Saltgruver

Fordeling og hvor de ulike lagringsenhetene er plassert i USA vises i Figur 2.4. Det er tydelig at mest brukt lagringsenhet er ferdigproduserte olje- eller gassreservoar. Disse er vist på kartet med røde trekkanter. Naturlige akvifer og saltgruver er markert med henholdsvis blå sirkler og grønne trekkanter.

Hver lagringsenhet har karakteristiske trekk i forhold til materielle egenskaper som porøsitet og permeabilitet, men også i forhold til et økonomisk perspektiv, som vedlikeholdskostnader, lagringskapasitet og uttaksrate. Total lagringskapasitet avhenger av lagringsenhet og lokasjon. I hvert enhet er det en total volum av naturgass. Totalvolumet er vanlig å dele inn i ytterligere komponenter, nemlig basegass og bruksgass (US Energy Information Administration, 2015a).

- **Basegass** – Volum av naturgass nødvendig for å opprettholde tilstrekkelig trykk for å kunne oppnå ønskede uttaksrater.
- **Bruksgass** – Volum av naturgass over basegassen, som er tilgjengelig for uttak til markedet.

Ligning 2.1 viser relasjonen for totalvolum av naturgass beskrevet ovenfor. Bruksgassdelen er av interesse for denne oppgavens analyser av naturgassmarkedet, da det er denne som er tilgjengelig for markedets forbrukere.

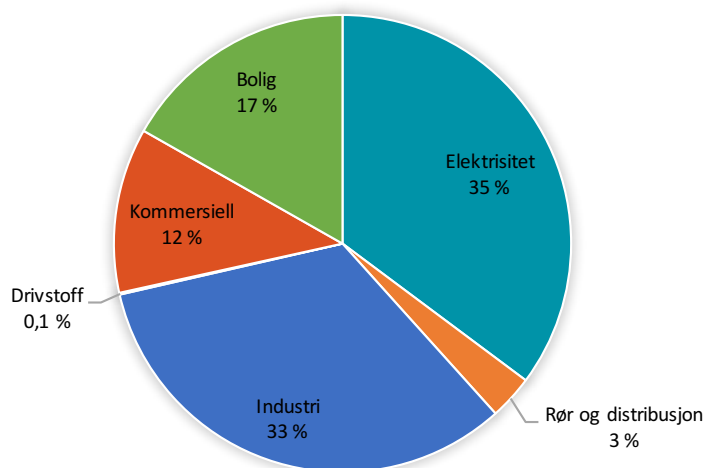
$$\text{Totalt gassvolum på lager} = \text{Basegass} + \text{Bruksgass} \quad (2.1)$$

## 2.3 Forbruk og etterspørsel

Naturgass er en sentral kilde til energi i USA, og stod blant annet for cirka 28 prosent av USAs totale energiforbruk i 2014. Bruksområdene til naturgass er mangfoldige. Gass kan brukes til blant annet produksjon av eksempelvis glass, papir og stål. Gass brukes også som råmateriale i produkter, som maling, gjødsel, medisiner eller plastikk. Gass er også en sentral kilde til oppvarming blant amerikanske husstander, i tillegg til matlaging, belysning og oppvarming av vann (US Energy Information Administration, 2015c).

Oppvarming spiller en sentral rolle i sesongvariasjonene til totalforbruket av naturgass, og følgelig lagernivåmålingene. Sesongvariasjonene vil komme tydelig frem i presentasjonen av totalforbruk av naturgass senere i oppgaven.

Figur 2.5 viser totalforbruk av naturgass i USA i 2015 fordelt på sektor. Tre hovedforbrukere er produsenter av elektrisitet, industri og boliger. Kommersiell sektor, hvor hotell, restauranter, butikker og statlige bygninger inngår, har også et relativt stort forbruk av gass. Kategorien rør og distribusjon dekker drivstoff og forbruk av i hovedsak kompressorer og prosesseringsanlegg av naturgass. Drivstoff for biler står bare for en liten del av totalforbruket.



Basert på data fra: [http://www.eia.gov/dnav/ng/ng\\_cons\\_sum\\_dcu\\_nus\\_m.htm](http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_cons_sum_dcu_nus_m.htm)

**Figur 2.5:** Forbruk av gass i USA i 2015 fordelt på sektor.

# Kapittel 3

## Teori

“Theory of storage“, videre omtalt som lagerteorien, beskriver relasjonen mellom spot- og terminpris og lagerhold til en råvare. Følgende kapittel vil legge frem lagerteorien til et nivå nødvendig for oppgavens analyse og problemstilling. En forståelse av termin- og spotmarkedet, og dets sammenheng, er en fundamental del for forståelse av lagerteorien, og vil av den grunn legges frem som en innledende del før presentasjon av lagerteorien i Kapittel 3.5.

### 3.1 Begrepet råvare

En råvare er en enkel gode som brukes som innsatsfaktor i produksjon av andre goder og eller produkter (Store Norsk Leksikon, 2009). Mulig kategorisering av en råvare er om den er lagringsbar og fornybar. Eksempler på fornybare råvarer er jordbruksprodukter, hvor produktene plantes og høstes på sesongbasis. Ikke-fornybare råvarer kan være hydrokarboner som naturgass og olje.

En vanlig klassifisering av råvarer er i hvilken grad den er lagringsbar, da dette spiller stor rolle i forhold til prisoppførselen i råvaremarkedet. En råvare er lagringsbar dersom den ikke forvitrer gjennom lagringsprosessen, og lagringskostnaden er lav sett i sammenheng med verdien på råvaren. Eksempler på lagringsbare råvarer er metaller, olje og naturgass. Ikke-lagringsbare råvarer er kun mulige å lagre til en viss grad, og forvitrer over lengre tid. Eksempler på ikke-lagringsbare råvarer er buskap og jordbruksprodukter. Produkter fra jordbruk er kun lagringsbar en stund, mister kvalitet gjennom forråtnelsesprosessen. Buskap krever i tillegg kontinuerlig mattilførsel, og gir kun fortjeneste i en viss fase av syklusen (Fabozzi et al., 2008, s. 6-7).

Handel av råvarer foregår på egne markeder. Et viktig kjennetegn ved et råvaremarked er stor grad av prisvolatilitet. Påvirkningsfaktorene som skaper denne prisvolatiliteten vil være avhengig av type råvare. To typer råvaremarkeder som vil være i fokus i denne oppgaven er spotmarkedet og terminmarkedet til naturgass.

## 3.2 Spotmarkedet

Spotmarkedet og terminmarkedet er i utgangspunktet to ulike, men samtidig relaterte markeder. I engelsk litteratur omtales spotmarkedet ofte som “Cash market“.

Spotmarkedet er et marked for kjøp og salg med snarlig eller umiddelbar levering. Inngåtte avtaler om kjøp eller salg i dette markedet er aktive med en gang.

Spotpris er definisjonen på pris i spotmarkedet. Spotpris ved tidspunkt  $t$ ,  $S_t$ , er prisen for en gitt råvare med kort tid til eller umiddelbar levering. Spotpris reflekterer prisen på en individuell mengde av en råve med hensyn på egenskaper, som kvalitet og lokasjon. Disse egenskapene er relatert til hver enkelt transaksjon, slik at det kan oppstå avvik i lokal individuell spotpris i forhold til markedsprisen, dersom den aktuelle råvaren som selges er av forskjellig kvalitet (Tomek and Kaiser, 2014, s.224, 246).

Med utgangspunkt i avsnitt over, kan lokalisert spotpris for en enkelt handel,  $\tilde{S}_t$ , skrives ved hjelp av Ligning 3.1.  $\epsilon_t$  er et usikkerhetsledd som svarer til endring i kvalitet.

$$\tilde{S}_t = S_t + \epsilon_t \quad (3.1)$$

## 3.3 Terminmarkedet

Terminmarkedet håndterer kjøp og salg av forpliktelser til å motta og levere en råvare på et fremtidig gitt tidspunkt og lokasjon. Terminmarkedet kalles “Futures market“ i engelsk litteratur. Det finansielle redskapet for terminmarkedet er terminkontrakter. En terminkontrakt forplikter en kjøper (selger) til å kjøpe (selge) en gitt mengde råvare for levering på et gitt tidspunkt i fremtiden. Kontraktene er formelle og standardiserte, og inngås på såkalte “futures exchanges“.

Det er vanlig å dele deltakerne i terminmarkedet inn i to grupper; spekulanter og “hedgere“.

“Hedgere“ benytter terminmarkedet til redusere risiko knyttet til fremtidige prisendringer; de ønsker å sikre sin posisjon i markedet. Risikoen reduseres ved at terminkontraktene utligner endringene i spotpris. En produsent, selger av råvaren, ønsker i hovedsak å redusere risiko ved å inngå kontrakter med råvarer de produserer. Et godt eksempel er en jordbruker som selger terminkontrakter for levering av hvete et par måneder frem i tid. Når jordbrukeren selger kornet på spotmarkedet frem i tid, kan jordbrukeren kjøpe tilsvarende terminkontrakter. Dersom prisen på hvete gjennom tiden har gått opp, vil kjøp av nye terminkontrakter utligne tapet i spotmarkedet. Dette er et resultat av at termin og spot pris er positivt korrelert. Tilsvarende, dersom prisen på hvete er gått ned, vil fortjenesten i spotmarkedet utlignes av tapet i terminmarkedet.

For en forbruker, gjelder samme prinsipp. En forbruker, med et fremtidig behov og som ønsker å redusere risiko knyttet til prisendringer, kan kjøpe en terminkontrakt for levering ved det aktuelle tidspunktet. Når forbrukeren da når dette tidspunktet, kjøpes råvaren på spotmarkedet, og terminkontrakten selges til daværende terminpris. Som for produsenten ovenfor, vil et tap eller en gevinst i spotmarkedet utlignes i terminmarkedet.

Andre deltakere i terminmarkedet kan kalles spekulanter. Motivasjonen og målsetningen for spekulanter er å oppnå profit fra deltakelse i terminmarkedet; det vil si kjøp og salg av terminkontrakter (Tomek and Kaiser, 2014, s.246–254).

### 3.3.1 Terminpris

Terminpris verdsetter terminkontrakten (Tomek and Kaiser, 2014, s.255–256). Fluktuasjoner i terminprisene er et resultat av stadig ny tilgang på informasjon om markedet; for eksempel indikasjoner på fremtidig knapphet på en råvare. Oppsummert viser Ligning 3.2 at dagens terminpris  $F_t$  av en terminkontrakt for levering ved tidspunkt  $t$ , er en forventning av fremtidig pris ved tidspunkt  $T$ ,  $F_T$ , betinget av daværende tilgjengelig informasjon  $I_t$ .

$$F_t = E[F_T | I_t] \quad (3.2)$$

Terminpris ved forfallsdato av en terminkontrakt skal, i teorien, tilsvare spotpris,  $S_T$ , ved tidspunkt  $T$  for levering av samme råvare av tilsvarende kvalitet. Av den grunn kan Ligning 3.2 skrives som vist i Ligning 3.3.

$$F_t = E[S_T | I_t] \quad (3.3)$$

## 3.4 Sammenheng mellom spot- og terminpris

Foruten sammenhengen om at terminprisen er en forventning av fremtidig spotpris ved tidspunkt  $T$ , er det også en kobling gjennom lagringskostnaden. Komponenter i lagringskostnaden kan være kostnader relatert til forikring, lagring og/eller finansiering. En teoretisk terminpris må tilsvare spotpris pluss lagringskostnaden for perioden råvaren ligger på lager, slik at aktøren blir kompensert for eventuelle utgifter. Differansen som følge av lagerkostnaden, blir følgelig redusert etterhvert som tiden til forfall avtar. Spot- og terminpris vil dermed konvergere mot forfallsdato.

For å unngå arbitrasjemuligheter i markedet, hvilket vil si muligheter for risikofri profit, må overnevnt sammenheng holde. Arbitrasjemulighetene kan forklares ved hjelp av to eksempler under (Banks, 2005, s.12–13).

Dersom  $F_T < S_T$ :

1. Kjøp terminkontrakt for  $F_T$
2. Ta imot levering av råvaren
3. Selg råvaren til  $S_T$ , og oppnå en profitt lik  $S_T - F_T$

Dersom  $F_T > S_T$ :

1. Kjøp råvaren for  $S_T$ .
2. Selg terminkontrakt for  $F_T$ , og oppnå en profitt lik  $F_T - S_T$

I begge tilfeller vil arbitrasjemulighetene utnyttes slik at markedet beveger seg tilbake i balanse, og at muligheten for risiko profitt dermed forsvinner.

Selv om spotpris og terminpris er positivt korrelert, beveger de seg sjelden like mye. Av denne grunn kan en perfekt utligning mellom profit og tap i markedene ikke alltid være et faktum. Dette er en risiko for hedgeren, som følge av at basisen enten øker eller avtar.

### 3.4.1 Basis

Differansen mellom termin- og spotpris kalles gjerne for basis, og gis videre i oppgaven notasjonen  $B$ . Basis blir dermed et mål på lagringskostnaden, og vil som et resultat av konvergens mellom termin- og spotpris også konvergere mot null. Valgt definisjon av basis er gitt i Ligning 3.4, og følger av praktiske årsaker. Gitt definisjon fører til en at positiv basis samsvarer med insentiver til å holde et lager, i motsetning til negativ basis som samsvarer med lavere insentiver; jmf. diskusjon ovenfor.

$$B_t = F_t - S_t \quad (3.4)$$

Både positiv og negativ basis er mulig i et marked; jmf. diskusjon om arbitrasjemuligheter ovenfor. En negativ basis betyr redusert avkastning ved å holde råvaren på lager fra  $t$  til  $T$ . Som det vil fremkomme i senere kapitler, holder aktører også lager selv om basisen er negativ. Flere basiser eksisterer til en hver tid for råvarene, avhengig av lengden på terminkontrakten (Tomek and Kaiser, 2014, 256–257).

### 3.4.2 Basisrisiko

Spot- og terminpris beveger seg i et korrelert forhold, men samtidig ikke alltid ved samme rate. Dette fører til kontinuerlige endringer i basis. Disse endringene i basisen kan føre til enten profit eller tap for hedgeren i et marked, og er grunnlaget for en risiko ofte kalt basisrisiko (Banks, 2005, s.13). Basisrisiko er risikoen for en uforventet endring i forholdet mellom termin- og spotpris, slik at det ikke er sikkert at en hedger oppnår en perfekt utligning av tap og profit i markedene. Å bytte ut direkte prisrisiko med basisrisiko er et fordelaktig bytte, da basis ofte er mer forutsigbar enn priser.

Basisrisiko oppstår når en hedger likviderer terminkontrakten før forfall. Dersom kontrakten beholdes frem til forfall, skal den i teorien gå mot null. Når kontrakten termineres, inngås en ny kontrakt med daværende spot- og terminpris. Differansen mellom første basis og ny basis avgjør utfallet av hedgen.

Årsaker til en endring i basis kan være:

- Endringer i lagringskostnadene.
- Lokaliserte aktører som ikke klarer å levere eller kjøpe til prisen gitt på standardisert terminkontrakt ved levering på en gitt futures exchange. Se avsnitt tidligere om lokalisert spotpris,  $\tilde{S}_t$ , for en enkelt aktør.

### 3.4.3 Risikopremie

Spekulanter i terminkontrakter får profit av fluktueringer i prisene. Det vil si at dersom en spekulant kjøper en terminkontrakt ved tidspunkt  $t$ , og selger ved tidspunkt  $T$ , vil profitten ved tidspunkt  $T$  være lik  $F_T - F_t$ . Ligning 3.2 sier at dagens terminpris er en forventning av fremtidig terminpris, og at det derfor under denne antakelsen er ingen forventet profitt av kjøp eller salg i terminkontrakter.

Når produsenter ønsker å redusere risiko, det vil si selge terminkontrakter, må det være noen som kjøper disse kontraktene. Spekulanter er ofte villige til å gjøre dette, men må kompenseres med en risikopremie (Tomek and Kaiser, 2014, s.291–293). Dette betyr at må være en forventet profitt, en positiv risikopremie, for spekulantene å kjøpe kontrakten. En positiv risikopremie betyr at prisen på terminkontrakten  $F_t$  settes lavere enn den forventede fremtidige terminprisen. En positiv risikopremie er dermed gitt ved følgende relasjon;  $E[F_T] - F_t = r_{T-t}$ , hvor  $r_{T-t} > 0$  svarer til en positiv risikopremie.

Risikopremie kan føre til at terminprisen i dag avviker fra forventet fremtidig spotpris (terminpris). Dersom det er mange forbrukere som ønsker å sikre sin posisjon i markedet, kjøpe terminkontrakter, må spekulantene selge terminkontraktene og risikopremien ønskes derfor å være negativ. Det vil si at terminprisen i dag er høyere enn fremtidig forventning av spotprisen. Størrelsen på risikopremien avhenger med andre ord av om det er størst press fra kjøpere eller selgere av terminkontraktene.

### 3.4.4 Contango og Backwardation

Et marked kan klassifiseres inn i ulike tilstander avhengig av oppførselen til spot- og terminprisene. Et marked hvor spotpris overstiger terminprisen, forventningen av fremtidig spotpris, kalles for å være i *Backwardation*. I et marked i backwardation er det forventet at prisene kommer til å synke. Motsetningsvis kalles et marked hvor terminpris er høyere enn spotpris for å være i *Contango*. I et marked i contango er det forventet at prisene kommer til å stige (Geman and Smith, 2013).



## 3.5 Lagerteorien

### 3.5.1 Grunnlag

Lagerteorien først introdusert av grunnleggende forskning av Kaldor (1939), Working (1948), Brennan (1958) og Tesler (1958) beskriver hvordan spotpris og terminpris er koplet sammen.

I denne oppgaven er det ønskelig å presentere lagerteorien på en måte som skaper en naturlig tilnærming satt i sammenheng med problemstillingen. Referanser til lagerteorien videre under har allerede behandlet og oppsummert grunnleggende forskning opp gjennom årenes løp. Referer derfor til valgte litteraturreferanser brukt under, samt nevnte artikler ovenfor, dersom det er ønskelig for leseren å se nærmere på historisk utvikling av lagerteorien.

Lagerteorien sier at differansen mellom termin- og spotpris, basisen, avhenger av tre parametere:

1. Marginal lagringskostnad
2. Marginal beleilighetsavkastning
3. Alternativkostnad, i form av tapt renteinntekt ved kjøp og lagring av en enhet

La følgende notasjon gjelde videre:

$F_{t,T}$  = Terminpris inngått på tidspunkt  $t$  med levering på tidspunkt  $T$

$S_t$  = Spotpris ved tidspunkt for kontraktinngåelse

$R_{t,T}$  = Rente fra  $t$  til  $T$

$M_{t,T}$  = Marginal lagringskostnad ved å lagre en enhet fra  $t$  til  $T$

$C_{t,T}$  = Marginal beleilighetsavkastning per ekstra enhet på lager

Formelt sett kan forholdet beskrevet av lagerteorien settes opp i følgende Ligning 3.5 (Omura and West, 2015):

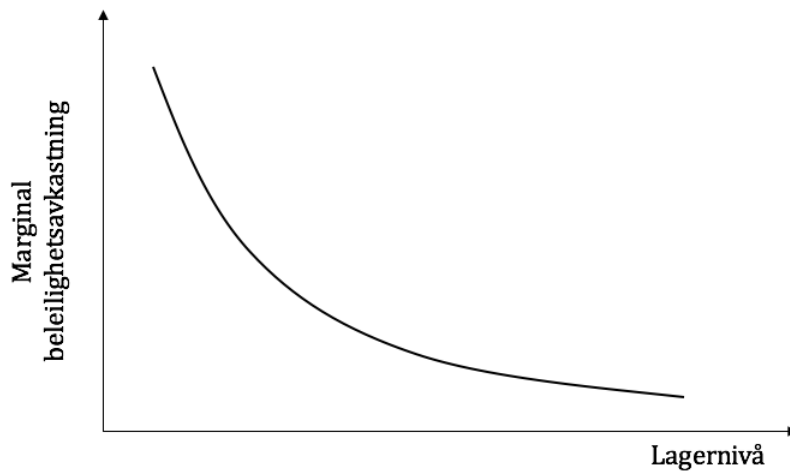
$$F_{t,T} - S_t = S_t R_{t,T} + M_{t,T} - C_{t,T} \quad (3.5)$$

Venstre side av Ligning 3.5 er basisen, som tidligere definert til differanse mellom termin- og spotpris. Faktoren som i stor grad styrer ligningen er marginal beleilighetsavkastning, og vil beskrives ytterligere i neste avsnitt. Basisen er lik tapt renteinntekt pluss marginal lagringskostnad, minus marginal beleilighetsavkastning.

### 3.5.2 Beleilighetsavkastning

Beleilighetsavkastning er en sentral parameter for forståelsen av lagerteorien. På engelsk omtales det som "convenience yield". Marginal beleilighetsavkastning er nytten en aktør får ved å holde et lager. Nytten er i form av større fleksibilitet ved å kunne reagere på uforventede situasjoner i markedet som skifter etterspørsels- og/eller tilbudskurven. Med råvarer på lager kan aktøren respondere på endringene ved å ta ut av lageret og opprettholde tilbudet på markedet. Dette betyr at total beleilighetsavkastning for en aktør øker med lagernivået. Et lavt lagernivå betyr nødvendigvis lav beleilighetsavkastning, da aktøren følgelig har lavere fleksibilitet i forhold til endringer.

Figur 3.1 viser et ikke-lineært forhold mellom lagernivå og beleilighetsavkastning. Marginal beleilighetsavkastning er avtakende for hver ekstra enhet som legges til på lager. Dette vil si at en aktør verdsette en ekstra enhet på lager mer når lagernivået i utgangspunktet er lavt, i motsetning til når lagernivået er stort (Susmel and Thompson, 1997).



**Figur 3.1:** Marginal beleilighetsavkastning som funksjon av lagernivå (Susmel and Thompson, 1997, s. 18).

I Ligning 3.5 bidrar marginal beleilighetsavkastning til en reduksjon i basisen. Bidraget til reduksjonen er større dess lavere utgangspunkt i lagernivået. Lite lagernivå betyr høy marginal beleilighetsavkastning og negativ basis. Et høyere lagernivå fører til mer stabil basis, da effekten av marginal beleilighetsavkastning blir lavere. Aktører holder lagernivå selv om basisen er negativ, da nytten og økt fleksibilitet som oppnås ved lagerhold veier opp for eventuelt tap i fortjeneste (Tomek and Kaiser, 2014, s.260).

### 3.5.3 Markedslikevekt med lager

Enkel markedsteori sier at markedslikevekten er skjæringspunktet mellom etterspørsels- og tilbudskurven. I dette punktet er mengden etterspurt lik tilbudet, også kalt markedsklarering (Deaton and Laroque, 1992).

La følgende notasjon gjelde:

$X_t$  = Beholdning ved tidspunkt  $t$

$I_t$  = Lager ved tidspunkt  $t$

$A_t$  = Produksjon ved tidspunkt  $t$

$Q_t$  = Etterspørsel ved tidspunkt  $t$

For ikke-lagringsbare råvarer gjelder følgende relasjoner.

$$X_t = A_t \quad \text{og} \quad A_t \equiv Q_t$$

Første relasjon ovenfor viser at tilgjengelig beholdning av råvaren er lik produksjonen i samme periode. Da ingenting kan lagres, svarer tilbudet til markedet lik det som blir produsert. Markedslikevektsprisen er krysningen mellom etterspørsel og tilbud, gitt i andre relasjon.

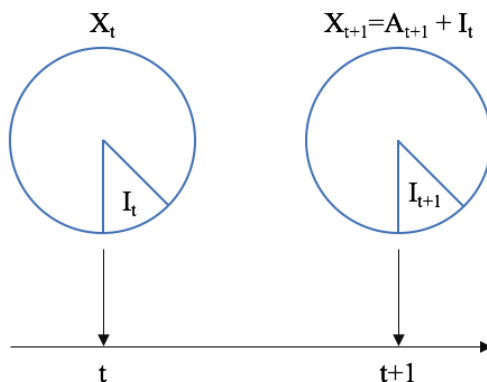
For lagringsbare råvarer gjelder følgende relasjoner:

$$X_t = A_t + I_{t-1} \quad \text{og} \quad X_t - I_t = Q_t$$

Første ligning sier at beholdningen i dag ved i periode  $t$  er lik produksjonen i periode  $t$  pluss det som er lagret fra forrige periode. Relasjon nummer to sier at det som blir tilbudt til markedet er lik beholdningen, minus det som settes på lager på tidspunkt  $t$ . Relasjonene satt sammen gir Ligning 3.6.

$$A_t + I_{t-1} - I_t \equiv Q_t \tag{3.6}$$

Fra Ligning 3.6 er det en tydelig intertemporal sammenheng mellom dagens produksjon, dagens varer på lager og mengden satt på lager i forrige periode. En visuell fremstilling av lagringsdynamikken mellom to perioder er vist i Figur 3.2:

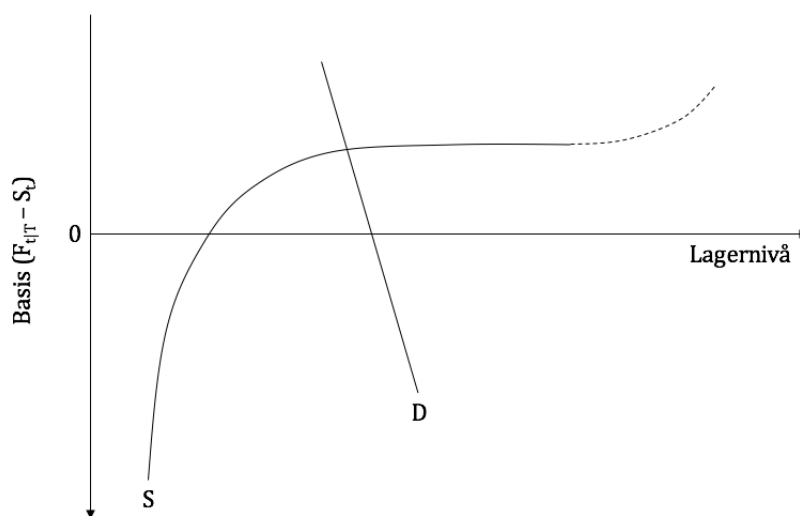


**Figur 3.2:** Visuell fremstilling av lagring av enheter mellom to perioder.

## 3.6 Råvaremarkedet og lagerhold

### 3.6.1 Lagernivå og basis

Figur 3.3 viser marginal kostnadskurve. Lagringskostnad, basis, er vist på vertikal akse, mens lagernivå på horisontal akse. Kurven markert med S kalles "supply-of-storage". Hver kurve har en egen respektiv lagringstid. Tendensene til kurven er lik vanlige tendenser til en tilbudskurve, hvor aktører er villige å øke lagernivået når basisen øker. Kurven viser et ikke-lineært forhold mellom basis og lagernivå. Dette kommer av at marginal beleilighetsavkastning går mot null når lagernivået blir høyt nok. Kurven viser også at aktører holder lagernivå selv om basis blir negativ, slik som beskrevet ovenfor.



**Figur 3.3:** Forhold mellom lagernivå og basis (Tomek and Kaiser, 2014, s. 262).

Den flate delen av kurven er området hvor marginal beleilighetsavkastning går mot null. En aktør verdsetter ikke en økning i lageret høyt når lagernivået i utgangspunktet er høyt, og dette gir dermed en liten endring i Ligning 3.5. Dersom lagernivået øker utover kapasiteten, eller at dyrere lagringsalternativer må tas i bruk, vil lagringskostnaden øke ytterligere, og kurven peker oppover som vist med stiplede del. Dette vil for eksempel gjelde for kornproduksjon, hvor store kostnader ved forråtning kan forekomme når lagringskapasiteten overskrides. Første del av kurven med negativ basis er og relativt bratt stigende, som følge av lavt lagernivå og høy marginal beleilighetsavkastning. I tillegg brukes billigste lagringsalternativer først.

Kurven markert med D er etterspørselen etter lager. Skjæringspunktet mellom D og S er hvor markedet befinner seg. D avhenger av nåværende og forventet fremtidig produksjon. Eksempelvis vil en høy nåværende produksjon føre til et skifte i D til høyre grunnet økt behov for lager. En høy forventet fremtidig produksjon skifter D til venstre grunnet et mindre behov å lagre råvarer til neste periode (Tomek and Kaiser, 2014, p. 260–262).

### 3.6.2 Lagernivå og prisvolatilitet

Stort lagerhold fungerer som buffer mot høy prisvolatilitet i markedet. Tilgjengeligheten av råvarer gir en selger mulighet til å respondere på uventede endringer i etterspørsel eller tilbud, slik at tilbudet kan opprettholdes. På denne måten unngås uforventede prisøkninger som følge av skifte i tilbudskurven.

Plutselige endringer i tilbud eller etterspørsel medfører størst påvirkning i spotpris. Dette er et resultat av at priselastisitetene øker med tidshorisonten. Etter hvert som tiden passerer har eksempelvis forbrukere mulighet å velge substitutter og produsenter kan eventuelt justere produksjonen. I langsiktig perspektiv kan elementer og parametere, som i kortsiktig perspektiv anses som fast kostnad, endres (Hirshleifer et al., 2005, s.197–199). Terminpris, som er en langsiktig forventning av spotpris, kan dermed anses å være i mindre mindre grad påvirket av plutselige endringer. Spotpris responderer derimot i større grad til både kortsiktige og langsiktige endringer (Geman and Smith, 2013).

Overenstemmende slutninger kan også trekkes til forholdet mellom basis og lagernivå. Slik som det fremkommer av Figur 3.3 er basis, differansen mellom spot- og terminpris, mer stabil dess høyere lagernivå. Spotpris og terminpris er mer samvarierende. I motsetning til redusert lagernivå, vil spotpris øke og variere i større grad enn terminpris, og basisen vil reduseres og få større variasjon. Redusert lagernivå kan være et resultat av økt etterspørsel, eller et stramt marked, hvilket betyr at produsenter i et marked ønsker i større grad å selge i spotmarkedet, kontra inngå terminkontrakter. Dette stemmer igjen overens med marginal beleilighetsavkastning, da denne parameteren har størst påvirkning på 3.5 ved lave lagernivå.

# Kapittel 4

## Metode

Dette kapitlet beskriver oppgavens datagrunnlag, prinsippene bak lineær regresjonsanalyse, prisvolatilitet og korrelasjonskoeffisient. Nevnte statistiske hjelpemidler brukes i oppgavens analyse av forholdet mellom pris og lager i Kapittel 5.

### 4.1 Datagrunnlag

Opgavens analyser og resultater er basert på åpen tilgjengelig data hentet fra nettsidene til U.S. Energy Information Administration, [www.eia.gov](http://www.eia.gov) (videre i oppgaven omtalt som EIA). EIA produserer også allerede ferdigstilte analyser og artikler som omhandler flere sentrale aspekter av energiproduksjon i USA. Data relatert til petroleumsprodukter, elektrisitet, kjernekraft og fornybare energikilder er noen eksempler på områder EIA behandler. Innen hvert område er det en kategorisering inn i blant annet priser, import, produksjon, eksport og lagerhold. For denne oppgaven er dataseriene relatert til naturgass av interesse.

Dataseriene oppdateres uavhengig av hverandre, hvilket vil si at målingsfrekvensen ikke er standardisert. Enkelte parametere rapporteres på ukentlig basis, mens andre daglig eller månedlig. Et eksempel er naturgasspriser som rapporteres daglig, mens lagernivåmålinger ukentlig. I analyser hvor det er blitt brukt dataserier av ulike målingsfrekvens, blir det tatt utgangspunkt i lavest frekvens. Det vil si at dataserier med høyere frekvens blir gjort lavere, enten ved bruk av gjennomsnitt eller uthenting av målingene ved ønskede tidspunkter. Hvordan dette blir har blitt gjort i praksis, er beskrevet i de enkelte analyser hvor dette er aktuelt.

Publisering av oppdaterte dataserier på EIA sine nettsider varierer, og valgt periode for oppgavens analyse strekker seg derfor til siste oppdatering før oppstarten på oppgaven; desember 2015.

For hver dataserie inkluderer også EIA en liste av definisjoner for ord og uttrykk brukt i aktuell dataserie. Disse definisjonene blir tatt utgangspunkt i, når det i denne oppgaven brukes ord og uttrykk som krever en definisjon for å oppnå forståelse av fremstillingene og resultatene. Definisjoner og forklaring av verdier er lagt ved på samme side som hvor dataserien kan hentes ned, under “Definitions, Sources & Notes“.

## 4.2 Lineær regresjonsanalyse

Regresjonsanalyse er et grunnleggende statistisk verktøy innen økonometri. Regresjonsanalyse gir mulighet å kunne belyse en statistisk sammenheng mellom variabler. Formålet med regresjonsanalyse er å konstruere en modell som best mulig beskriver variasjoner i ønsket variabel, ved hjelp av en eller flere uavhengige variabler. Disse variablene har i litteraturen flere ulike navn. I denne oppgaven defineres variabelen som skal beskrives til responsvariabel, hvor uavhengige variabler kalles forklaringsvariabler.

### 4.2.1 Tidsserie- og tverrsnittsdata

Økonomiske dataserier kan ha ulike formater, og et vanlig skille er tidsserie- eller tverrsnittsdata. Tverrsnittsdata er data samlet omtrentlig fra samme periode fra et utvalg av en populasjon. Eksempel på tverrsnittsdata kan være størrelse på hus som responsvariabel, med lønn som forklaringsvariabel. I en tverrsnittsstudie tas ikke tidsforskjellene i innsamlet data med som en relevant faktor.

En tidsseriestudie er en studie av en responsvariabel målt med faste intervall over et tidsrom. En eller flere forklaringsvariabler, innsamlet med samme intervall som responsvariabelen, kan brukes til å konstruere en modell til å forklare variasjonene til responsvariabelen. Kjennetegn med økonomiske tidsserier kan være tilstedeværelse av sesongvariasjoner og trend. Sesongvariasjonene kan stamme fra skifter i årstidene, og skyldes ulik oppførsel i hver av disse årstidene. Trend vil si en gradvis økning av målingene, uavhengig av andre forstyrrelser og variasjoner. Variasjonene er fortsatt til stede, men det vil være en gjennomsnittlig gradvis økning i målingene for hver nye periode (Wooldridge, 2009, s.6–8).

Datagrunnlaget i denne oppgaven er i stor grad tidsserier, da oppgavens analyse er basert på å sammenligning av tidsseriedata mellom to perioder.

### 4.2.2 Enkel og multipel regresjonsanalyse

En videre klassifisering av regresjonsanalyser er grad av kompleksitet av modellen. Kompleksiteten av en regresjonsmodell vil i stor grad avhenge av antall forklaringsvariabler (Wooldridge, 2009, 68–72). I en enkel regresjonsanalyse blir det brukt en forklaringsvariabel ( $x$ ) til å forklare en responsvariabel ( $y$ ). En enkel regresjonsmodell er vist i Ligning 4.1.

$$y = a + bx + \epsilon_t \quad (4.1)$$

Modeller hvor flere forklaringsvariabler ( $x_1, \dots, x_n$ ) brukes til å forklare en responsvariabel ( $y$ ), kalles multipel regresjonsanalyse. Ligning 4.2 viser en multipel regresjonsmodell med  $n$  forklaringsvariabler.

$$y = a + b_1x_1 + \dots + b_nx_n + \epsilon_t \quad (4.2)$$

$\epsilon_t$  representerer støyleddet i modellene, hvilket er hva modellen ikke klarer å beskrive med gitte forklaringsvariabler. Alle regresjonsmodeller i denne oppgaven er forøvrig multiple regresjonsanalyser, hvor det er mer enn én forklaringsvariabel. Multipel regresjonsanalyse vil derfor være i fokus for videre beskrivelse i senere delkapittel.

## 4.3 Gjennomføring av regresjonsanalyse

### 4.3.1 Prinsipp

Hovedmålet med en regresjonsanalyse er å bestemme parameterene  $b_1, \dots + b_n$ , i Ligning 4.1 eller 4.2, for å få en best mulig beskrivelse av responsvariabelen  $y$ . Dette vil si at dersom variabelen  $y$  plottes mot tid på x-aksen, vil regresjonsmodellen finne konstanter til forklaringsvariablene som gir en kurve som best mulig predikerer de samme variasjonene.

Et ofte brukt mål på å bestemme best mulig modell er å finne de parameterene  $b_1, \dots + b_n$  som minimerer summen av kvadrerte residualer. Residual er definert som differansen mellom observert  $Y$ -verdi og predikert  $Y$ -verdi fra regresjonsmodellen. Følgelig, for at modellen best mulig skal predikere tilsvarende variasjoner, må summen av denne differansen for hver  $y$ -verdi være så liten som mulig (Wooldridge, 2009, s.73–74).

### 4.3.2 Forutsetninger

Forutsetninger for lineær regresjonsanalyse av tidsseriedata er gitt i listen under (Wooldridge, 2009, s.345–352),

1. **Linearitet mellom variablene** – Men ikke-lineæritet kan fortsatt inkluderes i modellen ved hjelp av transformering av variablene, se delkapittel 4.3.5.
2. **Ingen perfekt kolinearitet mellom forklaringsvariablene** – De uavhengige variablene kan ikke være en konstant eller en perfekt kombinasjon av de andre variablene i modellen. Forutsetningen tillater variablene å være korrelert, men ikke perfekt korrelert.
3. **Forventet gjennomsnittlig verdi av residualene er 0**
4. **Residualene er homoskedastiske** – Dette vil si at variansen til  $\epsilon_t$  er tilnærmet konstant gjennom hele perioden. Residualene kalles heteroskedastiske ved brudd på forutsetningen.
5. **Ingen autokorrelasjon mellom residualene** – Dette vil si at residualene ikke er korrelert med tidligere residualer fra tidligere målinger. Forutsetningen sier ikke noe om autokorrelasjon i forklaringsvariablene.
6. **Residualene er normalfordelt med gjennomsnitt 0** – Denne forutsetningen innebærer at forutsetning 3, 4 og 5 er oppfylt.

Når forutsetningene 1–3 er oppfylt er estimatorene forventningsrette. Estimatorene er de best forventningsrette estimatorene (BLUE = Best Linear Unbiased Estimator) dersom alle forutsetningene (1–5) er oppfylt. Forutsetning nummer 6 må være oppfylt dersom  $F$ - og  $t$ -statistikk, samt estimat av standardavvikene, fra regresjonsresultatene skal kunne brukes og gis optimal vektlegging.

Utfordringer med regresjonsanalyse av tidsserier er ofte tilstedeværelse av heteroskedastisitet og/eller autokorrelasjon i residualene. Av den grunn er det en rimelig antakelse å anta tilstedeværelse av heteroskedastisitet og autokorrelasjon også i residualene produsert av regresjonsanalysene i denne oppgaven. Dette vil for øvrig diskuteres nærmere i analysedelen.



Det finnes tester, samt løsninger, på tilstandene ved brudd på forutsetning 4 og 5. For å teste om residualene innehar autokorrelasjon, er det mulig å gjennomføre en test kalt "Durbin-Watson"-test. Denne testen vil kunne avgjøre hvorvidt det er autokorrelasjon i residualene. Standardavvik, t- og F-statistikken kan justeres for å ta høyde for heteroskedastisitet i residualene. Disse justerte parameterene kalles da for å være robuste. Heteroskedastisitet illegges mindre oppmerksomhet enn autokorrelasjon, da autokorrelasjon er ansett å være mer kritisk (Wooldridge, 2009, 412–416, 432–433).

Da denne oppgaven er basert på analyser gjennom Excel, med en enkel tilleggspakke som inkluderer kun et grunnleggende verktøy for gjennomføring av regresjonsanalyse, er det ikke gjennomført statistiske tester for å avgjøre brudd på forutsetningene. Regresjonsanalysene antas å oppfylle forutsetning 1–3, med delvis brudd på forutsetning 4–5. Estimerte parametere er likevel forventningsrette, og anses å være tilstrekkelig for oppgavens formål å sammenligne periodene. Formålet er ikke å avdekke en perfekt beskrivelse av naturgassmarkedet i USA.

### 4.3.3 Regresjonsstatistikk

Fullstendig regresjonsstatistikk for hver regresjonsanalyse er lagt ved i Vedlegg A. Opplistede parametere under er valgt inkludert i hver aktuell tabell i resultatkapittelet, og vil derfor forklares mer i detalj her.

1.  $R^2$  – Et mål på hvor stor grad modellen, eller forklaringsvariablene, klarer å forklare variasjonen til responsvariabelen. Vanlig  $R^2$  faller aldri ved inkludering av nye forklaringsvariabler.
2. Justert  $R^2$  – Også et mål på hvor stor grad modellen klarer å forklare variasjonen til reponsvariabelen. Dette målet kan reduseres ved inkludering av nye forklaringsvariabler i modellen i motsetning til  $R^2$ . Dersom parameteren faller er det tegn på at ny variabel kanskje ikke passer inn i modellen (Wooldridge, 2009, s.200). Denne parameteren åpner for sammenligning av ulike modeller, kontra vanlig  $R^2$ , som alltid vil være økende ved inkludering av nye forklaringsvariabler.
3. p-verdi – Et mål på om en forklaringsvariabel er statistisk signifikant for modellen. P-verdien tester nullhypotesen om at parameteren  $b$  er lik null, det vil si at forklaringsvariabelen har ingen effekt. En lav p-verdi indikerer at hypotesen kan forkastes, og at valgt variabel derfor har signifikant innvirkning på modellen (Wooldridge, 2009, s.776-777).
4. Standard avvik – Se avsnitt delkapittel 4.4.1.

### 4.3.4 Dummyvariabler

Dummyvariabler brukes til å inkludere kvalitative faktorer i regresjonsanalysen. En dummyvariabel er en binær variabel, som enten kan ta verdien 0 eller 1 (Wooldridge, 2009, s.225,227). Dummyvariabler brukes i denne oppgaven til å indikere ukenummer eller måneder. Dummyvariabelen er 0 når den ikke er aktuell for det respektive målingspunktet, og 1 når den er gjeldende. For eksempel vil dummyvariabelen for uke én,  $uke_1$  være 1 dersom målingsverdien er i uke én. De 50 resterende ukentlige dummyvariablene vil i uke

én være lik 0. Hver dummyvariabel tilegnes en parameter som indikerer påvirkningen på responsvariabelen ved gitt kategorisering.

I enkelte av analysene blir det brukt 51 dummyvariabler for å trekke ut sesongvariasjoner fra dataseriene. For noen brukes det 11 dummyvariabler da rapporteringsfrekvensen er månedlig.

Ved bruk av dummyvariabler er det viktig å unngå å havne i dummyvariabel-fellen. Problemstillingen oppstår når for mange dummyvariabler brukes til å beskrive de kvalitative kategoriseringene ved dataserien. Bruk av like mange dummyvariabler som kategoriseringer fører til en perfekt multikolaritet mellom dummyvariablene, og derav brudd på forutsetning 2. Dette skyldes kombinasjonen gitt ved Ligning 4.3.

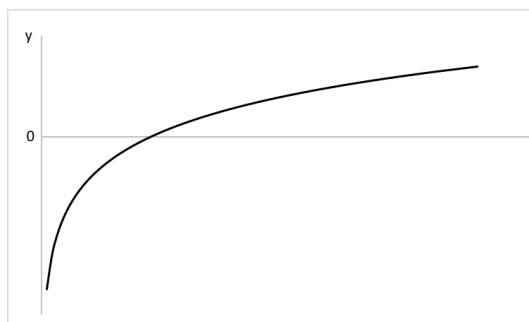
$$uke_1 + \dots + uke_{52} = 1 \quad (4.3)$$

For å unngå å havne i overnevnt felle, er uke 52 og desember i noen analyser, ikke inkludert som dummyvariabel.

En problemstilling ved bruk av ukentlige dummyvariabler er at noen år har 53 uker, og at noen målinger dermed registreres i uke 53. I den aktuelle perioden, fra 1997 til 2015, er det tre observasjoner av uke 53, henholdsvis i 1998, 2004 og 2009. Ettersom det kun er snakk om tre målinger, er uke 53 valgt utelatt fra analysene, slik at mulig problemstilling knyttet til dette fjernes. Dette har blitt gjort ved å ta gjennomsnittet av uke 52 og 53, og tilegne nytt beregnet gjennomsnitt til uke 52. Målingsverdien i uke 52 og 53 var tilsynelatende relativt lik for hvert år det gjaldt.

### 4.3.5 Ikke-lineært forhold

Et ikke-lineært forhold mellom en forklaringsvariabel og responsvariabel kan fortsatt modelleres i en lineær regresjonsanalyse ved å transformere ønsket variabel til ønsket funksjonsform, som inkluderer ønsket forhold. En ikke-lineær funksjon som spiller en sentral rolle innen økonometriske analyser er naturlig logaritme (Wooldridge, 2009, s.704-706). I denne oppgaven vil det i hovedsak brukes transformasjoner i form av naturlig logaritme, basert på presentert teoretisk forhold mellom basis og lagernivå i Kapittel 3. Logaritme-transformasjon av en forklaringsvariabel skaper et ønsket ikke-lineært forhold som vist i Figur 4.1.



**Figur 4.1:** Plot av funksjonen:  $y = \ln x$

Figur 4.1 viser et ikke-lineært forhold hvor effekten på  $y$  fra endringer i  $x$ , er avtakende etter hvert som  $x$  øker.

Anta videre følgende regresjonsligning gitt av 4.4:

$$y_1 = \beta + \beta_1 \ln(x) \quad (4.4)$$

En tolkning av transformert variabel blir dermed at en prosent økning i  $x$  vil føre til en endring lik  $\beta_1/100$  i  $y$ . Dette kommer av følgende utledning, med enkle logaritmeregler.

$$\begin{aligned} y_2 &= \beta + \beta_1 \ln(x \cdot 1.01) \\ y_2 &= \beta + \beta_1 \cdot (\ln(x) + \ln(1.01)) \\ y_2 &= y_1 + 0.01 * \beta_1 \end{aligned}$$

### 4.3.6 Oppsummering

Målsetningen med bruken av regresjonsanalyse i oppgaven er ikke å finne en tilnærmet perfekt statistisk modell av forholdet mellom lager og pris av naturgass i USA. Målet er å sammenligne tendenser og endringer med utgangspunkt i skifergassrevolusjonen. Av den grunn vil det ikke bli tillagt mye fokus i oppgaven på forsøk å optimalisere modellene slik at alle forutsetninger er perfekt oppfylt, jmf. avsnitt 4.2.2. Mild heteroskedastisitet og autokorrelasjon antas å være tilstede i resultatene. Ved brudd på forutsetning 4 og 5, er estimatorene fortsatt forventningsrette, men ikke de best estimerte estimatorene. Likevel antas resultatene å kunne gi et tilstrekkelig innblikk i periodene, til å kunne sammenligne før og etter skifergassrevolusjonen. Nærmere vurdering av analysene vil bli gjennomført i dets respektive kapittel under resultatene.

Excel brukes som analyseverktøy. Det originale analyseverktøyet til Excel gir ikke mulighet til å kjøre regresjonsanalyser med 53 forklaringsvariabler. For å omgå denne restriksjonen falt valget på et alternativt regresjonsverktøy, "StatToolPak". Denne programvaren gir de samme alternativene som Excel's ToolPak, men tillater betraktelig flere forklaringsvariabler. Mer avanserte statistiske programvarer ville kunne gitt flere muligheter og alternative løsninger i forhold til å eliminere brudd på forutsetningene. Da oppgavens programvare er begrenset til Excel (StatToolPak) vil ikke dette bli gjennomført, men resultatene vil fortsatt kunne oppfylle oppgavens målsetning, jmf. diskusjon i avsnitt ovenfor.

## 4.4 Prisvolatilitet og korrelasjonskoeffisient

Følgende delkapittel presenterer metode for beregning av prisvolatilitet og korrelasjonskoeffisient

### 4.4.1 Prisvolatilitet

Det er ofte mer beleilig å operere med daglige avkastninger kontra bevegelser i selve prisen. En ofte brukt metode for beregning av daglig avkastning er bruk av logaritmeavkastning. Logaritmeavkastning er definert av Ligning 4.5, hvor  $\ln$  indikerer naturlig logaritme.  $P_t$  er pris i dag, mens  $P_{t-1}$  er prisen dagen før (Lewis, 2005, s.36–37).

$$\text{log-avkastning} = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (4.5)$$

Daglig prisvolatilitet beregnes dermed med standardavviket av  $N$  observasjoner av logaritmiske avkastninger. Standardavviket  $S$  er definert til å være kvadratroten av variansen til en tilfeldig variabel  $x$ , og rapporteres ofte som volatilitet. Varians er gitt av Ligning 4.6, og gir et mål på spredning av variabelen  $x$ .

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1} \quad (4.6)$$

Daglig prisvolatilitet kan videre skaleres for ulike tidsskalaer. I denne oppgaven brukes Ligning 4.7 for å skalere prisvolatiliteten.

$$S_N = S_D \cdot \sqrt{tid} \quad (4.7)$$

$S_N$  er prisvolatiliteten for ønsket tidsskala,  $S_D$  er beregnet daglig prisvolatilitet og  $tid$  er tidsskalaen. Det vil si at for å beregne ukentlig volatilitet må  $S_D$  multipliseres med kvadratroten av 5. For månedlig volatilitet multipliseres  $S_D$  med kvadratroten av 21 (Lewis, 2005, s.45–46).

### 4.4.2 Pearsons korrelasjonskoeffisient

Korrelasjon er et statistisk mål på grad av samvariasjon mellom to variabler. Styrken til korrelasjonen kvantifiseres ved hjelp av korrelasjonskoeffisienten. En positiv koeffisient betyr at en økning i den ene variabelen fører til økning i den andre. En negativ koeffisient betyr et motsatt forhold, hvor en økning i den ene fører til reduksjon i den andre variabelen. Korrelasjonskoeffisienten kan ta verdier mellom -1 og 1. Dersom beregnet korrelasjonskoeffisient er akkurat -1 eller 1 indikerer det en perfekt sammenheng mellom variablene (Ross, 2005, s.120–123).

# Kapittel 5

## Resultat og diskusjon

Dette kapitlet presenterer resultater fra analyser gjennomført for vurdering av oppgavens problemstilling. Resultatene diskuteres fortløpende i hvert delkapittel, da dette gir en oversiktlig tilnærming. Innledningsvis vil lagernivådataene studeres, hvor denne variabelen videre settes i sammenheng med spot- og terminmarkedet til naturgass.

### 5.1 Naturgasslager

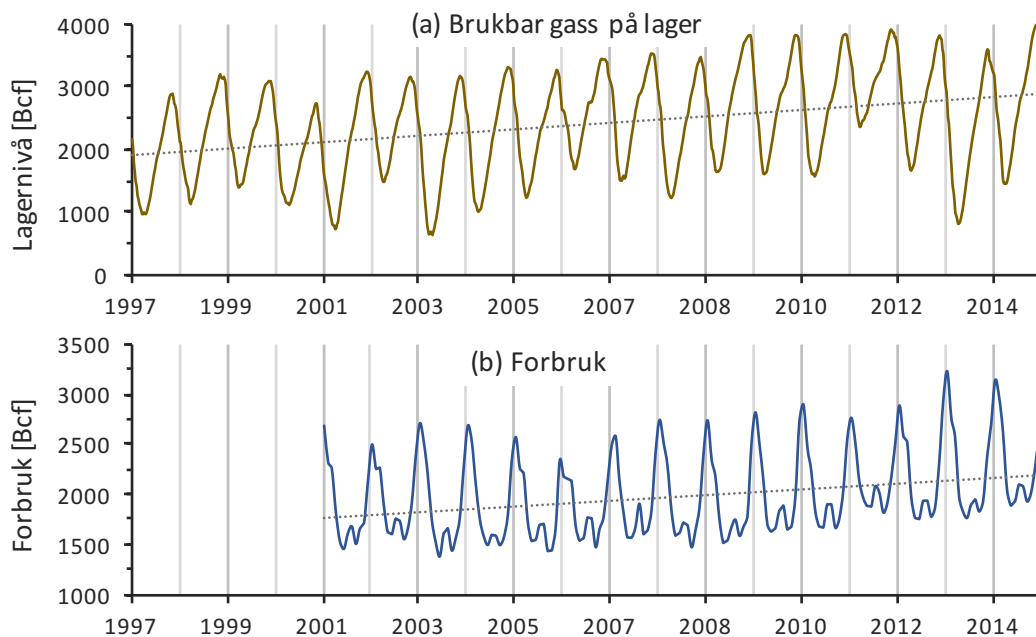
Lagermålingene er en kritisk komponent for oppgavens videre analyser, noe som gjør det hensiktsmessig å gjennomføre innledende vurderinger av denne parameteren i første omgang. EIA rapporterer lagernivået både som total og brukbar gass på lager. Valgt komponent for påfølgende analyser er brukbar gass, da denne parameteren registrerer endringer for å møte markedets økende eller avtakende etterspørsel. Total gass på lager inkluderer både base- og bruksgass, noe som kunne ha ført til feilaktige resultater.

#### 5.1.1 Lagernivåmålinger av naturgass

Lagernivåmålingene registreres av EIA med en ukentlig frekvens, hvilket betyr at det er 52 årlige nivåmålinger, med unntak av tre år med 53 uker. Lagernivåmålingene rapporteres også med en månedlig frekvens, men velges ikke på grunn av at det ville gitt færre observasjoner til grunn for analysene. Dette ville være spesielt synlig i analysene som inkluderer dataseriene relatert til priser fra termin- og spotmarkedet. Fra 1997 og frem til slutten av 2015 er det 934 tilgjengelige ukentlige lagernivåmålinger av naturgass.

Figur 5.1 (a) presenterer historiske målinger av tilgjengelig brukbar gass på lager mellom januar 1997 og desember 2015. Vertikal akse viser mengde tilgjengelig bruksgass i [bcf] (“billion cubic feet” – milliard kubikkfot). Alle kvantifiseringer av lagernivået fremover i oppaven vil bli rapportert i milliarder kubikkfot, så langt det lar seg gjøre. Dette gir en kortfattet og enkel enhet. Figur 5.1 (b) viser månedlig totalforbruk av naturgass gjennom perioden januar 2001 og desember 2015. Et kortere tidsrom skyldes at ingen tilgjengelig informasjon fra før 2001 fra EIA. Vertikal akse representerer her totalforbruket også gitt i milliarder kubikkfot gass.

Både Figur 5.1 (a) og (b) viser tydelig sykliske variasjoner i dataseriene. Sykliske variasjoner er noe som vil bli diskutert nærmere i de neste avsnittene. I tillegg er det i hver fremstilling lagt til en lineær trendlinje med det formål å påpeke en generell økning i både lagernivået og totalforbruket gjennom perioden til grunn for oppgaven.



**Figur 5.1:** (a) Ukentlige lagernivåmålinger av brukbar gass i USA. (b) Månedlige målinger av totalforbruket av gass i USA.

Lagernivåmålingene i Figur 5.1 (a) og (b) er ikke justert for verken sesong- eller trendvariasjoner, og er av en av årsakene til markante gjentakende oscillasjoner.

Oscillasjonene indikerer tegn på sesongvariasjoner i uttak og injisering av gass i lagerne. Sykliske variasjoner kan i stor grad knyttes til skifter i årstidene; sommer og vinter. Kalde vintre krever blant annet økt oppvarming og et høyere energiforbruk. En økt etterspørsel av naturgass medfører økt uttak av lagerne. Vintrene kan av den grunn kjennetegnes av områdene i kurven hvor den peker nedover. Av figuren fremkommer det at kurven er rettet nedover i hvert årskifte, hvilket samsvarer med vintermånedene. Kurven peker med andre ord nedover da naturgass tas ut av lagrene, noe som betyr at lagernivået er avtakende.

Somrene kan motsetningsvis kjennetegnes av områder hvor kurven peker oppover. Her er stigningstallet positivt. Gass injiseres inn i lagerne og lagernivået øker. Dette er et resultat av et redusert forbruk av naturgass om sommeren, som igjen kommer av mindre behov for oppvarming. Overskuddet av produksjonen injiseres på lager, og er nødvendig for å kunne møte økt etterspørsel i vintermånedene.

Trendlinjen i Figur 5.1 (a) avdekker en tilsynelatende økende trend i lagernivåmålingene for hvert påfølgende år, sett i forhold til samme tidspunkt hvert år før. Trendøkning kan skyldes en overflødig produksjon av naturgass; det vil si en høyere produksjon enn etterspørsel. Det er ikke noe markant skille i lagernivåmålingene før og etter 2009. Økningen i naturgassproduksjonen burde forventet å ha hatt en innvirkning på kurven, men kan delvis ha blitt dempet av en også økende trend i forbruket av gass. Synkende priser grunnet større tilgjengelighet kan ha ført til at gass har blitt en mer ettertraktet energikilde. I tillegg er det noen spesielle avvik i sesongvariasjonene som forstyrrer en mulig økende trend. Et eksempel på avvik, som vil diskuteres senere, er en ekstra kald vinter i overgangen 2013–2014. I hvilken grad en økende lagertrend viser en mulig statistisk sammenheng med økt produksjon undersøkes nærmere i delkapittel 5.1.3.

Figur 5.1 (b) visualiserer totalforbruket av naturgass i USA. Kurven viser en overensstemmelse med tidligere beskrivelse av dynamikken til lagernivået ovenfor. Totalforbruket varierer med tilsvarende sykliske sesongvariasjoner; bare at toppunktene nå er plassert annerledes. Vinterperioden er markert med toppene, som indikerer høyt forbruk og noe som samsvarer med høyest negativ stigningstall i lagernivåene. Sommeren er markert med bunnpunktene. En liten økning i hver bunn kan forklares med bruken av klimaanlegg til nedkjøling om sommeren. Nær 50 prosent av forbruket skyldes oppvarming i boliger og til kommersiell bruk. Dette forbruket er i gjennomsnitt 30 prosent lavere på sommerhalvåret. Forbruk av naturgass i industri er derimot mer gjennomgående konstant gjennom hele året (US eia, 2011).

Selv om tilgjengelig data av forbruk ikke strekker lengre enn til 2001, viser kurven konstante sykliske variasjoner. Dette gir grunnlag til å si at det var tilsvarende sykliske variasjoner i totalforbruket av naturgass også mellom 1997 og 2000. Dette kan brukes til å begrunne variasjonene til hele tidsperioden av de historiske lagernivåmålingene. Trendlinjen for totalforbruket viser også en knapp økende trend i totalforbruket av gass i USA, slik som ved lagermålingene.

### 5.1.2 Sesong- og trendjustering av lagernivåmålingene

I denne oppgaven er det av interesse se nærmere på endringen i forholdet, uavhengig av gjentakende sykliske variasjoner. Før en analyse av forholdet mellom lager og pris, vil derfor sykliske variasjoner fjernes fra dataserien. Dette vil si at algermålingene blir sesong- og trendjustert. Lagermålinger med trend og sesongvariasjoner kan medføre feilaktige konklusjoner og tolkninger av forholdet mellom pris og lager. Da variasjonene er gjentakende hvert år, kan de overskygge og dominere over sentrale forskjeller ellers signifikante for analysen.

Regresjonsanalyse brukes for å justere lagernivåmålingene for sesong- og trendvariasjoner. Regresjonsmodellen består av 51 ukentlige dummyvariabler  $uke_1 \dots uke_{51}$  og en lineær trendvariabel  $T$  som forklaringsvariabler. Responsvariabelen er lagervariabelen  $L$ .  $D_1 \dots D_{51}$  er tilhørende parametere til de ukentlige dummyvariablene. Benyttet regresjonsmodell er gitt i Ligning 5.1.

$$L = \beta + \beta_{trend} T + D_1 Uke_1 + \dots + D_{51} Uke_{51} \quad (5.1)$$

Regresjonsanalysen konstruerer en modell med variasjoner basert på gjennomsnittlige verdier for hver uke, i tillegg til en positiv økende trend. Feilledet i modellen blir dermed avvik fra gjennomsnittlig lagernivå ved gitt tidspunkt. Feilledet er hva modellen ikke klarer å forklare med forklaringsvariablene; differansen mellom predikert og virkelig observasjon. Sesong- og trendjustert lagervariabel som brukes i videre analyser defineres derfor til å være feilledet, eller tidligere også beskrevet som residualer.

Tabell 5.1 oppsummerer opp mest sentral regresjonsstatistikk for sesong- og trendjusteringen av lagernivåmålingene. Resterende regresjonsresultater for resten av dummyvariablene er lagt ved i Vedlegg A.1.

**Tabell 5.1:** Mest sentral regresjonsstatistikk fra sesong- og trendjustering av lagernivåmålingene til gass fra januar 1997 til desember 2015. Fullstendig regresjonsstatistikk er lagt ved i Vedlegg A.1.

$\beta_{Trend}$	n	$R^2$	Justert $R^2$
0.92*** (0.03)	988	0.87	0.86

Estimerte standardavvik er gitt i parenteser

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

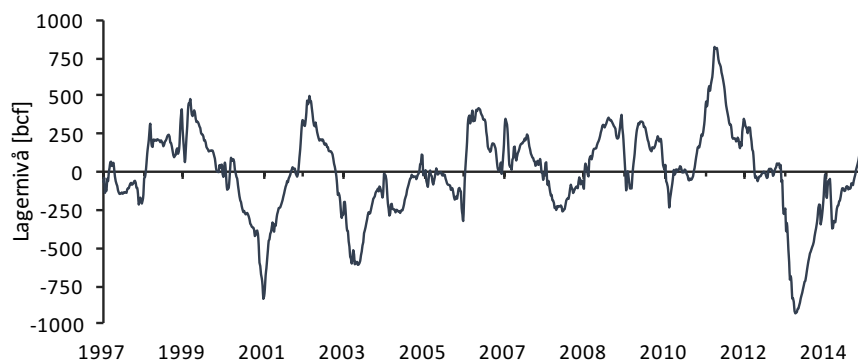
Tabell 5.1 viser at regresjonsmodellen gitt ved Ligning 5.1 produserer en  $R^2$ -verdi på 0.86. Modellen klarer tilsynelatende å forklare ca. 86 prosent av variasjonene i lagernivåmålingene. Resterende variasjoner er gitt av feilledet, definert som avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. Resterende variasjoner skyldes andre hendelser som skiller seg fra gjennomsnittet, for eksempel en ekstra kald vinter. Tabell A.1 viser at tilnærmet lik alle forklaringsvariablene er signifikante for modellen. Dette støtter opp mot lagermålingenes observerbare sesongvariasjoner i Figur 5.1 (a).

Parameteren  $\beta_{trend}$  er positiv, og illustrerer en positiv økende trend for lagernivåmålingene, slik som tidligere vurdering av trendlinjen i Figur 5.1 (a). En positiv trend betyr simpelthen at lagernivået var økende for hvert år. Økende trend kan med stor sannsynlighet begrunnes med økning i produksjon av naturgass som følge av skifergassrevolusjonen. En mulig statistisk sammenheng mellom økt produksjon og lagernivå vil undersøkes nærmere i neste delkapittel.

Residualene fra sesong- og trendjustering av lagernivåmålingene er vist visuelt i Figur 5.2. Vertikal akse representerer avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. Disse resultatene danner grunnlaget for videre analyser av forholdet mellom pris og lager av naturgass. Avvik fra gjennomsnittlig lagernivå gir ikke særlig interessant informasjon alene. Justert lagervariabel forteller nå kun i hvor stor grad lageret avviker fra gjennomsnittlig nivå. Et avvik fra gjennomsnittlig nivå kan forekomme uavhengig av hvor stort lageret eller tilgjengeligheten av naturgass er. Det vil si at avvik er tilstede både før og etter 2009. Avvik kan eksempelvis skyldes plutselige problemer i distribusjonsnett, ekstra kald eller varm vinter eller andre uforutsette hendelser. Det som er interessant, sett i oppgavens perspektiv, er hvordan termin- eller spotmarkedet vil reagerte på disse avvikene, og hvordan disse reaksjonene differansierer de ulike periodene før og etter 2009. Avvik fra gjennomsnittlig lagernivå må av den grunn settes i sammenheng med pris til naturgass for å kunne se nærmere på problemstillingen

Det vil være en del usikkerhet knyttet til estimeringen av parametrene knyttet til regresjonsmodellen gitt i Ligning 5.1. Estimerte avvik fra gjennomsnittlig lagernivå er ikke nødvendigvis korrekt i forhold til virkeligheten. Virkelige sesongvariasjoner kan for eksempel ha vært lavere i perioden som undersøkes, slik at residualene burde vist flere avvik. Det er ikke sikkert at trendøkningen i lagernivåene var helt lineær, som antatt i regresjonsmodellen. Estimerte avvik fra gjennomsnittlig nivå ovenfor velges likevel til å representere oppgaven som lagervariabelen i videre analyser. Det vil vise seg å være et relativt bra estimat, som viser utpregede hendelser, når lagervariabelen senere settes i sammenheng med variasjonene i spotpris.





**Figur 5.2:** Sesong- og trendjusterte historiske lagernivåmålinger fra 1997 til 2015.

### 5.1.3 Påvirkning av økt produksjon på lagernivået

Basert på oppgavens problemstilling er det av interesse å undersøke hvorvidt det er en signifikant statistisk sammenheng mellom økt produksjon av naturgass og tilsynelatende økning i gjennomsnittlig lagernivå. Dette vil underbygge oppgavens problemstilling, samt konklusjon, om hvordan forholdet mellom pris og lager er forskjellige fra før og etter skifergassrevolusjonen. Vurderingen gjennomføres ved hjelp av regresjonsanalyse, hvor en ikke sesong- og trendjustert lagervariabel settes som responsvariabel. Forklaringsvariablene er 11 månedlige dummyvariabler *jan...des* og produksjonsvariabel *prod* med månedlige produksjonsdata. Ettersom produksjonsdataene kun rapporteres månedlig, var det nødvendig å omgjøre ukentlig lagervariabel til månedlig. Dette ble gjort ved å ta gjennomsnittet av ukentlige målinger for hver respektive måned. Regresjonsmodellen er gitt av Ligning 5.2.

$$L = \beta + \beta_{trend}T + \beta_{prod}prod + M_1 jan + \dots + M_{11} nov \quad (5.2)$$

Regresjonsresultater er vist i Tabell 5.2. Kun parameteren for produksjonsvariabelen  $\beta_{prod}$  er lagt ved i Tabell 5.2, da den er av størst interesse. Resterende regresjonsstatistikk er inkludert i Vedlegg A.2. Tabell i Vedlegg A.2 viser at det kan være sesongvariasjoner i lagermålingene, ettersom kun 1 månedlig dummyvariabel ikke er signifikant. Dette er forventet, da tilsvarende statistisk sammenheng ble avdekket under sesong- og trendjusteringen med ukentlige lagernivåmålinger i delkapittel 5.1.2.

**Tabell 5.2:** Regresjonsresultater fra analyse av forholdet mellom økende lagernivå og økende produksjon. Fullstendig regresjonsstatistikk for alle regresjonsanalyser er lagt ved i Vedlegg A.2.

$\beta_{prod}$	n	$R^2$	Justert $R^2$
0.770*** (0.096)	228	0.81	0.80

Estimerte standardavvik er gitt i parenteser

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Parameteren for produksjonsvariabelen,  $\beta_{prod}$ , er estimert til 0.77. Størrelsen på  $\beta_{prod}$  tilsier at lagernivået i gjennomsnitt bestod av 77 prosent av størrelsen til hver respektive månedlige produksjonsmåling. Dette vil si at lagernivået for en gitt måned bestod av ca. 77 prosent av produksjonsmålingen for samme måned. Økningen i produksjon av gass hadde dermed en positiv effekt på økningen lagernivået; prosentdelen utgjorde en stadig større del. En signifikant koeffisient antyder dermed en statistisk sammenheng mellom økningen i lagernivået og økningen i produksjonen av gass. Det er viktig å understreke at en regresjonsanalyse ikke kan bekrefte et kausalitetsforhold mellom to variabler. Påvirkningen av økende produksjon kan med stor sannsynlighet antas å ha hatt en påvirkning på lagernivået, signifikant forskjellig fra null. Regresjonsresultatene underbygger dermed oppgavens problemstilling. Dette gir et grunnlag for en videre sammenligning av forholdet mellom lagernivået og pris, med skifergassrevolusjonen som et skille mellom periodene og en mulig årsak til eventuelle endringer i forholdet.

## 5.2 Spotmarkedet og lagernivå

Dette kapitlet presenterer resultater fra analyser av forholdet mellom lager og spotpris. Kapitlet vil også diskutere og vurdere resultatene fra periodene fortløpende. Innledende analyse vil være et kvalitativ studie i form av en visuell fremstilling av historiske variasjoner av lager og spotpris. Videre vil en kvantitativ tilnærming ved hjelp av regresjonsanalyser vurdere forholdet ytterligere.

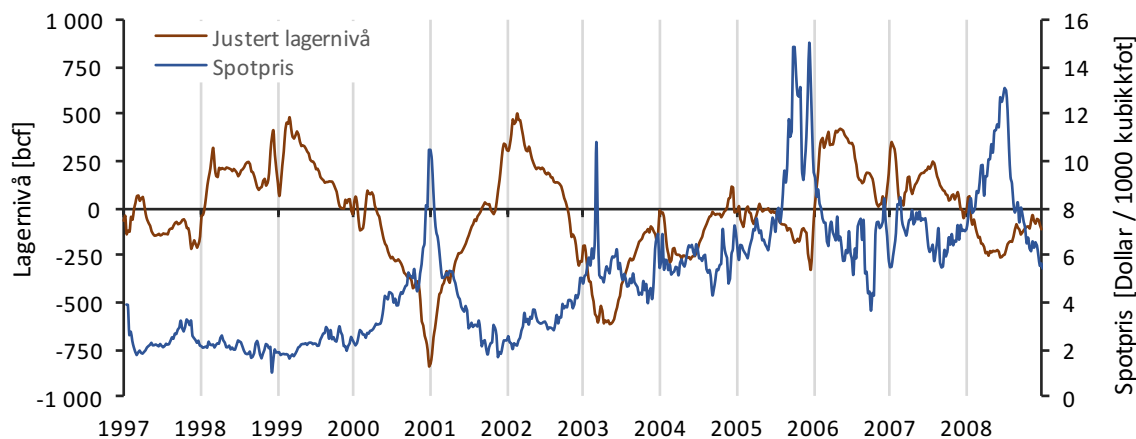
### 5.2.1 Historisk spotpris og justert lagernivå

Dette delkapitlet vil presentere fremstillingen av historiske avvik fra gjennomsnittlig lagernivå og variasjoner til spotpris. Figur 5.3 og 5.4 viser fremstillingen for henholdsvis perioden før og etter skifergassrevolusjonen. Figurene viser dynamikken mellom spotpris og justert lagervariabel gjennom hver delperiode. Delperiodene skilles med, som presisert tidligere i oppgaven, årsskiftet mellom 2008 og 2009.

Hver figur inneholder to separate vertikallakser. Venstre side representerer avvik fra gjennomsnittlig lagernivå i millioner kubikkfot gass. Høyre akse er koblet til spotprisen, og enheten er dollar per 1000 kubikkfot gass. Oppmerksomhet bør tillegges svart markørlinje som krysser venstre vertikal akse i null. Denne linjen indikerer det som er estimert til å ha vært normalt lagernivå ved gitt tidspunkt. Verdier under linjen betyr et nivå under gjennomsnittet, og over betyr over gjennomsnittet. Brun kurve er historisk lagernivå og blå kurve er spotpris. Dataserien relatert til spotpris er ikke blitt justert for trend da det er av interesse å fremheve forskjellen i prisnivå og trend mellom periodene.

#### Før skifergassrevolusjonen

Figur 5.3 viser avvik fra gjennomsnittlig lagernivå og spotpris til naturgass for perioden før skifergassrevolusjonen, nærmere bestemt perioden mellom januar 1997 og desember 2008. Dynamikken viser et tilsynelatende samsvar med enkel markedsteori, som sier at med stor tilgjengelighet av en vare i markedet går markedsliekevektsprisen ned, kontra lav tilgjengelighet hvor prisene vil stige. Spotprisen er som nevnt tidligere mer reaktiv på kortsiktige nyheter. Estimering av korrelasjonskoeffisient vil avdekke denne dynamikken i et senere kapittel.



**Figur 5.3:** Spotpris og avvik fra gjennomsnittlig lagernivå i perioden mellom januar 1997 og desember 2008.

Estimerte avvik fra gjennomsnittlig lager virker å representere virkelige hendelser bra satt i sammenheng med spotpris. Et nærmere studie av kurven avdekker at det ikke er en perfekt dynamikk mellom variablene. Spotpris kan være påvirket av andre utenforstående faktorer, og ikke kun ha reagert på endringer i lagernivået. Disse variablene kan ha vært helt uavhengig av daværende lagernivå av gass. Blant annet ble det i introduksjonskapittelet vist til artikler som diskuterer en kobling mellom olje- og gassprisen før 2009. For å begrense oppgaven vil den ikke gå nærmere inn på dette. Estimerte korrelasjonskoeffisienter mellom variablene viser senere i oppgaven til en ikke perfekt negativ korrelasjon.

Likevel er det noen hendelser i prisnivået som kan forklares, helt eller delvis, med lagervariabelen. Noen av disse, som også kan underbygges med dokumenterte virkelige hendelser, er beskrevet under.

- I vintersesongen 2000-2001 var det et betydelig fall i lagernivået under gjennomsnittet. Dette kan forklares med at enkelte områder denne vinterperioden opplevde lavere temperaturer enn normalt. I tillegg var utgangspunktet i lagernivået før selve starten på vinterperioden allerede under 5-årgjennomsnittet. Dette var et resultat av høyere priser i starten av 2000 som fikk enkelte aktører å avstå fra injisering i lager (Tobin and Thompson, 2001). Dette fallet er et godt eksempel på hvordan spotprisen reagerer på lagernivå under gjennomsnittet.
- Vintersesongen 2001-2002 er motsatt fra forrige eksempel, hvor lagernivået har en god økning over gjennomsnittet. Reaksjonen til spotprisen var her et betydelig fall. Årsaken til denne hendelsen kan begrunnes ved at temperaturene denne vinteren var mildere enn normalt, og da behovet for oppvarming også følgelig ble redusert (US eia, 2002).. Denne hendelsen er et godt eksempel på motsatt effekt, med et lagernivå over gjennomsnittet og lav spotpris.

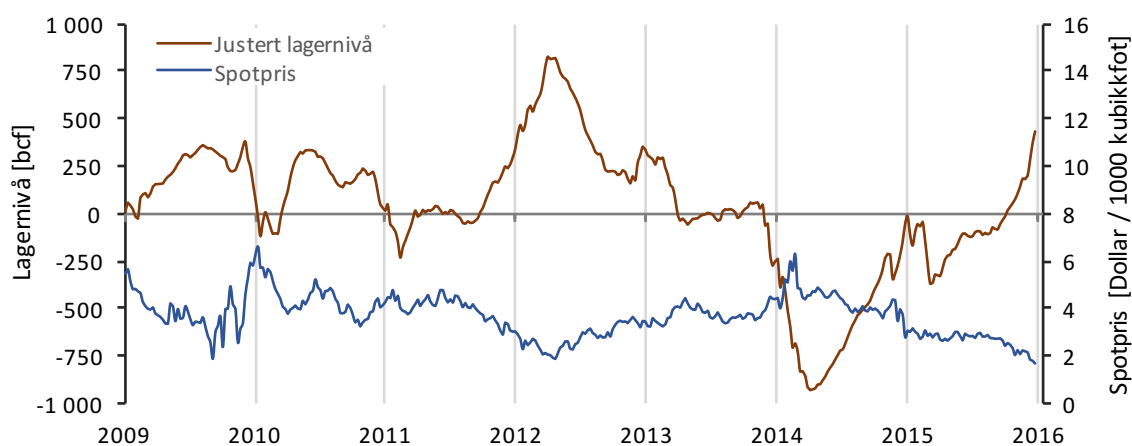
Trendmessig er det et generelt økende prisnivå gjennom perioden. På slutten av 1990-tallet var prisnivået rundt to-tre dollar. En gradvis økning viser en slutt verdi på rundt seks dollar. Perioden mellom start- og sluttverdi viser et marked preget av høy prisvolatilitet, og på enkelte tidspunkt skyter spotprisen i været. Som nevnt viser ikke hele kurven samsvar mellom avvik fra normalt lagernivå og reaksjon i spotpris. En økende trend, samt flere delvis uavhengige topper, kan være et resultat av et stramt naturgassmarked i USA fra

starten av 2000 og frem til slutten av 2008 (Levine et al., 2014). Mindre produksjon og mindre tilgjengelig naturgass på markedet presset prisene oppover. Volatiliteten kan på samme måte begrunnes med lav tilgjengelighet. Som det vil fremkomme senere i oppgaven var også terminprisene i denne perioden høyere enn daværende spotpris, noe som betyr at perioden var preget av forventninger om økende priser. Finanskrisen i 2008 viser også en økning i spotpris, før den starter å falle helt i slutten av perioden. Dette fallet kan være et sannsynlig resultat av økt gassproduksjon.

### Etter skifergassrevolusjonen

Figur 5.4 viser dynamikken til justert lager og spotpris i perioden etter skifergassrevolusjonen, nærmere bestemt perioden fra januar 2009 og frem til desember 2015. Som ved fremstillingen av figuren for første periode kan også enkel markedsteori delvis beskrive dynamikken mellom reaksjonene i spotpris og variasjonene i avvik fra normalt lagernivå.

Oppløsningen på verikal akse er lik som i Figur 5.3. Brun kurve hører til avvik fra gjennomsnittlig lagernivå og blå kurve viser variasjonene i spotpris.



**Figur 5.4:** Spotpris og avvik fra gjennomsnittlig lagernivå i perioden mellom januar 2009 og desember 2015.

I Figur 5.4 er det også i denne perioden noen hendelser i kurven som kanskje helt eller delvis kan beskrives med avvik i lagernivået. Noen eksempler på områder med forklaringer er (Natural Gas Supply Association, 2014):

- I løpet av vinteren mellom 2011 og 2012 ble det registrert en av den varmeste vinterperioden noensinne. Vinterperioden strekker seg mellom november og mars. Dette er i samsvar med et lagernivå langt over gjennomsnitt vist i figuren.
- Vinteren i årsskiftet 2012-2013 var preget av en normal vinterperiode uten noe markante særpreg. Lagernivået på kurven reduseres frem mot starten av perioden, og har ingen tydelige fall eller økninger.
- Vinteren 2013-2014 var derimot en meget kald vinterperiode. Perioden var hele ni prosent lavere enn normale vintertemperaturer, og det ble satt rekord i etterspørselen etter gass for husholdninger i januar og februar. Fallet førte følgelig sannsynligvis til et betraktelig større forbruk og et lagernivå under gjennomsnittet.

Trenden i variasjonene til spotprisen var i stor grad stabil. Lav grad av prisvolatilitet virker også å være karakteristisk for perioden. Et viktig poeng er at Figur 5.3 og 5.4 har samme oppløsning på vertikalaksene. På grunn av dette vil det se ut som perioden etter skifergassrevolusjonen har lav prisvolatilitet, og tilsynelatende lavere korrelasjon mellom spotpris og lager. Men perioden etter 2009 har fortsatt en del variasjoner tilstede, relativt sett i forhold til den periodens prisnivå. Variasjonene er vel og merke mest sannsynlig lavere enn før 2009. Estimert prisvolatilitet og korrelasjon senere i oppgaven vil underbygge dette.

Før videre analyser er det viktig å bringe frem oppmerksomhet på at Figur 5.3 og 5.4 kun illustrerer avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. Disse avvikene vil kunne være tilstede i begge perioder avhengig av uforutsette hendelser. Avvikene fra gjennomsnittlig lagernivå gir ikke innsikt i hvorvidt perioden etter 2009 hadde større lagernivå. Det totale lagernivået og produksjonen, som en funksjon av skifergassrevolusjonen, er derimot større etter 2009. Dette vil være mer synlig i kombinasjon med spot- eller terminmarkedet.

### **Oppsummering**

Visuell inspeksjon av Figur 5.3 og 5.4 avdekker flere betraktninger som kan differansiere periodene fra hverandre. Kort oppsummert er følgende betraktninger mest fremtredende og vil diskuteres nærmere.

- Gjennomsnittlig prisnivå
- Grad av avvik fra gjennomsnittlig lager
- Prisvolatilitet
- Utslag i spotpris ved endringer i lagernivået

Prisnivået utgjør uten tvil en signifikant forskjell mellom periodene. Dette gjelder både trendøkning og selve nivået. Overgangen fra første til andre periode viser et stort fall i prisen. Perioden før 2009 har en positiv økende trend, hvor det etter 2009 faller til et lavere nivå med ingen synlig trend. Gassmarkedet i USA i den første tiårsperioden var et stramt marked. Et marked med en generell lav tilgjengelighet av gass, både i form av produksjon og på lager. Dette markedet stemmer med observasjonene. Etter 2009 derimot fikk tilgjengeligheten en oppsving. Et marked med en produksjon av gass større enn hva markedet etterspurte, førte mest sannsynlig til nedgang i markedsprisen på gass. Dette kommer også frem i overnevnte observasjoner. I et økonomisk-teoretisk perspektiv ble tilbudskurven forskjøvet mot høyre. Tilbudskurven ble forskjøvet raskere til høyre enn økningen i etterspørselen, slik at markedslievektsprisen falt.

Det ble nevnt tidligere at avvik fra gjennomsnittlig lagernivå er tilstede i begge perioder, uavhengig av produksjonen eller lagernivåene av gass. Likevel kan det være antydninger til at lagernivåmålingene etter 2009 var i større grad over gjennomsnittet, og samtidig med mindre variasjoner. Fallet i 2014 kan begrunnes med kald vinterperiode, som diskutert ovenfor. Økt stabilitet i avvikene kan kanskje begrunnes med økning produksjon og totallageret.

Redusert prisvolatilitet er også en visuell betraktning som tydelig skiller periodene fra hverandre. Før skifergassrevolusjonen er spotprisen preget av større volatilitet kontra perioden etter. Etter 2009 virker markedet mye mindre volatil. Dette samsvarer i stor grad med presentert teori i Kapittel 3. Et større lagernivå fører til mindre variasjoner i spotpris, da aktørene oppnår en såkalt nytte kalt beleilighetsavkastning. Selv om uforutsette hendelser oppstod i markedet, var det kanskje nok gass på lager til å kunne opprettholde

tilbudet slik at markedet ikke ble like påvirket. Et marked med mindre tilgjengelige råvarer betyr motsetningsvis økte variasjoner i spotpris. Kvantifisering av prisvolatiliteten vil bli gjennomført i kapittel 5.2.2.

Som presisert tidligere har figurene en lik oppløsning på spotprisaksene for å fremheve differansen i prisenivå og volatilitet. Dette reduserer følgelig synlige variasjoner for perioden etter 2009, hvor prisenivået er langt lavere. Resultatet av dette er at det gjør det mer problematisk å avdekke variasjoner i spotprisen. En kvantifisering av korrelasjons- og variasjonskoeffisienten i de neste delkapitlene vil kunne bekrefte variasjoner også etter 2009. Ved visuell inspeksjon er det likevel mulig å avdekke en tilsynelatende lavere variasjon og reaksjon på endringer i lagernivået etter 2009.

Et utmerket eksempel på forskjellen i reaksjonen er vinteren i mellom 2014 og 2015. Her faller lagernivået til rundt 900 milliarder kubikkfot med naturgass under normalt nivå. Spotprisen øker fra rundt 4 dollar til en plass mellom 5 og 6 dollar. Motsetningsvis viser fallet i 2001 en prisøkning på ca 6 dollar. Et økt totallager kan med andre ord ha medført demping i variasjonene til spotprisen, og stemmer overens med presentert teori. Dette er et eksempel på at aktører i markedet oppnår nytte ved å holde lager, som diskutert i forrige avsnitt. Økt fleksibilitet i markedet betyr lettere å kunne møte utforventede endringer i etterspørselen.

Følgende delkapittel er kun basert på visuelle betraktninger av periodene. En kvantifisering av betraktningene vil underbygge diskusjon ovenfor. Blant annet vil korrelasjonskoeffisient mellom lagernivå og pris estimeres. I tillegg vil det blir forsøkt å studere forholdet mellom prisvolatilitet og lagernivå nærmere. Avslutningsvis gjennomføres en regresjonsanalyse mellom spotpris og justert lagernivå for å vurdere hvorvidt det er en statistisk sammenheng som samsvarer med observerte betraktninger ovenfor.

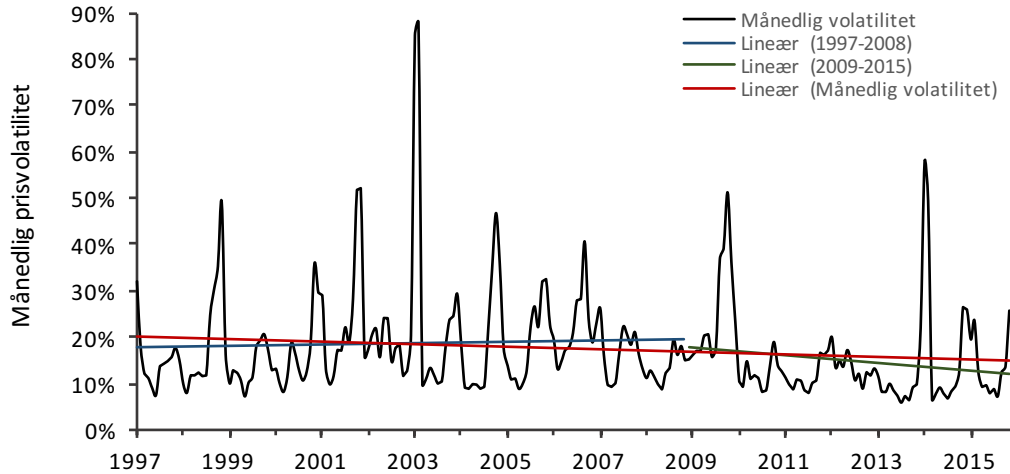
## 5.2.2 Prisvolatilitet og lagernivå

Kvantifisering av prisvolatilitet sett i sammenheng med avvik fra gjennomsnittlig lagernivå vil kanskje kunne gi et interessant innsikt i markedet og underbygge diskusjon ovenfor i hvordan periodene tilsynelatende skiller seg fra hverandre. Hvilken effekt har skifergassrevolusjonen hatt på forholdet mellom prisvolatilitet og lager til naturgass?

Som lagt frem i kapittel 3, er det å forvente en redusert volatilitet i prisen til en råvare med et økende lagernivå. Dette skyldes produsentenes mulighet å kunne møte en plutselig endring i etterspørselen etter råvaren og opprettholde tilbudet ved disse endringene.

Før nærmere analyse av prisvolatilitet, er det hensiktsmessig å presentere et historisk overblikk over prisvolatiliteten til naturgass gjennom perioden som undersøkes i denne oppgaven. Figur 5.5 plotter uthentede verdier av månedlig historisk prisvolatilitet ved hver månedsslutt til naturgass fra 1997 og frem til slutten av 2015. Daglig prisvolatilitet er beregnet av standardavviket til 30 påfølgende daglige logaritmiske avkastninger, hvor det videre er skalert opp til månedlig prisvolatilitet med å multiplisere standardavviket med kvadratroten av 21.

En felles lineær trendlinje for hele perioden er illustrert med en rød trendlinje. I tillegg er det lagt inn separate lineære trendlinjer for variasjonene før og etter skifergassrevolusjonen, vist med henholdsvis blå og grønn trendlinje. Rød trendlinje illustrerer en avtakende volatilitet gjennom hele perioden. Trendlinjen for perioden før 2009 indikerer en høyere volatilitet enn perioden etter 2009. Dette er som forventet basert på presentert teori. Før



**Figur 5.5:** Historisk månedlig prisvolatilitet til naturgass, inkludert periodiske trendlinjer.

2009 er trendlinjen tilnærmet lik stabil. Etter 2009 peker trendlinjen derimot som forventet i nedgående retning og er på et generelt lavere nivå enn før 2009. Trendlinjene lagt inn i historisk oversikt over prisvolatiliteten samsvarer med observasjoner gjort i Figur 5.3 og 5.4.

Hvorvidt reduksjon i volatilitet kan knyttes til en økende tilgjengelighet av naturgass i form av økende lagernivå er noe som vil undersøkes videre. Det statistiske verktøyet regresjonsanalyse brukes for å vurdere om det er grunnlag å si at en slik statistisk sammenheng eksisterer. Basert på visuell inspeksjon av plottet i Figur 5.5, og på tilsvarende observasjoner gjort av Geman and Ohana (2009) i naturgassmarkedet, er det antydninger til sykliske sesongvariasjoner i prisvolatiliteten. Sesongvariasjoner i prisvolatiliteten kan knyttes opp mot et relativt lavere lagernivå i vinterperioden og dermed en økt sensitivitet i prisvariasjonene. For å trekke ut en mulig sesongvariasjon i volatiliteten legges månedlige dummyvariabler inn i regresjonsmodellen.

Regresjonsmodellen for analyse av volatilitet og lagernivå er gitt i Ligning 5.3. Modellen består av 11 månedlige dummyvariabler *jan...des*, en lineær trend variabel  $T$  og justert lagervariabel  $L$ . Som alltid er tilhørende parametre for dummyvariablene  $M_1 \dots M_{11}$ ,  $\beta_{lager}$  for lagervariabelen og  $\beta_{trend}$  for trendvariabelen. For lagervariabelen brukes samme månedlige dataserie konstruert for bruk i vurderingen av sammenheng mellom økt produksjon og lagernivå i Kapittel 5.1.3. Responsvariabelen er uthentede verdier for månedlig prisvolatilitet ved hver månedsslutt.

$$\text{Prisvolatilitet} = \beta + \beta_{trend} T + \beta_{lager} L + M_1 \text{ jan} + \dots + M_{11} \text{ nov} \quad (5.3)$$

Regresjonsresultater fra analyse av sammenheng mellom prisvolatilitet og lagernivå er vist i Tabell 5.3. Tilhørende fullstendige regresjonsstatistikker er lagt ved i Vedlegg A.3 og A.4.

Tabell 5.3 viser ikke en statistisk sammenheng mellom månedlig prisvolatilitet og lagernivå. Dette er gjeldene for begge perioder. Parameteren tilhørende lagervariabelen  $\beta_{lager}$  er svært lav, med et høyt standardavvik. Lagervariabelen kan med et slikt resultat anses å ikke være statistisk signifikant for variasjonene til prisvolatiliteten. Tilsvarende konklusjon kan trekkes om den lineære trendvariabelen da  $\beta_{trend}$  også har et svært høyt standardavvik.

**Tabell 5.3:** Regresjonsresultater fra analyse av forhold mellom prisvolatilitet til spotpris og justert lagernivå. Verdier for parameterne  $\beta_{lager}$  og  $\beta_{trend}$  må multipliseres med en faktor på  $10^{-4}$  for korrekt størrelsesorden. Fullstendig regresjonsstatistikk for parametrene er lagt ved i Vedlegg A.3 og A.4 .

	$\beta_{lager}$	$\beta_{trend}$	n	$R^2$	Justert $R^2$
<b>1997 – 2008</b>	-0.24 (0.29)	0.64 (1.72)	143	0.20	0.12
<b>2009 – 2015</b>	-0.25 (0.27)	-6.85 (3.84)	84	0.20	0.05

Estimerte standardavvik er gitt i parenteser

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Dette er forventet grunnet ulike variasjoner og ingen gjentakelse. Trendlinjen ble kun brukt i Figur 5.5 til å gi innsikt i den historiske volatiliteten.

Det faktum at resultatene ikke viser en statistisk sammenheng mellom avvik fra gjennomsnittlig lagernivå og prisvolatilitet kan være forårsaket av at, som tidligere presisert, spotpris er påvirket av andre variabler. Lagervariabelen er også estimert på bakgrunn av ukentlige gjennomsnittlige lagernivå, hvilket det er knyttet en del usikkerhet til. I tillegg er volatiliteten en parameter som ikke er direkte observerbar i markedet (Tsay, 2005). Det finnes flere måter å estimere volatiliteten. Blant annet kan valg av antall daglige logaritmiske avkastninger for beregning av standardavviket kunne spille en rolle.

En  $R^2$  på 0.20 for perioden 1997–2008 kan begrunnes med en mulig sesongvariasjon i volatiliteten. Sesongvariasjonen er synlig gjennom graden av statistisk signifikans til dummyvariablene for sommermånedene mellom april og september i Tabell A.3. Årsaken til en slik sesongvariasjon kan være kombinasjonen av at disse månedene er preget av oppfylling av lagerne og et generelt lavere forbruk av gass. En slik kombinasjon kan ha ført til en lavere sensitivitet i prisen til gass, som nevnt tidligere. I tillegg er sommermånedene ofte mer regulære. En ekstra varm sommer kan forekomme, men ville ikke ha utgjort en like stor effekt på spotpris slik som en ekstra kald vinter kunne ha gjort.

Vintermånedene er mer utsatt for forskjellig variasjon år til år. Vinterperioden kan være ekstra varm eller kald og vil gi et stort utslag i markedet, da det i tillegg er økt sensitivitet i markedet grunnet lavere lagernivå. Observasjoner i Tabell A.3 for perioden før 2009 viser omtrentlig samme tendenser. P-verdiene her er litt høyere, og hypotesen for enkelte av månedene blir ikke forkastet. Dette kan skyldes en lav grense for når hypotesen om parameteren er statistisk signifikant forskjellig fra null forkastes.

En mulig forklaring på hvorfor sesongvariasjonene i sommermånedene etter 2009 er mindre signifikant kan være et resultat av at variasjonene generelt er blitt redusert. En lavere variasjon betyr lavere utpregede sesongvariasjoner i prisvolatiliteten. Kanskje var volatiliteten til spotprisen i denne perioden til og med med nesten kun påvirket av andre variabler. Det er ikke sikkert at påvirkningen fra disse variablene var preget av sesongvariasjoner og at størrelsen på lageret spilte en like stor rolle på spotprisen i denne perioden. Før 2009 kan derimot lagernivået ha hatt større påvirkning på spotprisen også i sommermånedene. Det faktum at spotpris er påvirket av andre faktorer spiller en stor rolle for vektleggingen av disse resultatene. Statistiske sammenhenger og tendenser trekkes likevel ut fra avdekkede resultater.



### 5.2.3 Korrelasjonskoeffisient

Tabell 5.4 viser estimerte korrelasjonskoeffisienter mellom avvik fra gjennomsnittlig lagernivå og trendjustert spotpris.

**Tabell 5.4:** Beregnet korrelasjonskoeffisient mellom spotpris og justert lagernivå for perioden før og etter skifergassrevolusjonen.

Korrelasjonskoeffisient	
1997 – 2008	−0.51
2009 – 2015	−0.67

Tabell 5.4 viser at estimerte korrelasjonskoeffisienter for begge periodene er negative. Dette er forventet basert på visuell inspeksjon av historisk oversikt over lagernivå og spotpris. En negativ korrelasjon tilsier at variablene beveger seg motsatt av hverandre. En relativ knapphet i forhold til normalt lagernivå kan medføre at tilbudskurven forskyves mer mot venstre relativt til etterspørselskurven, og drar prisen opp. Motsetningsvis fører et lagernivå over normalen til nedgang i spotprisene.

Korrelasjonskoeffisientene i Tabell 5.4 er tilnærmet like mellom periodene. Forklart dynamikk vil gjelde i begge periodene uavhengig av total tilgjengelighet. Differansen som oppstår kan skyldes feilestimering av avvik fra normalt lagernivå, se avsnitt 4.1.2 om trend- og sesongjustering av lagernivået. Eller det kan skyldes andre påvirkningsfaktorer kritiske for spotpris.

En forklaring på antydningen til en høyere korrelasjon i etterkant av skifergassrevolusjonen, kan være at reaksjonen til spotprisen er lavere og mer regulær. I tillegg er også variasjonene i avvik fra gjennomsnittlig lagernivå tilsynelatende redusert. Før skifergassrevolusjonen kan avvik i et i utgangspunktet stramt marked ha bidratt til store reaksjoner i spotpris, uavhengig av størrelsen på avviket. Korrelasjonskoeffisienten for perioden mellom 2009 og 2015 viser at det også eksisterte samme samvariasjon mellom variablene etter skifergassrevolusjonen. Dette kommer ikke like tydelig frem i Figur 5.4, slik som det gjør i Figur 5.3.

Korrelasjonskoeffisienten gir ikke grunnlag til å kunne bekrefte at det er en årsak/-virkning forhold mellom justert lagernivå og spotpris. Koeffisienten indikerer kun en mulig samvariasjon. En regresjonsanalyse i neste kapittel vil heller ikke kunne bekrefte eller avkrefte kausalitet mellom variablene, men vil kunne forklare en mulig sammenheng mellom dem mer i detalj. Å kunne stadfeste et forhold vil avhenge av bakgrunnsteori og analytikerens forutsetninger. En delvis sammenheng mellom lagernivå og spotpris vil være å forvente basert på presentert teori i Kapittel 3, i tillegg til diskusjon ovenfor. Men det er ikke noe teoretisk grunnlag for å si hvilken sammenheng. Når det gjelder analyser av terminmarkedet, og nærmere bestemt basisen, er det et større teoretisk grunnlag bak regresjonsresultatene.

## 5.2.4 Regresjonsanalyse av spotmarkedet

Basert på tidligere funn er det av interesse å gjennomføre en regresjonsanalyse med spotpris som responsvariabel og lagernivået som en av forklaringsvariablene. Dette vil kunne åpne for å se om tilsvarende slutninger kan trekkes fra disse regresjonsresultatene.

En problemstilling i forhold til regresjonsanalyse av spotpris er at variasjonen i dataserien ikke er konstant. Dette er basert på visuelle vurderinger av Figur 5.3 og 5.4. Spotpris er også påvirket av flere andre variabler, jmf. kopling med oljepris. En modell av variasjonene til spotpris kun beskrevet av lagernivået er sannsynligvis ikke tilstrekkelig. Vektingen på disse resultatene bør derfor være minimal i forhold til hvilken grad de beskriver markedsdynamikken perfekt. Med antakelse om at forutsetning 1-3 er oppfylt, vil resultatene ivertfall kunne brukes til å vise indikasjoner som funnet tidligere. P-verdi og standardavvik vil for øvrig være delvis feil estimat.

Begrunnelsen for gjennomføring av denne regresjonsanalysen er for å se hvorvidt en mulig sammenheng kan være tilstede. I tillegg vil resultatene kunne indikere en mulig differanse mellom periodene, som kan samsvare med visuelle observasjoner. Det er ingen bakgrunnsteori som tilsier at spotpris kun forholder seg til lagernivået av en råvare, slik det er mellom basis og lagernivå. Bakgrunnsteorien for regresjonsanalysene av basis og lagernivå vil derfor ha et større teoretisk grunnlag; både når det gjelder og valg av regresjonsmodell og forventede resultater. Regresjonsanalysene av basisene vil for øvrig også oppfylle forutsetningene i større grad, både når det gjelder homoskedastisitet og autokorrelasjon. Dette diskuteres videre i neste delkapittel.

Valg av modell for gjennomføring av regresjonsanalysen er en enkel lineær modell uten noen form for transformasjon av variablene, jmf. tidligere diskusjon. Modellen er gitt av Ligning 5.4 og består av forklaringsvariablene avvik fra gjennomsnittlig lagernivå  $L$ , trend  $T$  og 51 ukentlige dummyvariabler  $uke_1 \dots uke_{51}$ . Responsvariabelen,  $S$ , er spotpris.

$$S = \beta + \beta_{lager} L + \beta_{trend} T + D_1 Uke_1 + \dots + D_{51} Uke_{51} \quad (5.4)$$

Tabell 5.5 oppsummerer mest sentral parametere og tilhørende regresjonsstatistikk. Parameteren til lagernivåvariabelen  $\beta_{lager}$  og parameteren til trendvariabelen  $\beta_{trend}$  er gitt i henholdsvis andre og tredje kolonne i tabellen under.

**Tabell 5.5:** Regresjonsresultater fra analyse av forhold mellom spotpris og justert lagernivå. Verdier for parametrene  $\beta_{lager}$  og  $\beta_{trend}$  må multipliseres med en faktor på  $10^{-3}$  for korrekt størrelsesorden. Fullstendig regresjonsstatistikk for alle parameterne er lagt ved i Vedlegg A.5 og A.6.

	$\beta_{lager}$	$\beta_{trend}$	n	$R^2$	Justert $R^2$
<b>1997 – 2008</b>	-3.51*** (0.24)	11.6*** (0.3)	623	0.72	0.70
<b>2009 – 2015</b>	-2.09*** (0.09)	-6.1*** (0.1)	364	0.70	0.64

Estimerte standardavvik er gitt i parenteser

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Tabell 5.5 viser at modellen produserer verdier for  $R^2$  på 0.72 og 0.70, for henholdsvis perioden før og etter skifergassrevolusjonen. Dette kan tyde på at avvik fra gjennomsnittlig lagernivå kan beskrive en vesentlig del av variasjonene i spotprisen. Det er viktig å huske på at en god forklaring kan skyldes tilfeldigheter eller at lagervariabelen kun forklarer deler av enkeltvise reaksjoner i spotprisen. En reaksjon i spotprisen kan for eksempel ha bestått av flere årsaker fra andre variabler inkludert lagernivået. Regresjonsmodellen produserer p-verdier lik null for både  $\beta_{lager}$  og  $\beta_{trend}$ , og det kan dermed kanskje tenkes at det er noe signifikans i disse parameterne. Estimerte standardavvik er også relativt små i forhold til størrelsen på parameterne.  $\beta_{lager}$  og  $\beta_{trend}$  kan dermed være tilsynelatende statistisk signifikante for modellen. I tillegg fremgår det en differanse i parameterne mellom periodene, som samsvarer med tidligere poengterte observasjoner.

$\beta_{lager}$  er estimert til å ha et negativt fortegn, hvilket gjelder for begge perioder. En negativ parameter betyr at dersom lagernivået er under gjennomsnittlig nivå, vil dette leddet føre til et bidrag i spotprisen. Tilsvarende vil et lagernivå over gjennomsnittlig nivå, medføre en reduksjon i spotpris. Dette er i overensstemmelse med tidligere beregnet negativ korrelasjonskoeffisient, visuelle observasjoner og enkel markedsteori. Periodene sett i forhold til hverandre viser at koeffisienten før skifergassrevolusjonen er størst.  $\beta_{lager}$  er  $-3.51 \cdot 10^{-3}$  og  $-2.09 \cdot 10^{-3}$  for henholdsvis perioden før og etter 2009. Dette betyr simpelthen at reaksjonene til spotpris på avvik fra normalt lagernivå var sannsynligvis størst etter skifergassrevolusjonen. Dette gir delvis samsvar med at tilsynelatende estimert prisvolatilitet var størst før 2009. Visuelle observasjoner av Figur 5.3 gir også samme resultater.

Estimert  $\beta_{lager}$  for både perioden før og etter skifergassrevolusjonen stemmer også overens med markedets to ulike tilstander i disse periodene. Lave totale lagernivå før 2009, førte sannsynligvis til større reaksjoner på avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. Redusert  $\beta_{lager}$  etter 2009 samsvarer med større totale lagere, og aktørenes større evne til å for eksempel opprettholde tilbudet.

For å trekke ut trenden i spotprisvariasjonen antar regresjonsmodellen en lineær trendvariabel. En slik antakelse er ikke nødvendigvis korrekt, da trenden i variasjonene til spotprisen virker til å variere gjennom perioden, spesielt i perioden før 2009. En lineær trend brukes likevel da det gir en økt tilnærming og enkel forståelse av variabelen. Estimert  $\beta_{trend}$  er størst før 2009, med en verdi på  $11.6 \cdot 10^{-3}$ . Parameteren er positiv hvilket underbygger en økende trend. Etter 2009 ble parameteren estimert til  $-6.1 \cdot 10^{-3}$ . Lavere, samt en negativ trend, samsvarer med kurven i 5.3. Etter 2009 var tilførelsen av gass til markedet og lagerne stadig økende, noe som betyr at spotprisen var avtakende. Tabell A.5 og A.6 viser at nesten ingen av dummyvariabelene ble signifikante for regresjonsmodellen. Dette stemmer overens med at det ikke var noen observerbare sykliske bevegelser i spotpriskurvene.

## 5.3 Terminmarkedet

I analysen av terminmarkedet til naturgass faller det naturlig å ta utgangspunkt i basis. Basis er definert i Kapittel 3 som differansen mellom terminpris for en gitt terminkontrakt og gjeldende spotpris. Valget av basis som utgangspunkt for analyse av terminmarkedet er basert på at dette gir et bedre teoretisk grunnlag for valg av regresjonsmodell. Gjennom lagerteorien beskrives forholdet mellom lagernivå og basis.

Datagrunnlaget for oppgaven har fire ulike terminkontrakter, med fire tilhørende terminpriser. For hver påfølgende terminkontrakt øker leveringstiden med en måned. Det vil si at for terminkontrakt 1 er forfallsdato en måned etter inngåelsestidspunktet. For kontrakt 2 er forfallsdato to måneder etter inngåelsen. Tilsvarende logikk gjelder videre for terminkontrakt 3 og 4. For å forenkle videre analyse defineres det fire basiser; en for hver terminkontrakt. Basis 1 er definert for kontrakt 1, 2 for kontrakt 2 og tilsvarende for basis 3 og 4. Alle terminkontraktene er kontrakter med fastsatt levering ved Henry Hub i Louisiana, USA.

Basisene beregnes ved hvert tidspunkt for kontraktinngåelsen. Terminprisene varierer og endres på tilsvarende vis som spotprisen. Det vil si at basisene beregnes som differansen mellom gitt pris på terminkontrakt og daværende spotpris.

I forkant av regresjonsanalysene vil historisk utvikling til basisene gjennom begge periodene presenteres. Formålet med historisk fremstilling er å skape et oversiktlig bilde før videre diskusjon og tolkning av resultater fra regresjonsanalysene.

### 5.3.1 Oversikt over basisene

Figur 5.6 og 5.7 oppsummerer historisk utvikling for basis 1 til 4 gjennom henholdsvis perioden før og etter skifergassrevolusjonen. Begge figurene viser hvordan differansen mellom termin- og spotpris avtar med lengden på kontrakten. Kortere lagringstid, og mer sammenfallende spot- og terminpris er noen av årsakene til dette. Basis 1 har blant annet kortest tid til forfall, og har av den grunn oftest laveste verdier ved hvert tidspunkt. Basis 4 har høyest avvik. Et meget godt eksempel på dette er i overgangen fra 2000 til 2001 i Figur 5.6, hvor basisen øker for hver basis.

Figur 5.6 viser hvordan markedet før 2009 var preget av stort sett positive basiser; det vil si en høyere terminpris enn spotpris. Noen fall i kurven, ved blant annet 2001 og 2003, samsvarer med plutselige økninger i spotpris som vist tidligere. Oppførselen til basisen før 2009 kan forklares med avtakende produksjon og tilgjengelighet av gass i markedet, og planer om import fra andre nasjoner. Utsiktene i naturgassmarkedet var preget av en mulig fremtidig relativ knapphet på gass. Resultatet ble som observert tidligere, økende naturgasspriser med økte variasjoner. Dette kan ha blitt gjenspeilet i fremtidig økte forventninger av spotprisen og følgelig basisene. Terminprisene kan også ha vært preget av risikopremier. En risikopremie er vanskelig å kunne påvise i terminprisene. Forbrukere kan ha ønsket å sikre posisjonen sine i markedet ved å kjøpe terminkontrakter, grunnet dåværende dårlige utsikter. Spekulanter kan dermed ha måttet selge terminkontraktene og krevde kanskje en negativ risikopremie. Negativ risikopremie vil si at terminprisen settes til høyere enn forventet fremtidig terminpris. Dette kan ha bidratt til enda høyere terminpriser som vist i Figur 5.6.

I Figur 5.7 er det derimot synlig at basisene var nærmere null etter 2009. Et mer forutsigbart marked med større tilgjengelighet av gass, både på lager og i form av produksjon, kan være en utslagsgivende forklaring bak dette. Utsikter med høy tilgjengelighet av gass førte mest sannsynlig til ingen overprising av fremtidige terminkontrakter i forhold til daværende spotpris.

Figur 5.7 viser hvordan variasjonene i basisene er betydelig redusert etter 2009, kontra i Figur 5.6 hvor variasjonene er større. Dette kan forklares med tilsvarende tankegang som avsnittene ovenfor. Et marked med relativ lav tilgjengelighet betyr større usikkerhet for aktørene i markedet, og mer variasjon i både termin- og spotprisene. En større relativ volatilitet i spotpris i forhold til terminprisene. For å understreke en redusert variasjon i basisene etter 2009 estimeres standardavvikene til basisene gjennom hele perioden. Tabell 5.6 summerer opp estimerte standardavvik til hver basis.

**Tabell 5.6:** Estimert standardavvik for basis 1 til 4 i perioden før og etter skifergassrevolusjonen.

	<b>Basis 1</b>	<b>Basis 2</b>	<b>Basis 3</b>	<b>Basis 4</b>
<b>1997 – 2008</b>	0.41	0.60	0.78	0.96
<b>2009 – 2015</b>	0.27	0.39	0.47	0.52

Tabell 5.6 viser hvordan variasjonene i basisene avtar med avtakende tid til forfallsdato for hver periode. Dette kan være i samsvar med lettere å estimere terminprisene. Jo nærmere forfallsdato, jo større sannsynlighet for at daværende spotpris er nærmere forventningen om fremtidig spotpris (terminpris).

Estimerte standardavvik i Tabell 5.6 underbygger hvordan det etter 2009 er en reduksjon i variasjon til basisene. Estimaten viser en halvering av standardavvikene etter 2009, for hver respektive basis. Estimert standardavvik for basis 1 før 2009 er lik 0.41, mens det etter 2009 er 0.27. For basis 4 er estimert standardavvik estimert til 0.96 og 0.52 før og etter skifergassrevolusjonen. En slik reduksjon i standardavvikene betyr mindre avvik mellom spot- og terminpris etter 2009. Dette kan med stor sannsynlighet begrunnes med oppgavens hovedpunkt, nemlig økt produksjon og økte lagernivå som følge av skifergass.

Tabell 5.7 viser andelen av observasjoner i markedet som var i contango eller backwardation ved tidspunktet for kontraktinngåelsen. Basert på definisjoner i Kapittel 3 er basisen dermed positiv for contango og negativ for backwardation. Andelene er estimert ved hjelp av antall negative og positive basiser i hver periode.

**Tabell 5.7:** Andel observasjoner hvor markedet var i contango eller backwardation ved tidspunktet for kontraktinngåelsen.

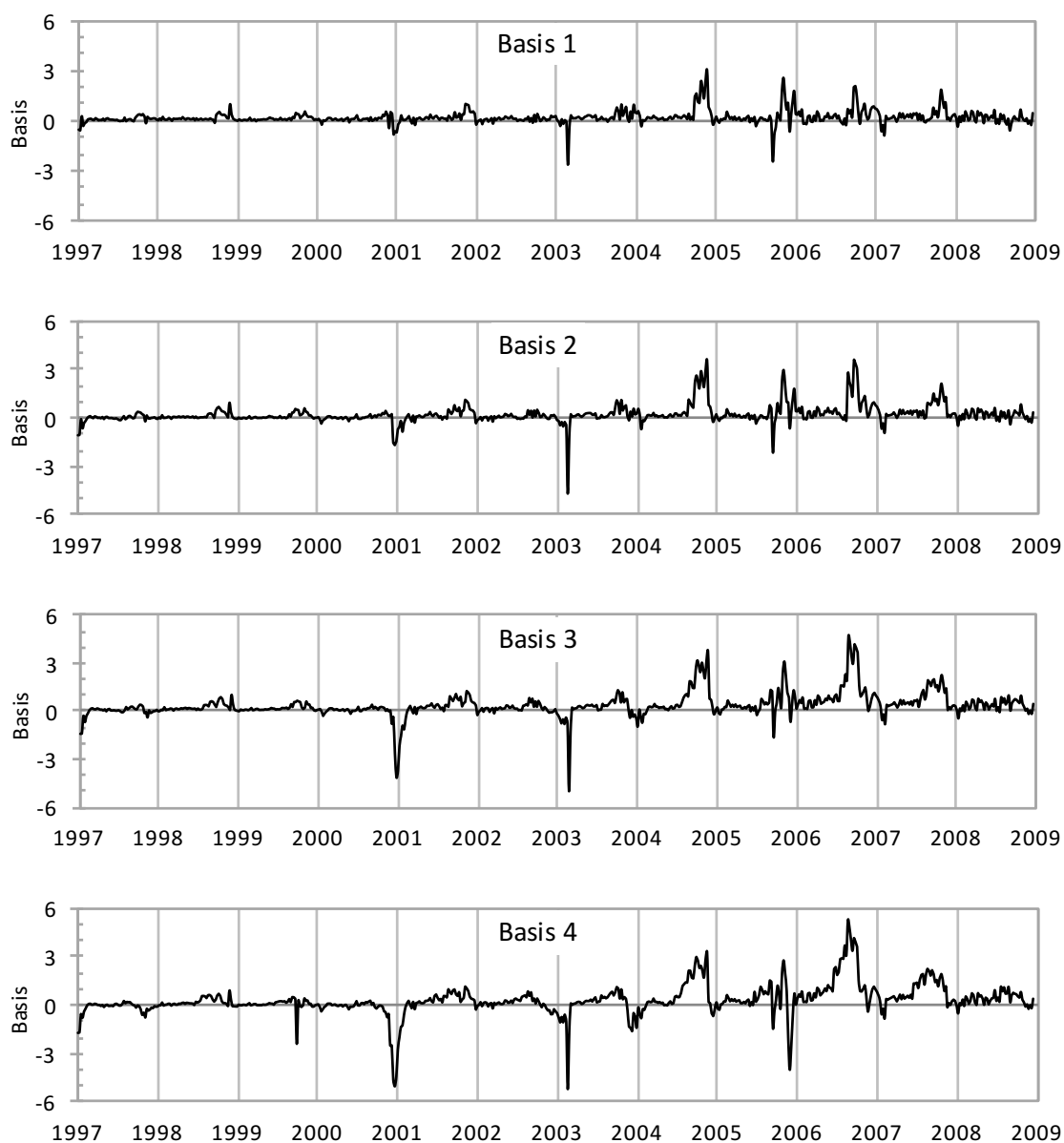
	<b>Basis 1</b>	<b>Basis 2</b>	<b>Basis 3</b>	<b>Basis 4</b>
<b>1997 – 2008</b>				
Contango	0.68	0.81	0.82	0.81
Backwardation	0.32	0.19	0.18	0.19
<b>2009– 2015</b>				
Contango	0.63	0.75	0.83	0.87
Backwardation	0.37	0.25	0.17	0.13

Tabell 5.7 viser at i godt over halvparten av observasjonene mellom 1997 og 2008 var markedet i contango. Dette samsvarer med et marked i forventning om økende priser på råvaren, og visuell historisk oversikt over variasjonene til basisene. Etter 2009 er andelene forholdsvis like. Dette kan være et resultat av andelene er basert på antall negative eller positive observasjoner. Etter 2009 er det synlig at basisene er langt nærmere null, og at de ikke på nær er like store som i perioden før. Selv om beregnet basis tilnærmet lik null, vil en basis rett over null føre til økning i andelen av observasjoner i contango.

En mer korrekt sammenligning av hvor stor andel av tiden markedet i periodene var i contango eller backwardation, ville vært å ha definert et intervall rundt null til å ikke være i verken i contango eller backwardation. I dette tilfellet brukes kun visuelle betraktninger til å bekrefte at perioden før 2009 er i langt større grad i contango, da det kommer tydelig frem i Figur 5.6l.

### 5.3.1.1 Visuell fremstilling av basis 1-4, 1997-2008

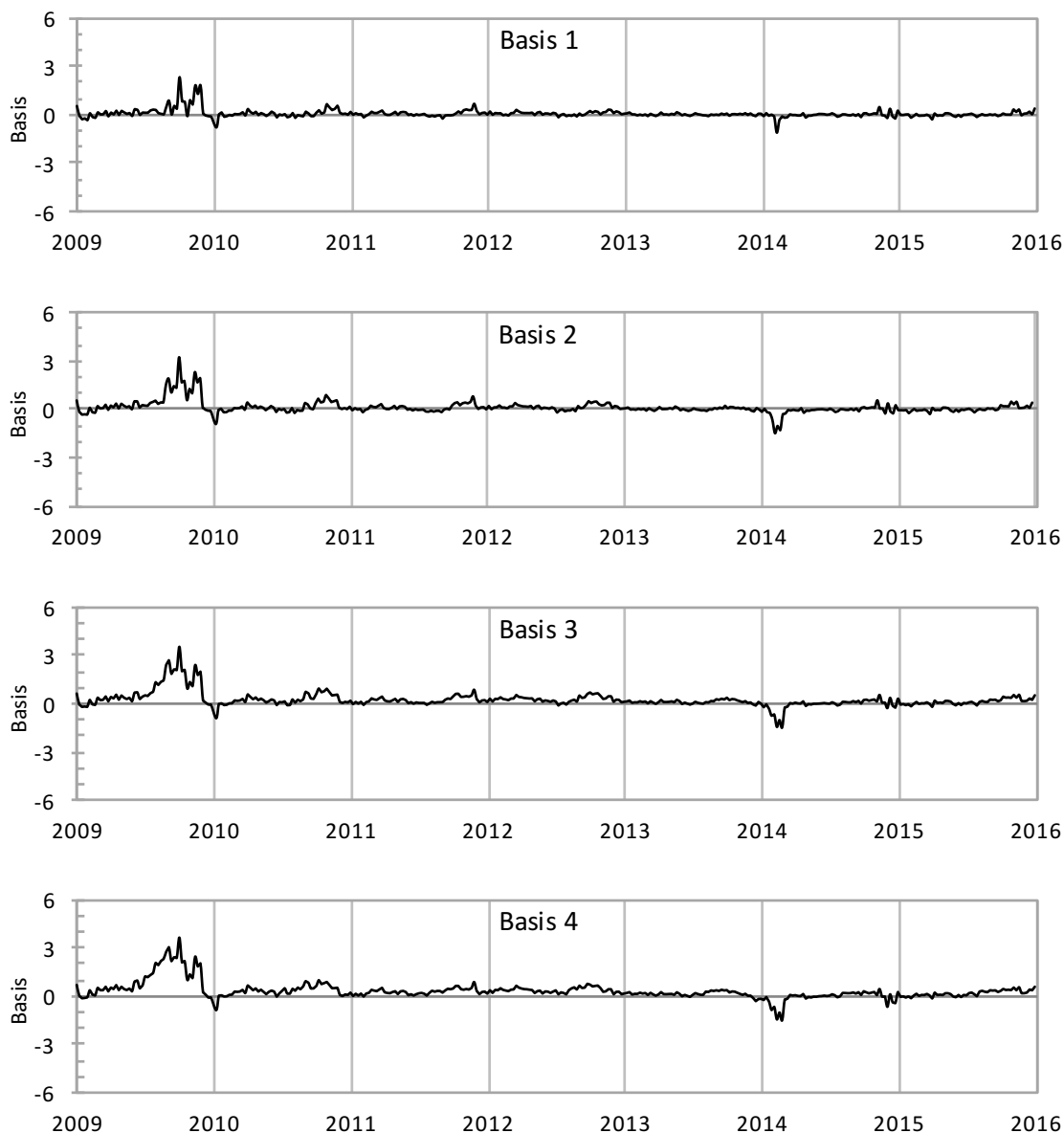
Figur 5.6 viser historisk oversikt over utviklingen til basisene gjennom perioden før skifergassrevolusjonen, januar 1997 og frem til desember 2008. Fire påfølgende diagrammer viser oversikten til henholdsvis basis 1 til 4 i stigende rekkefølge. Venstre akse indikerer størrelsen på basisen i dollar per 1000 kubikkfot, differansen mellom termin- og spotpris. Horizontal akse representerer tid. Figurene viser som beskrevet ovenfor, en basis nærmere null ettersom tid til forfallsdato avtar, og i stor grad positive basiser.



**Figur 5.6:** Historisk oversikt over basis 1 til 4 for skifergassrevolusjonen.

### 5.3.1.2 Visuell fremstilling av basis 1-4, 2009-2015

Figur 5.7 viser oversikt over utviklingen til basisene gjennom perioden etter skifergassrevolusjonen, januar 2008 og frem til desember 2015. Fire påfølgende diagrammer viser oversikten til henholdsvis basis 1 til 4 i stigende rekkefølge. Venstre akse viser størrelsen på basisen i dollar per 1000 kubikkfot gass, differansen mellom termin- og spotpris. Horisontal akse representerer tid. Diagrammene viser som beskrevet ovenfor, en basis nærmere null ettersom tid til forfallsdato avtar. I tillegg er det tydelig at basisene er blitt mer stabile, kontra i Figur 5.6



**Figur 5.7:** Historisk oversikt over basis 1 til 4 etter skifergassrevolusjonen.



## 5.3.2 Regresjonsanalyse av basis

En regresjonsanalyse av basisene som responsvariabel med lagernivå som forklaringsvariabel vil kunne avdekke en mulig endring av forholdet mellom lager og pris etter skifergassrevolusjonen. Fordelen med regresjonsanalyse av basis er at det er et teoretisk grunnlag bak valget av regresjonsmodell. Resultatene fra påfølgende analyser vil kvantifisere forholdet ytterligere og underbygge deler av diskusjonen og observasjonene i delkapittelet ovenfor.

### 5.3.2.1 Valg av regresjonsmodell

Forholdet mellom basis og lagernivå er gitt av forholdet gitt i Figur 3.3. Forholdet er i engelsk litteratur omtalt som “supply-of-storage“. For å inkludere dette ikke-lineære forholdet mellom lagervariabelen og basisene må en av variablene transformeres slik som beskrevet i Kapittel 4.3.5. Valgt transformasjon er en logaritme-transformasjon av justert lagervariabel. En problemstilling som dukker opp i forhold til en slik transformasjon er det faktum at lagernivået opprinnelig rapporteres som avvik fra gjennomsnittlig lagernivå, og vil av den grunn inneha både negative og positive verdier. Ettersom det ikke er mulig å ta den naturlige logaritmen av negative verdier vil en slik transformasjon ikke kunne gjennomføres på den originale justert lagervariabelen.

En mulig løsning kunne vært å addere en konstant på lagervariabelen, slik at mest negativ verdi ble forankret i et positivt tall over null. Denne konstanten måtte i denne sammenhengen ha vært relativt stor i forhold til verdiene i dataserien, da avviket fra gjennomsnittlig nivå til tider er under 800. Å addere en stor konstant til variabelen kunne medført en forvrengning av regresjonsresultatene og estimerte parametere til regresjonsmodellen. Alternativt kunne negative verdier vært definert til å være en manglende verdi, men ettersom negative verdier i denne sammenhengen er like kritisk for resultatene som positive verdier, ville ikke det ha vært fordelaktig for resultatene (Thürer, 2016, s.80).

Valgt løsning på problemstillingen er å omdefinere lagervariabelen slik at negative verdier fjernes fra variabelen og at det ikke lenger er nødvendig å addere en konstant. På denne måten er en logaritme-transformasjon mulig å gjennomføre. Valgt omdefinering er å beregne ratioen mellom reelt lagernivå ( $L$ ) og predikert lagernivåmåling ( $Y$ ) fra sesong- og trendjusteringen. På denne måten blir lagervariabelen som før, avvik fra sesongvariasjonene, men uten negative verdier. Formelen for lager-ratioen er gitt av Ligning 5.5.

$$\text{Lager} - \text{ratio} = r(L) = \frac{\text{lagernivåmåling}}{\text{predikert}} \quad (5.5)$$

$r(L)$  svarer dermed til prosentvis avvik fra gjennomsnittlig lagernivå, hvor en ratio over 1 betyr over gjennomsnittet og en ratio under 1 betyr under gjennomsnittet. Valgt regresjonsmodell for regresjonsanalysen av basis,  $B$ , er dermed gitt av Ligning 5.6:

$$B = \beta + \beta_{\text{lager}} \log(r(L)) + \beta_{\text{trend}} T + D_1 \text{Uke}_1 + \dots + D_{51} \text{Uke}_{51} \quad (5.6)$$

Modellen består av 51 dummyvariabler  $\text{Uke}_1 \dots \text{Uke}_{51}$ , med tilhørende parametere  $D_1 \dots D_{51}$ , for å trekke ut mulig sesongvariasjon. En lineær trendvariabel,  $T$  brukes til å fjerne trenden

i variasjonene. Den viktigste forklaringsvariabelen er lager-ratioen  $r(L)$ , og brukes til å gi størrelsen på lagernivået, nærmere bestemt avvik fra gjennomsnittlig lagernivå.

Parametrene relatert til variabelene for avvik fra gjennomsnittlig lagernivå og trend gitt av  $\beta_{lager}$  og  $\beta_{trend}$  er av størst interesse. Resterende statistikk for parametrene tilhørende de ukentlige dummyvariablene, er ikke av like stor interesse for analysens formål. Disse vil legges ved i hver respektive regresjonsstatistikk i Vedlegg A.

Fordelen med regresjonsanalyse av basis er at dynamikken tilsynelatende er konstant med konstant varians; basert på visuell inspeksjon av historisk oversikt. Basisene varierer rundt null, i motsetning til spotpris hvor det var flere skifter i dynamikken og en ikke-konstant variasjon; heteroskedastisitet. I tillegg er det som nevnt tidligere et teoretisk grunnlag for valg av regresjonsmodellen. I hvilken grad basisene er oppfyller alle forutsetningene, beregnes ikke grunnet mangel på anvendelig programvare til å kunne gjennomføre slike tester på en effektiv måte. Det er heller ikke ønskelig å overkomplisere modellene og resultatene. Påfølgende regresjonsresultater antas å oppfylle forutsetningene om lineær regresjonsresultatene, da det vil være tilstrekkelig for oppgavens formål; å trekke ut tendensene i periodene og kunne gjennomføre en sammenligning av periodene.

Et ikke-lineært forhold mellom lagernivået og basisen kan vises ved hjelp av partiell derivasjon av regresjonsmodellen gitt i Ligning 5.6 med hensyn på lager-ratioen. Resultatet av utledningen er vist i Ligning 5.7.

$$\frac{dB}{dr(L)} = \beta_{lager} \cdot \frac{1}{r(L)} \quad (5.7)$$

Ligning 5.7 viser at med et stort lager, hvilket vil si et lagernivå over gjennomsnittet, er marginal effekt til lagernivået på basis lav. I motsatt tilfelle, vil et lagernivå under gjennomsnittet har større effekt på basisen. Effekten av Ligning 5.7 ville produsert en kurve av forholdet mellom basis og lagernivå lik Figur 4.1. Dette samsvarer med kurven presentert i kapittel 3, Figur 3.3.

Det at effekten til lagernivået på basisen er lav med høyt lagernivå, er sammenfallende med effekten av marginal beleilighetsavkastning på Ligning 3.5 gitt av lagerteorien. Ligning 3.5 presenterer komponentene til basisen, hvor marginal beleilighetsavkastning spiller en stor rolle.

### 5.3.2.2 Analyse av basis i perioden 1997-2008

Tabell 5.8 oppsummerer regresjonsstatistikk for de mest sentrale parameterne fra analysene av basis 1 til 4 i perioden januar 1997 og frem til desember 2008. Første kolonne indikerer nummer på basis; lengden på terminkontrakten. Andre kolonne gir parameteren for lager-ratiovariabelen,  $\beta_{lager}$ , og tredje kolonne parameteren for trendvariabelen,  $\beta_{trend}$ . Påfølgende kolonner gir henholdsvis antall observasjoner til grunn for regresjonsanalysen, R-kvadrert og justert R-kvadrert.

**Tabell 5.8:** Regresjonsresultater fra analyse av basis 1-4 i perioden januar 1997 til desember 2008. Parameteren  $\beta_{trend}$  må multipliseres med en faktor på  $10^{-3}$  for korrekt størrelsesorden. Fullstendig regresjonsstatistikk for alle parameterne er lagt ved i Vedlegg A.7, A.8, A.9 og A.10.

	$\beta_{lager}$	$\beta_{trend}$	n	$R^2$	Justert $R^2$
<b>Basis 1</b>	0.268** (0.096)	0.36*** (0.08)	623	0.26	0.19
<b>Basis 2</b>	0.685*** (0.132)	0.85*** (0.11)	623	0.35	0.29
<b>Basis 3</b>	1.251*** (0.162)	1.41*** (0.14)	623	0.41	0.36
<b>Basis 4</b>	1.750*** (0.195)	1.87*** (0.17)	623	0.43	0.38

Estimerte standardavvik er gitt i parenteser

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

$\beta_{lager}$  og  $\beta_{trend}$  er signifikant for regresjonsmodellen for alle basisene. R-kvadrert øker med lengden på terminkontraktene, hvor modell for basis 1 forklarer cirka 26 prosent, i motsetning til 43 prosent for basis 4. Tilsvarende observasjon gjøres i verdiene for justert R-kvadrert.

Tabell 5.8 viser hvordan  $\beta_{lager}$  er lavest for basis 1. Koeffisienten for lager-ratioen øker gradvis med lengden på terminkontrakten. Fra 0.268 for basis 1 til 1.750 for basis 4. Det faktum at  $\beta_{lager}$  øker med lengden på terminkontrakten, kan samsvare med at terminprisene for kontrakt 1 er nærmest forfallsdato, og at variasjonene i terminprisen samsvarte i større grad med variasjonene i spotpris. Jo kortere tid til forfallsdato, jo mer tilsvarende reaksjoner har terminprisen også på kortsiktige nyheter, slik som spotpris. På denne måten ble basisen relativt stabil i forhold til hver påfølgende lengre basis, uavhengig av endringer i lagernivået.

Parameteren  $\beta_{lager}$  ble dermed estimert til å lavest for basis 1. Påfølgende terminkontrakter reagerer mindre og mindre på de samme nyhetene som spotprisen, og basisene vil av den reagere mer på endringer i lagernivået. Dette kan være årsaken til at parameteren for basis 4 ble estimert til å være størst. Dette samsvarer også med visuelle observasjoner i historisk oversikt i Figur 5.6, hvor variasjonene er størst for basis 4.

En logaritme-transformasjon av lagervariabelen fører til følgende generell tolkning av  $\beta_{lager}$ :

- En prosent økning i lager-ratioen medfører en økning tilsvarende  $\beta_{lager}/100$  i basisen.

Effekten av tolkningen ovenfor skaper det ønskede ikke-lineære forholdet mellom lagernivå og basis. En prosent økning i lager-ratioen vil stadig bli større etterhvert som utgangspunktet

øker. Endringen i basis vil fortsette konstant økning lik  $\beta_{lager}/100$ , uavhengig av hvor stor den reelle endringen i lagernivået blir. Dette skaper kurven som illustrert i Figur 4.1. Nærmere diskusjon rundt avtakende marginal effekt som funksjon av lagernivået vil finne sted i delkapittel 5.3.3.

Estimert koeffisient  $\beta_{trend}$  er positiv. Koeffisienten øker også i størrelse som en funksjon av terminkontraktenes lengde, tilsvarende som  $\beta_{lager}$ . Positiv trend i basisene er å forvente basert på analyse av spotpris, som også viser en positiv økende trend i perioden før skifergassrevolusjonen. Forventningene i fremtidige terminprisene kan ha basert seg på informasjon om et stramt gassmarked og relativt dårlige utsikter. Dette kan ha medført en trendmessig økning i fremtidige terminpriser. Stadig økende terminpriser, gjerne over spotpris, betyr positiv basis, gitt definisjon av basis. Tilsvarende observasjoner er synlige i Figur 5.6. En økende  $\beta_{trend}$  med lengden på terminkontrakten er å forvente basert på tidligere diskusjon om at utslagene i lengre terminkontrakter var større enn i de korte. Markedet var med andre ord preget av en forventning av økende gasspriser, og som funnet tidligere, kan dette også tyde på at markedet var i contango.

### 5.3.2.3 Analyse av basis i perioden 2009-2015

Tabell 5.9 oppsummerer regresjonsstatistikk for mest sentrale parametre fra analysene av basis 1 til 4 i perioden etter skifergassrevolusjonen. Tabellen presenterer resultatene på tilsvarende måte som ved regresjonsresultatene for første periode i forrige delkapittel.

**Tabell 5.9:** Regresjonsresultater fra analyse av basis 1-4 i perioden mellom januar 2009 og desember 2015. Parameteren  $\beta_{trend}$  må multipliseres med en faktor på  $10^{-3}$  for korrekt størrelsesorden. Fullstendig regresjonsstatistikk for alle regresjonsanalyser er lagt ved i Vedlegg A.11, A.12, A.13 og A.14.

	$\beta_{lager}$	$\beta_{trend}$	n	$R^2$	Justert $R^2$
<b>Basis 1</b>	0.117 (0.083)	-0.68*** (0.14)	364	0.32	0.20
<b>Basis 2</b>	0.267* (0.110)	-1.19*** (0.18)	364	0.42	0.32
<b>Basis 3</b>	0.367** (0.128)	-1.65*** (0.21)	364	0.46	0.36
<b>Basis 4</b>	0.471*** (0.140)	-2.06*** (0.23)	364	0.48	0.39

Estimerte standardavvik er gitt i parenteser

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

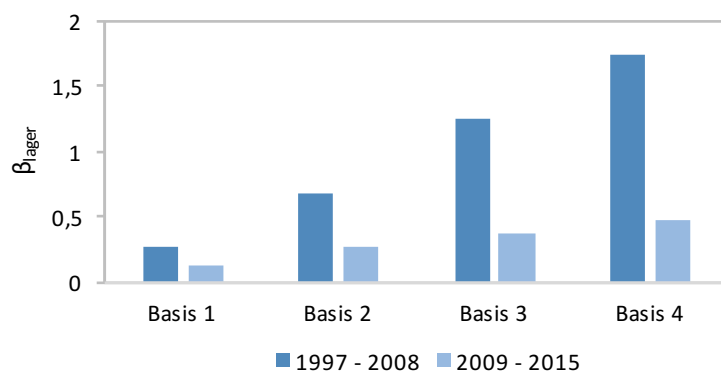
Tabell 5.9 viser at  $\beta_{lager}$  også her er økende med lengden på terminkontrakten. I motsetning til forrige analyse, estimeres ikke lager-ratioen til å være signifikant for basis 1. En gradvis økning av signifikans er deretter tilstede for hver påfølgende basis. Grenseverdien for å avgjøre signifikans til parameteren på modellen er satt til å være høy, og videre diskusjon vil av den grunn anta at lagervariabelen er signifikant for alle basisene.

Når det gjelder sammenligning av regresjonsresultatene for periodene, er det noen sentrale elementer som differansierer periodene fra hverandre og som definerer en merkbar endring

i forholdet mellom pris og lager, før og etter skifergassrevolusjonen.

- Størrelse på  $\beta_{lager}$
- Fortegn på  $\beta_{trend}$

Regresjonsresultatene for periodene avdekker en signifikant sannsynlig differanse i nivået på  $\beta_{lager}$ . Før 2009 estimeres  $\beta_{lager}$  til å være 0.268 for basis 1, mens etter 2009 estimeres den til 0.117. Tilsvarende effekt kan observeres både i estimatene av  $\beta_{lager}$  for basis 2, 3 og 4. Forskjellen i størrelsen på parameteren er oppsummert i Figur 5.8. I stolpediagrammet kommer differansen tydelig frem, både mellom periodene og mellom basisene i hver periode. Stolpediagrammet er delt inn fire basiser, hvor det er en stolpe for hver periode.



**Figur 5.8:** Oversikt over størrelsen til estimatene av parameteren  $\beta_{lager}$  for hver basis i begge perioder.

Figur 5.8 viser hvordan  $\beta_{lager}$  før 2009 øker gradvis med lengden på terminkontraktene. Etter 2009 estimeres derimot parameterne til å være tilnærmet konstante. Sett relativt i forhold til perioden før 2009, virker  $\beta_{lager}$  nesten å være uavhengig av lengden på terminkontraktene etter 2009. Størrelsen på  $\beta_{lager}$  avgjør i hvilken grad lagernivået påvirker basisen.

Det faktum at  $\beta_{lager}$  er tilnærmet konstant etter 2009 kan forklares med et langt mer forutsigbart marked. Forventningene av fremtidige spotpriser (terminpriser) kan ha vært mye mer konstante, og treffsikre. Markedet ble blant annet tilført store mengder produsert skifergass, og lagernivåene økte som et resultat av dette. Det sier seg selv at markedet blir mer rolig når totallagerne av skifergass øker og forventes å øke fremover i tid. Spotprisens fall og de relativt stabile variasjonene rett etter 2009 kan også ha bidratt til basisens lavere sensitivitet i forhold til endringer i lagernivået. Avvik fra gjennomsnittlig lager etter 2009 førte ikke til store reaksjoner i spotpris, hvilket betyr at det ikke heller ble en stor endring i basisen. Fremtidige terminpriser ble mest sannsynlig ansett være nokså lik spotprisen ved hver kontraktinngåelse. Dette tyder på å ha kunnet gjelde alle fire kontraktslengdene, hvilket kan understreke at markedet var ganske fortrolig med fremtiden. Rolig spotpris, i tillegg til rolig terminpris, betyr en stabil basis. Økt tilgjengelighet av naturgass grunnet skifergass kan selvfølgelig ha spilt en sentral rolle for et roligere marked og effekten funnet i estimerte parametre.

Differansen i  $\beta_{lager}$  betyr at basisene før 2009 økte, eller ble redusert, mer ved 1 prosents endring i lager-ratioen enn endringer etter 2009. Gassmarkedet før 2009 var langt mer preget av en uvis fremtid; lavere produksjon og økende priser. Terminprisene ble dermed preget av en forventning om økende priser. Resultatet ble høye terminpriser, slik som

avdekket fra visuell inspeksjon av Figur 5.6. I tillegg var spotprisen i større grad preget av variasjoner og større reaksjoner på avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. Nevnte komponenter kan alle ha bidratt til at effekten til lagernivået på basisen var større før 2009.

$\beta_{trend}$  for 1997-2008 har et positivt fortegn. Dette samsvarer med observasjoner og diskusjon tidligere om at denne perioden var preget av et marked i contango. Terminprisene var større enn spotpris grunnet forventning om økende priser. Gassmarkedet var, som nevnt tidligere, preget av dårlige tider. En positiv trend betyr at basisene var generelt økende. For at basisen skal være økende kan terminprisen øke. En trendøkning i basisen kan derfor være et riktig estimat for perioden før skifergassrevolusjonen. I tillegg underbygger dette det faktum om at markedet kan ha vært i contango før 2009.

Estimert parameter for trendvariabelen etter 2009 er negativ. Trenden tilsier en gradvis avtakende basis etter 2009. Dette er i samsvar med en økende produksjon og generell økning av tilgjengelighet. Forventningene om fremtidig spotpris var kanskje i denne perioden i snitt synkende, som følge av informasjon om en stadig økende fremtidig produksjon av skifergass. Markedet kan med andre ord ha vært preget av en flytting av basis stadig nærmere mot null. Terminpris kan ha falt litt raskere enn spotpris. Dette er ikke synlig i Figur 5.7, hvor det kommer frem at basisen var ganske stabil rundt null.

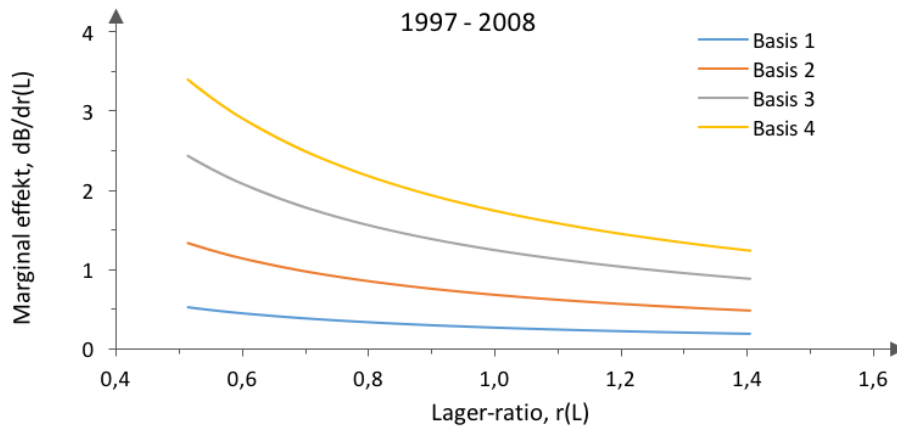
### 5.3.3 Marginal effekt

Følgende kapittel ser nærmere på hvordan effekten til avvik fra gjennomsnittlig lagernivå på basisene er forskjellige mellom periodene. Marginal effekt,  $\frac{dB}{dr(L)}$ , er beregnet ved hjelp av ligningen for marginal effekt gitt av Ligning 5.7. Ligningen består av en brøk, hvor telleren er parameteren for lagervariabelen  $\beta_{lager}$  estimert i regresjonsanalysene i forrige kapittel. Telleren består av lager-ratioen, det vil si avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. Lager-ratiovariabelen består av alle observasjonene av avvik fra gjennomsnittlig lager for hver respektive periode.

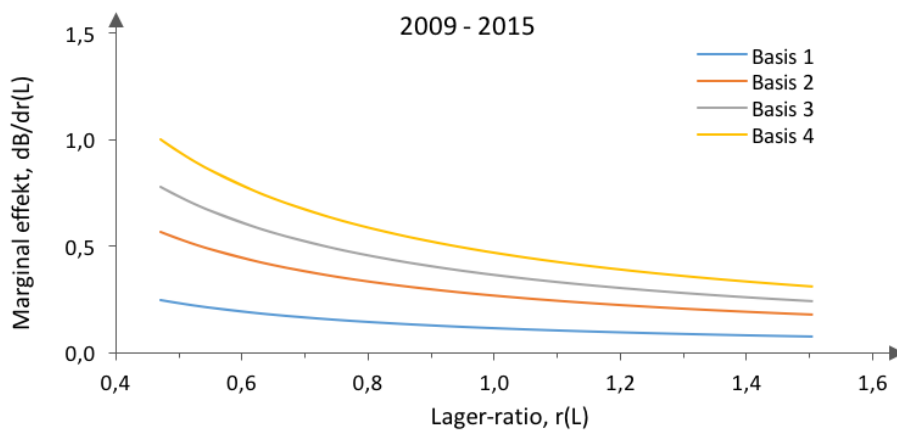
I Figur 5.9 og 5.10 plottes marginal effekt på basis 1 til 4 for hver periode mot lager-ratioen, henholdsvis for perioden før og etter 2009. Øverst til høyre i hver Figur er det angitt hvilken farge av kurven som hører til hvilken basis. Horisontal akse representerer lager-ratioen, det vil si avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. En lager-ratio på 1 tilsvarer et normalt lagernivå uten noen avvik. Vertikal høyre akse viser marginal effekt til lagernivået. Det bør bemerkes at vertikal akse i Figur 5.9 og 5.10 ikke har lik oppløsning.

Figur 5.9 og 5.10 viser forventede ikke-lineære forhold mellom marginal effekt og lager-ratio. Differansen innad i hver periode mellom basisene er et direkte resultat av at det eneste som skiller kurvene fra hverandre er parameteren  $\beta_{lager}$ . Estimerte  $\beta_{lager}$ -parametre for hver basis var økende for hver lengre terminkontrakt. Marginal effekt avtar etterhvert som lagernivået øker. Dette er som forventet på grunn av logaritme-transformasjon brukt i regresjonsanalysene. Men det gir også samsvar med presentert teori i Kapittel 3. Beleilighetsavkastningen, nytten av å holde et lager, øker med økende lagernivå med en avtakende rate. Effekten av å øke lageret enda mer, når lageret er i utgangspunktet høy, fører til liten endring i basisen. Dette resultatet er i figurene ovenfor; hvor en lager-ratio over 1 viser en lav og tilnærmet konstant effekt.

Figur 5.9 og 5.10 viser at perioden før 2009 består av kurver både brattere ved lavt lagernivå og med høyere generelle nivå. Dette er igjen et direkte resultat av at estimerte parametre for lagervariabelen var lavere etter 2009. Flatere kurver i Figur 5.10 for perioden etter



Figur 5.9: Marginal effekt til lagernivået på basis, 1997-2008



Figur 5.10: Marginal effekt til lagernivået på basis, 2009-2015.

2009 understreker hvordan basisene var mer stabile og mindre påvirket av lagernivået. Dette samsvarer også med diskusjon av  $\beta_{lager}$  i forrige delkapittel, hvor forventningene om fremtidige spotpriser kan ha vært i større grad stabile og rolige. Dette kan være sammenfallende med økt tilgjengelighet av gass. Tidligere avdekket redusert prisvolatilitet i spotpris resultater fra regresjonsanalyser og lavere standardavvik i basis etter 2009, underbygger observasjonen.

I tidligere regresjonsanalyser av basisene ble det avdekket at signifikansen til parameterene  $\beta_{lager}$  for modellene var lavere etter 2009, jmf. Tabell 5.9. Dette kan samsvare med at det ikke-lineære forholdet ikke er like fremtredende, slik som funnet i Figur 5.10. I Figur 5.9 virker effekten av lagernivået på basisen å være ganske lineært. Dette kan tyde på at en lineær regresjonsmodell kanskje også kunne ha blitt brukt til å beskrive dynamikken i denne perioden. Det velges å ikke gjennomføre en regresjonsanalyse med en lineær regresjonsmodell for basisene, da disse regresjonsresultatene ikke kunne ha blitt brukt til en effektiv sammenligning med perioden før 2009. Lagervariabelene ville da hatt to ulike funksjonsformer. Brukt regresjonsmodell samsvarer mer med presentert teori for tilsynelatende begge perioder, og gir bedre grunnlag for resultatene.

# Kapittel 6

## Konklusjon

Hensikten med oppgaven var å undersøke hvordan forholdet mellom pris og lager av naturgass har blitt endret som følge av skifergassrevolusjonen. Motivasjonen for oppgaven var et synlig endret gassmarked, både med synlig reduserte priser og kunnskap om en kraftig økning i gassproduksjon. Lagerteorien, som et teoretisk grunnlag for oppgaven, gir kobling mellom lagernivå og pris på råvarer. Årstallet brukt til å definere skifergassrevolusjonens start var 2009. Utgangspunktet for lagernivået var sesong- og trendjustert lagernivå. Dette vil si variabelen brukt for lagernivå var avvik fra gjennomsnittlig lagernivå.

Det statistiske grunnlaget for å kunne gjennomføre analysene var i hovedsak regresjonsanalyse. Regresjonsanalyse kan ikke brukes til å bekrefte en årsak/virkning sammenheng mellom to variabler, men kun vurdere en mulig statistisk sammenheng og påvirkning mellom dem. Resultatene består både av kvantitative og kvalitative vurderinger.

Opgaven ble delt i to, hvor en sammenligning av forholdet mellom spotmarkedet og lagernivået først ble gjennomført. Analyser av spotmarkedet viser hvordan gassmarkedet ble mer stabilt etter 2009. Blant annet lavere prisvolatilitet og et generelt lavere trendnivå i spotprisen. Sett sammen med lagernivået ble det påvist en mulig statistisk sammenheng mellom lavere reaksjon i spotpris ved avvik fra gjennomsnittlig lagernivå. En avdekket mulig sammenheng viser hvordan lagernivået hadde lavere påvirkning på spotprisen etter 2009. Det ble ikke funnet noe statistisk sammenheng mellom lagernivå og prisvolatilitet, annet enn at prisvolatiliteten generelt var lavere etter 2009. Usikkerhet knyttet til analysene av spotmarkedet grunner i at spotpris er også påvirket av andre variabler. Det er ingen bakgrunnsteori som tilsier at spotprisen kun avhenger av lagernivået, eller hvilket forhold disse variablene har. I tillegg ble ikke alle forutsetningene for lineær regresjonsanalyse oppfylt. Av den grunn kan heller ikke resultatene fra regresjonsanalysene vektlegges mye. Analysene ble i hovedsak brukt i å underbygge visuelle inspeksjoner.

I stedet for direkte analyse av terminmarkedet, ble det lagt fokus på differansen mellom termin- og spotpris, nemlig basis. Basis ble valgt som utgangspunkt grunnet teoretisk sammenhengen mellom lagernivå og basis gitt av lagerteorien. Fire terminkontrakter, med fire tilhørende basiser, utgjorde analysene. Basisene ble beregnet ved tidspunktet for kontraktinngåelsen. Resultatene viste tilsvarende som ved analysen av spotmarkedet, et roligere forhold mellom basis og lagernivå etter 2009.

Visuell inspeksjon av historisk utvikling av basisene viste hvordan basisene før 2009 hadde høy variasjon og var i stor grad positive. Dette kan tyde på hvordan markedet i denne perioden var i contango; et marked med forventninger om en økende pris. Dette kan stemme, da markedet var i denne perioden preget av stadig lavere produksjonstall og planer om fremtidig import fra andre nasjoner. Etter 2009 var derimot variasjonene i basisene langt lavere.



Regresjonsanalyser ble gjennomført med basis som responsvariabel og lagernivået som en av forklaringsvariablene. Resultatene viste langt lavere parametere for lagernivået for alle basisene, eller terminkontraktene, etter 2009. Dette betyr at påvirkningen av endringer i lagernivået hadde lavere påvirkning på basisene etter 2009. Parameterne var tilnærmet konstante for alle fire basisene, og derav tilsynelatende uavhengige av lengden på terminkontraktene. Før 2009 var derimot koeffisienten økende for hver påfølgende lengre terminkontrakt.

Regresjonsresultatene fra analysene av basisene viser at lagernivået hadde lavere påvirkning på basisene etter 2009. Dette vil si at selv om lagernivået var under gjennomsnittlig nivå, var termin- og spotpris tilnærmet like. Dette kan tyde på at markedet var fortrolig med markedssituasjonen etter 2009. Markedet var ikke preget av noen betydelige forventninger om en fremtidig økende spotpris på naturgass. Regresjonsresultatene for perioden før 2009 betyr derimot en større påvirkning av lagernivået på spotpris.

Oppgaven viser med andre ord antydninger og statistiske sammenhenger om hvordan forholdet mellom pris og lagernivå er blitt mye mindre fremtredende etter skifergassrevolusjonen. Resultatene tyder på en langt lavere påvirkning av lager på prisene etter skifergassrevolusjonen. Selv med avvik fra gjennomsnittlig lagernivå etter 2009, er reaksjonene i spotprisene ikke like store som før. Dette gjenspeiles også i basisen, differansen mellom spot- og terminpris, som også forblir tilnærmet konstant under avvik fra gjennomsnittlig lagernivå.

# Referanseliste

- Alberta Energy Regulator (n.d.), 'What is hydraulic fracturing?', <https://www.aer.ca/about-aer/spotlight-on/unconventional-regulatory-framework/what-is-hydraulic-fracturing>. [Nedlastet: 02.02.2016].
- American Gas Association (2016), 'Natural gas: The facts', [https://www.aga.org/sites/default/files/natural\\_gas\\_facts\\_final.pdf](https://www.aga.org/sites/default/files/natural_gas_facts_final.pdf). [Nedlastet: 02.02.2016].
- Banks, E. (2005), *Exchange-traded derivatives*, John Wiley & Sons.
- Deaton, A. and Laroque, G. (1992), 'On the behaviour of commodity prices', *The Review of Economic Studies* **59**(1), 1–23.
- Erdős, P. (2012), 'Have oil and gas prices got separated?', *Energy Policy* **49**, 707–718.
- Fabozzi, F. J., Fuss, R. and Kaiser, D. G. (2008), *The handbook of commodity investing*, Vol. 156, John Wiley & Sons.
- Geman, H. and Ohana, S. (2009), 'Forward curves, scarcity and price volatility in oil and natural gas markets', *Energy Economics* **31**(4), 576–585.
- Geman, H. and Smith, W. O. (2013), 'Theory of storage, inventory and volatility in the lme base metals', *Resources Policy* **38**(1), 18–28.
- Hirshleifer, J., Glazer, A. and Hirshleifer, D. (2005), *Price theory and applications: decisions, markets, and information*, Cambridge University Press.
- IHS Global Inc. (2013), 'Oil and Natural Gas Transportation and Storage Infrastructure: Status, Trends, Economic Benefits', <http://www.api.org/~media/files/policy/soae-2014/api-infrastructure-investment-study.pdf>. [Nedlastet: 15.05.2016].
- Levine, S., Paul, L. and Carpenter, A. T. (2014), 'Understanding natural gas markets', <http://www.api.org/~media/files/oil-and-natural-gas/natural-gas-primer/understanding-natural-gas-markets-primer-high.pdf>. [Nedlastet: 20.04.2016].
- Lewis, N. D. C. (2005), *Energy risk modeling: applied modeling methods for risk managers*, Springer.
- Natural Gas Supply Association (2014), 'Natural gas winter outlook 2014-2015', <http://www.ngsa.org/download/W0%2014%20ExecSummary.pdf>. [Nedlastet: 21.04.2016].
- Oglend, A., Lindbäck, M. E. and Osmundsen, P. (2015), 'Shale gas boom affecting the relationship between lpg and oil prices.', *Energy Journal* **36**(4).
- Omura, A. and West, J. (2015), 'Convenience yield and the theory of storage: applying an option-based approach', *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* **59**(3), 355–374.
- Ross, S. M. (2005), *Introductory statistics*, Academic Press.
- Store Norsk Leksikon (2009), 'Råvarer', <https://snl.no/ravarer>. [Nedlastet: 26.01.2016].

- Susmel, R. and Thompson, A. (1997), ‘Volatility, storage and convenience: Evidence from natural gas markets’, *Journal of Futures Markets* **17**(1), 17–43.
- Thürer, T. (2016), *Does speculation with agricultural commodity futures cause price bubbles in the event of negative production shocks?*, Vol. 65, Logos Verlag Berlin GmbH.
- Tobin, J. and Thompson, J. (2001), ‘Natural gas storage in the united states in 2001 a current assessment and near term outlook’, [https://www.eia.gov/pub/oil\\_gas/natural\\_gas/feature\\_articles/2001/storage\\_outlook\\_2001/storage.pdf](https://www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/feature_articles/2001/storage_outlook_2001/storage.pdf). [Nedlastet: 26.04.2016].
- Tomek, W. G. and Kaiser, H. M. (2014), *Agricultural product prices*, Cornell University Press.
- Tsay, R. S. (2005), *Analysis of financial time series*, Vol. 543, John Wiley & Sons.
- US Energy Information Administration (2002), ‘Winter fuels outlook 2002-2003’, [https://www.eia.gov/forecasts/steo/special/winter/2002\\_winter\\_fuels.pdf](https://www.eia.gov/forecasts/steo/special/winter/2002_winter_fuels.pdf). [Nedlastet: 26.04.2016].
- US Energy Information Administration (2007), ‘About u.s. natural gas pipelines - transporting natural gas’, [https://www.eia.gov/pub/oil\\_gas/natural\\_gas/analysis\\_publications/ngpipeline/fullversion.pdf](https://www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/analysis_publications/ngpipeline/fullversion.pdf). [Nedlastet: 04.02.2016].
- US Energy Information Administration (2011), ‘Natural gas consumption has two peaks each year’, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=2050>. [Nedlastet: 19.04.2016].
- US Energy Information Administration (2015a), ‘The basics of underground natural gas storage’, <https://www.eia.gov/naturalgas/storage/basics/>. [Nedlastet: 04.02.2016].
- US Energy Information Administration (2015b), ‘How much natural gas does the united states have, and how long will it last?’, <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=58&t=8>. [Nedlastet: 22.05.2016].
- US Energy Information Administration (2015c), ‘Use of natural gas’, [https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural\\_gas\\_use](https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural_gas_use). [Nedlastet: 13.05.2016].
- Wooldridge, J. M. (2009), *Introductory Econometrics: A modern approach*, fourth edn, South-Western Cengage Learning.
- Yergin, D. (2011), ‘Stepping on the gas’, *The Wall Street Journal* **2**.

# Vedlegg

# Vedlegg A

## Regresjonsstatistikker

Vedlegg A inneholder regresjonsstatistikk tilhørende alle estimerte parametere for alle regresjonsanalyser gjennomført i Kapittel 5. Vedleggene er presentert i seksjoner under i tilsvarende rekkefølge som regresjonsanalysene i Kapittel 5. For enkelthetskyld er også tilhørende seksjonsnummer for regresjonsanalysene i Kapittel 5 inkludert i seksjonstitlene under.

En kort forklaring til noen av forkortelsene og notasjonene brukt i regresjonsstatistikkene er gitt under. Listen under er basert på dokumentasjon lagt ved programmet StatPlus:mac LE.

$S$	Estimert standardavvik til modellen
$N$	Antall observasjoner til grunn for analysen
$d.f.$	Antall frihetsgrader
$F$	Verdi for F-test
SS	Sum av kvadrerte avvik
MS	Estimat av gjennomsnittlig kvadrert avvik
P-level	Signifikansnivå for F-test
Coefficients	Estimerte parametre for regresjonsmodellen
Standard Error	Standardavvik tilhørende estimerte parametre
LCL, UCL	Øvre og nedre grense for konfidensintervall for parameterne
t-stat	Brukt til å vurdere parameterens signifikans for modellen
p-level	p-verdi for nullhypotesen om at parameteren er null

# A.1 Sesong- og trendjustering av lagernivå (seksjon 5.1.2)

## Linear Regression

### Regression Statistics

R	0,93322
R-square	0,8709
Adjusted R-square	0,86371
S	293,18382
N	988

### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	52,	542 143 712,54909	10 425 840,62594	121,2917	0,
Residual	935,	80 369 560,73937	85 956,74945		
Total	987,	622 513 273,28846			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	2 408,47065	69,3833	2 272,30562	2 544,63567	34,71254	0,	rejected
<b>Trend</b>	0,9242	0,03275	0,85993	0,98847	28,22062	0,	rejected
<b>D1</b>	-170,81337	95,13605	-357,51829	15,89156	-1,79546	0,0729	accepted
<b>D2</b>	-309,42177	95,13548	-496,12558	-122,71797	-3,25243	0,00119	rejected
<b>D3</b>	-470,81965	95,13492	-657,52236	-284,11694	-4,94897	8,84666E-7	rejected
<b>D4</b>	-638,27017	95,13438	-824,9718	-451,56853	-6,70914	3,38726E-11	rejected
<b>D5</b>	-795,82594	95,13384	-982,52653	-609,12535	-8,36533	0,	rejected
<b>D6</b>	-944,17119	95,13332	-1 130,87075	-757,47163	-9,92472	0,	rejected
<b>D7</b>	-1 080,20065	95,13281	-1 266,8992	-893,5021	-11,35466	0,	rejected
<b>D8</b>	-1 199,80905	95,1323	-1 386,50662	-1 013,11149	-12,612	0,	rejected
<b>D9</b>	-1 309,1543	95,13181	-1 495,85091	-1 122,4577	-13,76148	0,	rejected
<b>D10</b>	-1 399,81534	95,13133	-1 586,511	-1 213,11968	-14,71456	0,	rejected
<b>D11</b>	-1 450,52901	95,13087	-1 637,22376	-1 263,83427	-15,24772	0,	rejected
<b>D12</b>	-1 484,97952	95,13041	-1 671,67337	-1 298,28568	-15,60994	0,	rejected
<b>D13</b>	-1 498,90372	95,12996	-1 685,59669	-1 312,21075	-15,75638	0,	rejected
<b>D14</b>	-1 480,77528	95,12953	-1 667,46741	-1 294,08316	-15,56588	0,	rejected
<b>D15</b>	-1 461,43632	95,12911	-1 648,12762	-1 274,74503	-15,36266	0,	rejected
<b>D16</b>	-1 418,46578	95,1287	-1 605,15627	-1 231,7753	-14,91102	0,	rejected
<b>D17</b>	-1 358,12682	95,1283	-1 544,81652	-1 171,43712	-14,27679	0,	rejected
<b>D18</b>	-1 286,36681	95,12791	-1 473,05574	-1 099,67787	-13,5225	0,	rejected
<b>D19</b>	-1 203,23837	95,12753	-1 389,92657	-1 016,55017	-12,64869	0,	rejected
<b>D20</b>	-1 116,74151	95,12716	-1 303,42899	-930,05404	-11,73946	0,	rejected
<b>D21</b>	-1 031,40255	95,12681	-1 218,08933	-844,71577	-10,8424	0,	rejected
<b>D22</b>	-933,27412	95,12646	-1 119,96022	-746,58801	-9,81088	0,	rejected
<b>D23</b>	-845,56673	95,12613	-1 032,25219	-658,88128	-8,8889	0,	rejected
<b>D24</b>	-758,2804	95,12581	-944,96522	-571,59558	-7,97134	0,	rejected
<b>D25</b>	-672,15197	95,1255	-858,83618	-485,46776	-7,06595	3,11581E-12	rejected
<b>D26</b>	-597,44459	95,1252	-784,12821	-410,76096	-6,28061	5,15911E-10	rejected
<b>D27</b>	-511,21089	95,12491	-697,89395	-324,52782	-5,3741	9,72123E-8	rejected
<b>D28</b>	-435,18771	95,12464	-621,87023	-248,50519	-4,57492	5,40526E-6	rejected
<b>D29</b>	-381,11191	95,12437	-567,79391	-194,42991	-4,00646	0,00007	rejected
<b>D30</b>	-327,66769	95,12412	-514,34919	-140,98618	-3,44463	0,0006	rejected
<b>D31</b>	-277,69714	95,12388	-464,37817	-91,01612	-2,91932	0,00359	rejected
<b>D32</b>	-224,77924	95,12365	-411,45981	-38,09866	-2,36302	0,01833	rejected
<b>D33</b>	-165,44027	95,12343	-352,12042	21,23987	-1,73922	0,08233	accepted
<b>D34</b>	-103,15394	95,12322	-289,83368	83,52579	-1,08442	0,27846	accepted
<b>D35</b>	-41,13077	95,12302	-227,81012	145,54857	-0,4324	0,66555	accepted
<b>D36</b>	34,52398	95,12283	-152,155	221,20296	0,36294	0,71673	accepted
<b>D37</b>	110,28399	95,12266	-76,39464	296,96263	1,15939	0,24659	accepted
<b>D38</b>	186,99138	95,1225	0,31306	373,66969	1,9658	0,04962	rejected
<b>D39</b>	261,96192	95,12234	75,2839	448,63994	2,75395	0,006	rejected
<b>D40</b>	336,93246	95,1222	150,25472	523,6102	3,5421	0,00042	rejected
<b>D41</b>	404,27142	95,12207	217,59393	590,94891	4,25003	0,00002	rejected
<b>D42</b>	465,82091	95,12195	279,14365	652,49816	4,89709	1,1456E-6	rejected
<b>D43</b>	509,00198	95,12185	322,32493	695,67902	5,35105	1,10027E-7	rejected
<b>D44</b>	538,6041	95,12175	351,92724	725,28095	5,66226	1,98728E-8	rejected
<b>D45</b>	555,73253	95,12167	369,05584	742,40922	5,84233	7,10178E-9	rejected
<b>D46</b>	541,01886	95,12159	354,34232	727,69541	5,68766	1,72179E-8	rejected
<b>D47</b>	506,67361	95,12153	319,99719	693,35004	5,32659	1,25414E-7	rejected
<b>D48</b>	455,32836	95,12148	268,65204	642,00469	4,78681	1,96885E-6	rejected
<b>D49</b>	361,93048	95,12144	175,25424	548,60673	3,80493	0,00015	rejected
<b>D50</b>	240,79576	95,12141	54,11957	427,47195	2,53146	0,01152	rejected
<b>D51</b>	121,23999	95,1214	-65,43617	307,91614	1,27458	0,20277	accepted

T (5%) 1,9625

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.2 Lagernivå og produksjonstall (seksjon 5.1.3)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,90141
R-square	0,81254
Adjusted R-square	0,80207
S	351,36024
N	228

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	12	115 045 710,92666	9 587 142,57722	77,6576	0,
Residual	215	26 542 613,80455	123 454,0177		
Total	227	141 588 324,73121			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	1 652,82023	196,99807	1 264,52539	2 041,11508	8,39003	0,	rejected
<b>prod</b>	0,77061	0,09641	0,58057	0,96065	7,99261	0,	rejected
<b>M1</b>	-654,23972	114,02973	-878,99906	-429,48037	-5,73745	3,23887E-8	rejected
<b>M2</b>	-1 152,05208	115,52091	-1 379,75062	-924,35354	-9,97267	0,	rejected
<b>M3</b>	-1 672,8815	113,99918	-1 897,58063	-1 448,18238	-14,6745	0,	rejected
<b>M4</b>	-1 610,86695	114,21572	-1 835,9929	-1 385,74101	-14,10372	0,	rejected
<b>M5</b>	-1 352,27475	114,0032	-1 576,9818	-1 127,5677	-11,86173	0,	rejected
<b>M6</b>	-915,88833	114,20532	-1 140,99377	-690,78289	-8,01966	0,	rejected
<b>M7</b>	-629,00909	113,99905	-853,70796	-404,31023	-5,51767	9,82684E-8	rejected
<b>M8</b>	-377,86704	113,99737	-602,5626	-153,17147	-3,3147	0,00108	rejected
<b>M9</b>	-10,72436	114,34812	-236,11126	214,66253	-0,09379	0,92537	accepted
<b>M10</b>	235,40363	114,00176	10,69943	460,10783	2,06491	0,04013	rejected
<b>M11</b>	363,35315	114,13236	138,39152	588,31478	3,18361	0,00167	rejected

T (5%) 1,97106

## A.3 Prisvolatilitet og lagernivå, 1997-2008 (seksjon 5.2.2)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

<i>R</i>	0,45137
<i>R-square</i>	0,20374
<i>Adjusted R-square</i>	0,12349
<i>S</i>	0,08476
<i>N</i>	143

#### ANOVA

	<i>d.f.</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-level</i>
<i>Regression</i>	13,	0,23715	0,01824	2,53897	0,00385
<i>Residual</i>	129,	0,92686	0,00718		
<i>Total</i>	142,	1,16401			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>LCL</i>	<i>UCL</i>	<i>t Stat</i>	<i>p-level</i>	<i>H0 (5%)</i>
<b>Intercept</b>	0,20046	0,02788	0,14531	0,25562	7,19051	4,65918E-11	<i>rejected</i>
<b>Lager</b>	-0,00002	0,00003	-0,00008	0,00003	-0,8114	0,41863	<i>accepted</i>
<b>trend</b>	0,00006	0,00017	-0,00028	0,0004	0,36892	0,71279	<i>accepted</i>
<b>M1</b>	-0,05695	0,03542	-0,12704	0,01314	-1,60757	0,11037	<i>accepted</i>
<b>M2</b>	-0,02396	0,03471	-0,09264	0,04472	-0,69014	0,49134	<i>accepted</i>
<b>M3</b>	-0,05706	0,03473	-0,12579	0,01166	-1,64282	0,10286	<i>accepted</i>
<b>M4</b>	-0,11508	0,03469	-0,18371	-0,04645	-3,31782	0,00118	<i>rejected</i>
<b>M5</b>	-0,11749	0,03466	-0,18606	-0,04892	-3,39013	0,00093	<i>rejected</i>
<b>M6</b>	-0,1052	0,03464	-0,17374	-0,03666	-3,03682	0,00289	<i>rejected</i>
<b>M7</b>	-0,09753	0,03465	-0,16608	-0,02897	-2,81457	0,00565	<i>rejected</i>
<b>M8</b>	-0,08406	0,03465	-0,15262	-0,0155	-2,42588	0,01665	<i>rejected</i>
<b>M9</b>	-0,05918	0,03464	-0,12772	0,00936	-1,70823	0,09	<i>accepted</i>
<b>M10</b>	-0,03347	0,03461	-0,10195	0,03502	-0,96686	0,33542	<i>accepted</i>
<b>M11</b>	-0,00513	0,03461	-0,0736	0,06334	-0,14826	0,88237	<i>accepted</i>

*T (5%)* 1,97852

*LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)*

*UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)*



## A.4 Prisvolatilitet og lagernivå, 2009-2015 (seksjon 5.2.2)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

<i>R</i>	0,44329
<i>R-square</i>	0,19651
<i>Adjusted R-square</i>	0,04729
<i>S</i>	0,07308
<i>N</i>	84

#### ANOVA

	<i>d.f.</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-level</i>
<i>Regression</i>	13,	0,09144	0,00703	1,31691	0,22434
<i>Residual</i>	70,	0,3739	0,00534		
<i>Total</i>	83,	0,46534			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>LCL</i>	<i>UCL</i>	<i>t Stat</i>	<i>p-level</i>	<i>H0 (5%)</i>
<b>Intercept</b>	0,18809	0,03449	0,11932	0,25687	5,45436	6,97938E-7	<i>rejected</i>
<b>Lager</b>	-0,00003	0,00003	-0,00008	0,00003	-0,91417	0,36376	<i>accepted</i>
<b>trend</b>	-0,00068	0,00038	-0,00145	0,00008	-1,7829	0,07894	<i>accepted</i>
<b>M1</b>	-0,02171	0,03957	-0,10063	0,05722	-0,54852	0,58508	<i>accepted</i>
<b>M2</b>	-0,00364	0,03972	-0,08286	0,07559	-0,09152	0,92734	<i>accepted</i>
<b>M3</b>	-0,02074	0,03977	-0,10006	0,05858	-0,52147	0,60369	<i>accepted</i>
<b>M4</b>	-0,07094	0,03954	-0,1498	0,00791	-1,79428	0,07709	<i>accepted</i>
<b>M5</b>	-0,069	0,03937	-0,14751	0,00952	-1,75268	0,08404	<i>accepted</i>
<b>M6</b>	-0,06285	0,03928	-0,14119	0,01549	-1,60014	0,11407	<i>accepted</i>
<b>M7</b>	-0,0779	0,0393	-0,15628	0,00048	-1,98224	0,05138	<i>accepted</i>
<b>M8</b>	-0,08546	0,03929	-0,16382	-0,00711	-2,17532	0,03299	<i>rejected</i>
<b>M9</b>	-0,05839	0,03926	-0,1367	0,01992	-1,48713	0,14147	<i>accepted</i>
<b>M10</b>	-0,04535	0,03913	-0,12339	0,03269	-1,15893	0,25042	<i>accepted</i>
<b>M11</b>	-0,00711	0,03908	-0,08505	0,07083	-0,18186	0,85622	<i>accepted</i>

*T (5%)* 1,99444

*LCL* - Lower value of a reliable interval (*LCL*)

*UCL* - Upper value of a reliable interval (*UCL*)

## A.5 Spotpris og justert lagernivå, 1997-2008 (seksjon 5.2.4)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,85113
R-square	0,72442
Adjusted R-square	0,69875
S	1,4704
N	623

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	3 233,88953	61,01678	28,22129	0,
Residual	569,	1 230,22558	2,16208		
Total	622,	4 464,11511			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	1,13534	0,43904	0,273	1,99768	2,58594	0,00996	rejected
<b>Trend</b>	0,01162	0,00033	0,01098	0,01227	35,36464	0,	rejected
<b>Lager</b>	-0,00351	0,00024	-0,00398	-0,00303	-14,52144	0,	rejected
<b>D1</b>	0,35438	0,61391	-0,85143	1,56019	0,57725	0,564	accepted
<b>D2</b>	0,6761	0,60075	-0,50385	1,85605	1,12544	0,26088	accepted
<b>D3</b>	0,59189	0,60074	-0,58804	1,77182	0,98527	0,32491	accepted
<b>D4</b>	0,40343	0,60072	-0,77647	1,58332	0,67158	0,50213	accepted
<b>D5</b>	0,47022	0,60075	-0,70974	1,65018	0,78272	0,43411	accepted
<b>D6</b>	0,44908	0,60089	-0,73116	1,62932	0,74735	0,45516	accepted
<b>D7</b>	0,37731	0,60087	-0,80289	1,55752	0,62794	0,53029	accepted
<b>D8</b>	0,29019	0,60089	-0,89005	1,47043	0,48293	0,62933	accepted
<b>D9</b>	0,65853	0,60099	-0,5219	1,83897	1,09574	0,27366	accepted
<b>D10</b>	0,49491	0,60112	-0,68578	1,6756	0,82331	0,41068	accepted
<b>D11</b>	0,38582	0,60096	-0,79454	1,56618	0,64201	0,52113	accepted
<b>D12</b>	0,29318	0,60082	-0,8869	1,47327	0,48798	0,62575	accepted
<b>D13</b>	0,36947	0,60086	-0,8107	1,54965	0,61491	0,53886	accepted
<b>D14</b>	0,40166	0,60084	-0,77848	1,5818	0,66849	0,50409	accepted
<b>D15</b>	0,45574	0,60074	-0,72419	1,63567	0,75863	0,44839	accepted
<b>D16</b>	0,46819	0,60069	-0,71164	1,64802	0,77943	0,43605	accepted
<b>D17</b>	0,34841	0,60065	-0,83136	1,52818	0,58006	0,56211	accepted
<b>D18</b>	0,35685	0,60064	-0,8229	1,53659	0,59411	0,55268	accepted
<b>D19</b>	0,40905	0,60061	-0,77063	1,58873	0,68106	0,49611	accepted
<b>D20</b>	0,384	0,60057	-0,79561	1,5636	0,63939	0,52283	accepted
<b>D21</b>	0,31704	0,60054	-0,8625	1,49658	0,52793	0,59775	accepted
<b>D22</b>	0,36892	0,60052	-0,81058	1,54842	0,61434	0,53924	accepted
<b>D23</b>	0,44849	0,6005	-0,73098	1,62796	0,74686	0,45546	accepted
<b>D24</b>	0,49628	0,60048	-0,68316	1,67571	0,82646	0,40889	accepted
<b>D25</b>	0,45812	0,6005	-0,72134	1,63758	0,7629	0,44584	accepted
<b>D26</b>	0,24587	0,60049	-0,93358	1,42532	0,40945	0,68237	accepted
<b>D27</b>	0,14174	0,60052	-1,03778	1,32125	0,23602	0,8135	accepted
<b>D28</b>	0,22095	0,60054	-0,9586	1,4005	0,36791	0,71307	accepted
<b>D29</b>	-0,02858	0,60055	-1,20815	1,151	-0,04758	0,96207	accepted
<b>D30</b>	-0,06407	0,60056	-1,24364	1,11551	-0,10668	0,91508	accepted
<b>D31</b>	0,05013	0,60055	-1,12943	1,22969	0,08348	0,9335	accepted
<b>D32</b>	0,09277	0,60055	-1,08679	1,27234	0,15448	0,87729	accepted
<b>D33</b>	0,02711	0,60055	-1,15246	1,20668	0,04514	0,96401	accepted
<b>D34</b>	0,08704	0,60055	-1,09253	1,26661	0,14494	0,88481	accepted
<b>D35</b>	-0,11699	0,60055	-1,29654	1,06257	-0,1948	0,84562	accepted
<b>D36</b>	-0,23462	0,60056	-1,4142	0,94496	-0,39067	0,69618	accepted
<b>D37</b>	-0,12833	0,60057	-1,30794	1,05128	-0,21368	0,83087	accepted
<b>D38</b>	0,16041	0,60053	-1,01911	1,33993	0,26712	0,78947	accepted
<b>D39</b>	0,06293	0,60047	-1,11648	1,24234	0,1048	0,91657	accepted
<b>D40</b>	-0,01455	0,60042	-1,19387	1,16476	-0,02424	0,98067	accepted
<b>D41</b>	-0,12153	0,60039	-1,30077	1,05771	-0,20242	0,83966	accepted
<b>D42</b>	0,09393	0,60036	-1,08526	1,27313	0,15646	0,87572	accepted
<b>D43</b>	0,24475	0,60033	-0,93439	1,42388	0,40769	0,68365	accepted
<b>D44</b>	-0,19326	0,60032	-1,37236	0,98585	-0,32193	0,74762	accepted
<b>D45</b>	-0,25557	0,60031	-1,43467	0,92354	-0,42572	0,67047	accepted
<b>D46</b>	-0,19154	0,60031	-1,37062	0,98755	-0,31906	0,7498	accepted
<b>D47</b>	-0,25526	0,6003	-1,43433	0,92382	-0,42522	0,67084	accepted
<b>D48</b>	0,1285	0,60031	-1,05059	1,30759	0,21406	0,83057	accepted
<b>D49</b>	0,40768	0,60029	-0,77138	1,58674	0,67913	0,49733	accepted
<b>D50</b>	0,39203	0,60031	-0,78706	1,57112	0,65304	0,51399	accepted
<b>D51</b>	0,42525	0,60029	-0,75381	1,60431	0,70841	0,47898	accepted

T (5%) 1,96414

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.6 Spotpris og justert lagernivå, 2009-2015 (seksjon 5.2.4)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,83402
R-square	0,69559
Adjusted R-square	0,64355
S	0,51242
N	364

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	185,99547	3,50935	13,36542	0,
Residual	310,	81,39647	0,26257		
Total	363,	267,39194			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	5,14169	0,2057	4,73695	5,54643	24,9964	0,	rejected
<b>Trend</b>	-0,00609	0,0003	-0,00667	-0,0055	-20,45306	0,	rejected
<b>Lager</b>	-0,00209	0,00009	-0,00227	-0,00191	-22,70755	0,	rejected
<b>D1</b>	0,233	0,27455	-0,30723	0,77322	0,84864	0,39674	accepted
<b>D2</b>	-0,0789	0,27482	-0,61965	0,46186	-0,28709	0,77423	accepted
<b>D3</b>	-0,02272	0,2748	-0,56343	0,51799	-0,08268	0,93416	accepted
<b>D4</b>	-0,0585	0,27476	-0,59914	0,48214	-0,21291	0,83154	accepted
<b>D5</b>	-0,05949	0,27481	-0,60021	0,48123	-0,21647	0,82876	accepted
<b>D6</b>	-0,12883	0,275	-0,66994	0,41227	-0,46849	0,63976	accepted
<b>D7</b>	-0,22835	0,27496	-0,76938	0,31268	-0,83048	0,40691	accepted
<b>D8</b>	-0,20224	0,27498	-0,7433	0,33882	-0,73547	0,46261	accepted
<b>D9</b>	-0,53526	0,2751	-1,07655	0,00603	-1,94573	0,05259	accepted
<b>D10</b>	-0,61764	0,27525	-1,15923	-0,07605	-2,24395	0,02554	rejected
<b>D11</b>	-0,6437	0,27502	-1,18484	-0,10255	-2,34053	0,01989	rejected
<b>D12</b>	-0,52923	0,27483	-1,07	0,01153	-1,92571	0,05506	accepted
<b>D13</b>	-0,56029	0,27487	-1,10113	-0,01944	-2,03836	0,04236	rejected
<b>D14</b>	-0,62186	0,27484	-1,16264	-0,08107	-2,26264	0,02435	rejected
<b>D15</b>	-0,51538	0,27469	-1,05586	0,02511	-1,87622	0,06156	accepted
<b>D16</b>	-0,44878	0,27461	-0,98911	0,09156	-1,63423	0,10322	accepted
<b>D17</b>	-0,42868	0,27456	-0,96891	0,11155	-1,56135	0,11946	accepted
<b>D18</b>	-0,45496	0,27453	-0,99515	0,08522	-1,65724	0,09848	accepted
<b>D19</b>	-0,28835	0,27448	-0,82843	0,25172	-1,05056	0,29428	accepted
<b>D20</b>	-0,27917	0,27441	-0,81912	0,26079	-1,01731	0,3098	accepted
<b>D21</b>	-0,24144	0,27436	-0,78128	0,2984	-0,88001	0,37954	accepted
<b>D22</b>	-0,13674	0,27432	-0,67652	0,40303	-0,49848	0,6185	accepted
<b>D23</b>	-0,2085	0,2743	-0,74822	0,33121	-0,76014	0,44775	accepted
<b>D24</b>	-0,09331	0,27426	-0,63296	0,44635	-0,34022	0,73392	accepted
<b>D25</b>	-0,11498	0,27427	-0,65466	0,42469	-0,41923	0,67534	accepted
<b>D26</b>	-0,17367	0,27427	-0,71333	0,36599	-0,63322	0,52706	accepted
<b>D27</b>	-0,29399	0,2743	-0,83371	0,24574	-1,07177	0,28466	accepted
<b>D28</b>	-0,28294	0,27431	-0,8227	0,25681	-1,03146	0,30313	accepted
<b>D29</b>	-0,20295	0,27432	-0,74272	0,33681	-0,73984	0,45996	accepted
<b>D30</b>	-0,25687	0,27431	-0,79662	0,28288	-0,93641	0,34979	accepted
<b>D31</b>	-0,40193	0,2743	-0,94165	0,13779	-1,4653	0,14385	accepted
<b>D32</b>	-0,38278	0,27429	-0,92249	0,15693	-1,39553	0,16385	accepted
<b>D33</b>	-0,51023	0,27429	-1,04993	0,02947	-1,86021	0,0638	accepted
<b>D34</b>	-0,59917	0,27428	-1,13885	-0,05949	-2,18454	0,02967	rejected
<b>D35</b>	-0,58862	0,27426	-1,12827	-0,04897	-2,14621	0,03263	rejected
<b>D36</b>	-0,7343	0,27427	-1,27396	-0,19464	-2,67732	0,00782	rejected
<b>D37</b>	-0,51943	0,27428	-1,05911	0,02025	-1,8938	0,05918	accepted
<b>D38</b>	-0,47275	0,27422	-1,01231	0,06681	-1,724	0,08571	accepted
<b>D39</b>	-0,436	0,27415	-0,97543	0,10342	-1,5904	0,11276	accepted
<b>D40</b>	-0,65926	0,27409	-1,19857	-0,11995	-2,40529	0,01675	rejected
<b>D41</b>	-0,3196	0,27404	-0,8588	0,21961	-1,16625	0,24441	accepted
<b>D42</b>	-0,3461	0,274	-0,88525	0,19304	-1,26314	0,20749	accepted
<b>D43</b>	-0,19449	0,27396	-0,73355	0,34457	-0,70992	0,47829	accepted
<b>D44</b>	-0,32171	0,27394	-0,86073	0,21731	-1,17437	0,24115	accepted
<b>D45</b>	-0,30948	0,27394	-0,8485	0,22953	-1,12976	0,25945	accepted
<b>D46</b>	-0,47988	0,27393	-1,01887	0,05911	-1,75184	0,08079	accepted
<b>D47</b>	-0,2846	0,27392	-0,82357	0,25437	-1,039	0,29961	accepted
<b>D48</b>	-0,14763	0,27392	-0,68661	0,39136	-0,53894	0,59032	accepted
<b>D49</b>	-0,03404	0,27391	-0,57299	0,50491	-0,12426	0,90119	accepted
<b>D50</b>	-0,01784	0,27392	-0,55681	0,52113	-0,06513	0,94811	accepted
<b>D51</b>	0,11471	0,2739	-0,42423	0,65366	0,41881	0,67564	accepted

T (5%) 1,96765

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.7 Regresjonsanalyse basis 1, 1997-2008 (seksjon 5.3.2.2)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,51183
R-square	0,26197
Adjusted R-square	0,19323
S	0,37206
N	623

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	27,95884	0,52753	3,81082	0,
Residual	569,	78,76563	0,13843		
Total	622,	106,72447			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	0,19611	0,11103	-0,02197	0,41418	1,76631	0,07788	accepted
<b>log(r(L))</b>	0,26829	0,09639	0,07897	0,45761	2,78345	0,00556	rejected
<b>Trend</b>	0,00036	0,00008	0,0002	0,00052	4,33932	0,00002	rejected
<b>D1</b>	-0,21226	0,15532	-0,51733	0,09282	-1,36654	0,17231	accepted
<b>D2</b>	-0,27131	0,15196	-0,56979	0,02717	-1,78538	0,07473	accepted
<b>D3</b>	-0,30857	0,15196	-0,60705	-0,0101	-2,03063	0,04276	rejected
<b>D4</b>	-0,24683	0,15195	-0,54529	0,05163	-1,62435	0,10485	accepted
<b>D5</b>	-0,39502	0,15195	-0,69348	-0,09656	-2,59962	0,00958	rejected
<b>D6</b>	-0,37373	0,15197	-0,67221	-0,07525	-2,45929	0,01422	rejected
<b>D7</b>	-0,42482	0,15196	-0,72329	-0,12635	-2,79562	0,00535	rejected
<b>D8</b>	-0,21314	0,15196	-0,51161	0,08532	-1,40265	0,16127	accepted
<b>D9</b>	-0,41772	0,15197	-0,7162	-0,11924	-2,74877	0,00617	rejected
<b>D10</b>	-0,30304	0,15198	-0,60156	-0,00452	-1,9939	0,04664	rejected
<b>D11</b>	-0,28416	0,15195	-0,58261	0,0143	-1,87002	0,06199	accepted
<b>D12</b>	-0,24872	0,15194	-0,54716	0,04971	-1,63699	0,10219	accepted
<b>D13</b>	-0,19406	0,15194	-0,4925	0,10438	-1,27719	0,20206	accepted
<b>D14</b>	-0,28022	0,15194	-0,57865	0,01821	-1,84427	0,06566	accepted
<b>D15</b>	-0,25199	0,15193	-0,5504	0,04642	-1,65861	0,09775	accepted
<b>D16</b>	-0,17147	0,15192	-0,46987	0,12693	-1,12866	0,25952	accepted
<b>D17</b>	-0,23811	0,15192	-0,53651	0,06029	-1,56731	0,1176	accepted
<b>D18</b>	-0,24088	0,15192	-0,53928	0,05751	-1,58557	0,11339	accepted
<b>D19</b>	-0,22426	0,15192	-0,52266	0,07413	-1,47619	0,14045	accepted
<b>D20</b>	-0,24584	0,15192	-0,54423	0,05255	-1,61826	0,10616	accepted
<b>D21</b>	-0,16642	0,15192	-0,4648	0,13197	-1,09545	0,27378	accepted
<b>D22</b>	-0,16589	0,15192	-0,46428	0,13249	-1,092	0,27529	accepted
<b>D23</b>	-0,22356	0,15192	-0,52195	0,07482	-1,47163	0,14167	accepted
<b>D24</b>	-0,17083	0,15191	-0,46921	0,12755	-1,12452	0,26127	accepted
<b>D25</b>	-0,24477	0,15192	-0,54316	0,05362	-1,61121	0,10769	accepted
<b>D26</b>	-0,18281	0,15192	-0,4812	0,11558	-1,20336	0,22934	accepted
<b>D27</b>	-0,14066	0,15192	-0,43906	0,15773	-0,9259	0,35489	accepted
<b>D28</b>	-0,29288	0,15192	-0,59128	0,00552	-1,92781	0,05438	accepted
<b>D29</b>	-0,28068	0,15193	-0,57908	0,01773	-1,84743	0,0652	accepted
<b>D30</b>	-0,27664	0,15193	-0,57504	0,02177	-1,82085	0,06915	accepted
<b>D31</b>	-0,2656	0,15193	-0,56401	0,03281	-1,74821	0,08097	accepted
<b>D32</b>	-0,27848	0,15193	-0,57689	0,01993	-1,83299	0,06733	accepted
<b>D33</b>	-0,25917	0,15193	-0,55758	0,03924	-1,70583	0,08858	accepted
<b>D34</b>	-0,34551	0,15193	-0,64392	-0,0471	-2,27417	0,02333	rejected
<b>D35</b>	-0,25963	0,15193	-0,55804	0,03878	-1,70887	0,08802	accepted
<b>D36</b>	-0,21036	0,15193	-0,50878	0,08805	-1,38461	0,16671	accepted
<b>D37</b>	-0,30305	0,15193	-0,60146	-0,00463	-1,99463	0,04656	rejected
<b>D38</b>	-0,50836	0,15193	-0,80677	-0,20995	-3,34608	0,00087	rejected
<b>D39</b>	-0,06695	0,15192	-0,36534	0,23145	-0,44066	0,65963	accepted
<b>D40</b>	0,08205	0,15192	-0,21634	0,38044	0,5401	0,58934	accepted
<b>D41</b>	0,20901	0,15191	-0,08937	0,50738	1,37583	0,16942	accepted
<b>D42</b>	-0,00204	0,15191	-0,30042	0,29633	-0,01345	0,98927	accepted
<b>D43</b>	-0,12878	0,15191	-0,42715	0,16958	-0,84779	0,39691	accepted
<b>D44</b>	0,46255	0,1519	0,16419	0,76091	3,04501	0,00243	rejected
<b>D45</b>	0,38884	0,1519	0,09048	0,6872	2,55977	0,01073	rejected
<b>D46</b>	0,24037	0,1519	-0,05798	0,53873	1,58243	0,11411	accepted
<b>D47</b>	0,22961	0,1519	-0,06875	0,52796	1,51157	0,1312	accepted
<b>D48</b>	0,08887	0,1519	-0,20948	0,38723	0,58509	0,55872	accepted
<b>D49</b>	-0,1484	0,1519	-0,44675	0,14995	-0,97698	0,329	accepted
<b>D50</b>	-0,03601	0,1519	-0,33436	0,26234	-0,23708	0,81268	accepted
<b>D51</b>	-0,15888	0,15189	-0,45722	0,13946	-1,046	0,296	accepted

T (5%) 1,96414

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.8 Regresjonsanalyse basis 2, 1997-2008 (seksjon 5.3.2.2)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,58963
R-square	0,34767
Adjusted R-square	0,2869
S	0,50974
N	623

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	78,79457	1,48669	5,72176	0,
Residual	569,	147,84385	0,25983		
Total	622,	226,63842			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
Intercept	-0,02552	0,15211	-0,32429	0,27325	-0,16776	0,86684	accepted
log(r(L))	0,68466	0,13205	0,42528	0,94403	5,18464	3,01217E-7	rejected
Trend	0,00085	0,00011	0,00063	0,00108	7,48777	0,	rejected
D1	-0,19293	0,2128	-0,6109	0,22504	-0,90664	0,36498	accepted
D2	-0,24707	0,2082	-0,656	0,16186	-1,18671	0,23584	accepted
D3	-0,26836	0,20819	-0,67728	0,14055	-1,28902	0,19791	accepted
D4	-0,2117	0,20818	-0,62061	0,1972	-1,01691	0,30963	accepted
D5	-0,4166	0,20818	-0,82549	-0,0077	-2,00112	0,04585	rejected
D6	-0,3165	0,2082	-0,72544	0,09243	-1,5202	0,12902	accepted
D7	-0,33628	0,20819	-0,74519	0,07264	-1,61524	0,10681	accepted
D8	-0,11112	0,20819	-0,52004	0,29779	-0,53377	0,59371	accepted
D9	-0,45208	0,2082	-0,86102	-0,04315	-2,1714	0,03031	rejected
D10	-0,21117	0,20822	-0,62015	0,19781	-1,01415	0,31094	accepted
D11	-0,13781	0,20818	-0,54671	0,27109	-0,66196	0,50827	accepted
D12	-0,09894	0,20816	-0,5078	0,30992	-0,4753	0,63476	accepted
D13	-0,02634	0,20817	-0,43522	0,38253	-0,12654	0,89935	accepted
D14	-0,13165	0,20816	-0,54052	0,27721	-0,63245	0,52735	accepted
D15	-0,08842	0,20815	-0,49725	0,32041	-0,42478	0,67116	accepted
D16	-0,00498	0,20814	-0,4138	0,40384	-0,02392	0,98093	accepted
D17	-0,06883	0,20814	-0,47764	0,33999	-0,33069	0,741	accepted
D18	-0,07942	0,20814	-0,48824	0,3294	-0,38157	0,70292	accepted
D19	-0,05672	0,20814	-0,46553	0,35209	-0,27253	0,78532	accepted
D20	-0,07019	0,20813	-0,479	0,33861	-0,33725	0,73605	accepted
D21	-0,01469	0,20813	-0,42349	0,39411	-0,07059	0,94375	accepted
D22	-0,00418	0,20813	-0,41298	0,40462	-0,02008	0,98399	accepted
D23	-0,06621	0,20813	-0,47501	0,34259	-0,31812	0,75051	accepted
D24	-0,00976	0,20813	-0,41856	0,39903	-0,04691	0,9626	accepted
D25	-0,09924	0,20813	-0,50804	0,30957	-0,47679	0,63369	accepted
D26	-0,0471	0,20813	-0,45591	0,3617	-0,22631	0,82104	accepted
D27	-0,00262	0,20814	-0,41144	0,40619	-0,01261	0,98994	accepted
D28	-0,16129	0,20814	-0,57011	0,24753	-0,77489	0,43873	accepted
D29	-0,17562	0,20815	-0,58445	0,23321	-0,84374	0,39917	accepted
D30	-0,16849	0,20815	-0,57732	0,24034	-0,80949	0,41857	accepted
D31	-0,13965	0,20815	-0,54849	0,26918	-0,67094	0,50253	accepted
D32	-0,1357	0,20815	-0,54454	0,27313	-0,65195	0,51469	accepted
D33	-0,12758	0,20815	-0,53642	0,28126	-0,61292	0,54017	accepted
D34	-0,20369	0,20815	-0,61253	0,20514	-0,97859	0,3282	accepted
D35	0,27411	0,20815	-0,13472	0,68295	1,31692	0,1884	accepted
D36	0,3726	0,20815	-0,03624	0,78143	1,79003	0,07398	accepted
D37	0,24392	0,20815	-0,16492	0,65276	1,17182	0,24176	accepted
D38	-0,02654	0,20815	-0,43537	0,38229	-0,12749	0,8986	accepted
D39	0,42279	0,20814	0,01398	0,83161	2,03131	0,04269	rejected
D40	0,58554	0,20813	0,17674	0,99434	2,81329	0,00507	rejected
D41	0,77118	0,20813	0,36239	1,17997	3,70532	0,00023	rejected
D42	0,47616	0,20812	0,06738	0,88495	2,2879	0,02251	rejected
D43	0,25177	0,20812	-0,157	0,66054	1,20975	0,22688	accepted
D44	0,79131	0,20812	0,38254	1,20007	3,80225	0,00016	rejected
D45	0,71275	0,20811	0,30398	1,12151	3,42477	0,00066	rejected
D46	0,56678	0,20811	0,15802	0,97554	2,72344	0,00666	rejected
D47	0,5054	0,20811	0,09665	0,91416	2,42855	0,01547	rejected
D48	0,28073	0,20811	-0,12802	0,68949	1,34897	0,17788	accepted
D49	-0,06555	0,2081	-0,4743	0,3432	-0,31499	0,75288	accepted
D50	0,05962	0,20811	-0,34913	0,46837	0,2865	0,7746	accepted
D51	-0,09871	0,2081	-0,50745	0,31002	-0,47436	0,63543	accepted

T (5%) 1,96414

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.9 Regresjonsanalyse basis 3, 1997-2008 (seksjon 5.3.2.2)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,64287
R-square	0,41329
Adjusted R-square	0,35864
S	0,62719
N	623

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	157,66762	2,97486	7,56244	0,
Residual	569,	223,8292	0,39337		
Total	622,	381,49683			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	-0,55573	0,18716	-0,92335	-0,18812	-2,96926	0,00311	rejected
<b>log(r(L))</b>	1,25103	0,16248	0,93189	1,57017	7,69941	0,	rejected
<b>Trend</b>	0,00141	0,00014	0,00114	0,00169	10,06567	0,	rejected
<b>D1</b>	-0,15043	0,26184	-0,66471	0,36385	-0,57453	0,56583	accepted
<b>D2</b>	-0,15893	0,25617	-0,66209	0,34423	-0,62041	0,53523	accepted
<b>D3</b>	-0,08363	0,25616	-0,58677	0,41951	-0,32647	0,74419	accepted
<b>D4</b>	0,0256	0,25616	-0,47753	0,52872	0,09992	0,92044	accepted
<b>D5</b>	-0,08127	0,25615	-0,5844	0,42185	-0,31729	0,75114	accepted
<b>D6</b>	0,03734	0,25617	-0,46582	0,5405	0,14576	0,88416	accepted
<b>D7</b>	0,0527	0,25616	-0,45044	0,55585	0,20574	0,83706	accepted
<b>D8</b>	0,26969	0,25616	-0,23344	0,77283	1,05283	0,29287	accepted
<b>D9</b>	-0,05582	0,25617	-0,55898	0,44734	-0,21789	0,82759	accepted
<b>D10</b>	0,18727	0,2562	-0,31595	0,69049	0,73093	0,46512	accepted
<b>D11</b>	0,28179	0,25615	-0,22133	0,78492	1,10009	0,27176	accepted
<b>D12</b>	0,33743	0,25613	-0,16565	0,84051	1,31742	0,18823	accepted
<b>D13</b>	0,40847	0,25614	-0,09463	0,91156	1,59471	0,11133	accepted
<b>D14</b>	0,30832	0,25613	-0,19476	0,81139	1,20375	0,22919	accepted
<b>D15</b>	0,36043	0,25611	-0,14261	0,86346	1,40732	0,15988	accepted
<b>D16</b>	0,44726	0,2561	-0,05576	0,95028	1,7464	0,08128	accepted
<b>D17</b>	0,38235	0,2561	-0,12066	0,88537	1,49298	0,136	accepted
<b>D18</b>	0,36355	0,2561	-0,13947	0,86657	1,41954	0,15629	accepted
<b>D19</b>	0,39035	0,2561	-0,11266	0,89336	1,52422	0,12801	accepted
<b>D20</b>	0,37641	0,25609	-0,12659	0,87942	1,46982	0,14216	accepted
<b>D21</b>	0,42879	0,25609	-0,07421	0,93179	1,67436	0,09461	accepted
<b>D22</b>	0,41007	0,25609	-0,09293	0,91306	1,60126	0,10987	accepted
<b>D23</b>	0,35138	0,25609	-0,15162	0,85438	1,37209	0,17057	accepted
<b>D24</b>	0,41168	0,25609	-0,09132	0,91467	1,60755	0,10849	accepted
<b>D25</b>	0,3143	0,25609	-0,18871	0,8173	1,22728	0,22023	accepted
<b>D26</b>	0,39288	0,25609	-0,11012	0,89588	1,53413	0,12555	accepted
<b>D27</b>	0,4386	0,2561	-0,06442	0,94161	1,71259	0,08733	accepted
<b>D28</b>	0,28257	0,25611	-0,22046	0,7856	1,10334	0,27035	accepted
<b>D29</b>	0,25009	0,25611	-0,25294	0,75313	0,97651	0,32923	accepted
<b>D30</b>	0,41685	0,25611	-0,08619	0,91989	1,62761	0,10416	accepted
<b>D31</b>	0,60432	0,25611	0,10128	1,10736	2,3596	0,01863	rejected
<b>D32</b>	0,63147	0,25611	0,12843	1,13451	2,4656	0,01397	rejected
<b>D33</b>	0,6877	0,25611	0,18466	1,19074	2,68514	0,00746	rejected
<b>D34</b>	0,62705	0,25611	0,12401	1,13009	2,44834	0,01465	rejected
<b>D35</b>	1,10171	0,25611	0,59867	1,60475	4,30168	0,00002	rejected
<b>D36</b>	1,2081	0,25611	0,70505	1,71114	4,71703	3,01458E-6	rejected
<b>D37</b>	1,03885	0,25612	0,5358	1,5419	4,05614	0,00006	rejected
<b>D38</b>	0,76232	0,25611	0,25929	1,26536	2,97656	0,00304	rejected
<b>D39</b>	1,03673	0,2561	0,53371	1,53975	4,04813	0,00006	rejected
<b>D40</b>	1,13837	0,25609	0,63537	1,64137	4,44516	0,00001	rejected
<b>D41</b>	1,34282	0,25609	0,83984	1,84581	5,24366	2,22302E-7	rejected
<b>D42</b>	1,02726	0,25608	0,52428	1,53023	4,01145	0,00007	rejected
<b>D43</b>	0,76404	0,25607	0,26107	1,267	2,98365	0,00297	rejected
<b>D44</b>	1,08812	0,25607	0,58516	1,59108	4,2493	0,00003	rejected
<b>D45</b>	1,02747	0,25607	0,52451	1,53043	4,01245	0,00007	rejected
<b>D46</b>	0,89096	0,25607	0,38801	1,39391	3,4794	0,00054	rejected
<b>D47</b>	0,83545	0,25606	0,3325	1,33839	3,26267	0,00117	rejected
<b>D48</b>	0,56995	0,25606	0,067	1,0729	2,22581	0,02642	rejected
<b>D49</b>	0,15483	0,25606	-0,34811	0,65776	0,60466	0,54565	accepted
<b>D50</b>	0,28841	0,25606	-0,21452	0,79135	1,12635	0,26049	accepted
<b>D51</b>	0,10484	0,25605	-0,39808	0,60777	0,40945	0,68236	accepted

T (5%) 1,96414

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.10 Regresjonsanalyse basis 4, 1997-2008 (seksjon 5.3.2.2)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,65935
R-square	0,43474
Adjusted R-square	0,38209
S	0,75352
N	623

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	248,47115	4,68813	8,25684	0,
Residual	569,	323,07154	0,56779		
Total	622,	571,54269			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	HO (5%)
<b>Intercept</b>	-0,81523	0,22486	-1,25689	-0,37358	-3,62552	0,00031	rejected
<b>log(r(L))</b>	1,75015	0,19521	1,36673	2,13357	8,96549	0,	rejected
<b>Trend</b>	0,00187	0,00017	0,00153	0,0022	11,0634	0,	rejected
<b>D1</b>	-0,07862	0,31457	-0,69648	0,53925	-0,24992	0,80274	accepted
<b>D2</b>	-0,09466	0,30777	-0,69915	0,50984	-0,30756	0,75853	accepted
<b>D3</b>	0,00318	0,30776	-0,60131	0,60766	0,01032	0,99177	accepted
<b>D4</b>	0,12449	0,30775	-0,47998	0,72895	0,40451	0,68599	accepted
<b>D5</b>	0,07826	0,30774	-0,52619	0,68272	0,25431	0,79935	accepted
<b>D6</b>	0,19403	0,30777	-0,41047	0,79854	0,63044	0,52866	accepted
<b>D7</b>	0,2153	0,30776	-0,38918	0,81978	0,69958	0,48447	accepted
<b>D8</b>	0,43018	0,30776	-0,17429	1,03466	1,39781	0,16271	accepted
<b>D9</b>	0,11607	0,30777	-0,48843	0,72057	0,37713	0,70622	accepted
<b>D10</b>	0,35611	0,30781	-0,24846	0,96069	1,15693	0,24778	accepted
<b>D11</b>	0,46443	0,30775	-0,14003	1,06888	1,50912	0,13182	accepted
<b>D12</b>	0,52931	0,30772	-0,0751	1,13371	1,7201	0,08596	accepted
<b>D13</b>	0,58502	0,30773	-0,0194	1,18944	1,90111	0,05779	accepted
<b>D14</b>	0,48542	0,30772	-0,11898	1,08983	1,57749	0,11524	accepted
<b>D15</b>	0,54143	0,30769	-0,06292	1,14578	1,75964	0,07901	accepted
<b>D16</b>	0,63551	0,30769	0,03118	1,23985	2,06547	0,03933	rejected
<b>D17</b>	0,56679	0,30768	-0,03754	1,17113	1,84214	0,06597	accepted
<b>D18</b>	0,53831	0,30768	-0,06602	1,14264	1,74957	0,08073	accepted
<b>D19</b>	0,56608	0,30768	-0,03824	1,1704	1,83984	0,06631	accepted
<b>D20</b>	0,55363	0,30767	-0,05068	1,15795	1,79941	0,07248	accepted
<b>D21</b>	0,60485	0,30767	0,00054	1,20916	1,9659	0,0498	rejected
<b>D22</b>	0,61124	0,30767	0,00693	1,21554	1,98667	0,04744	rejected
<b>D23</b>	0,55664	0,30767	-0,04766	1,16094	1,80922	0,07094	accepted
<b>D24</b>	0,6142	0,30767	0,0099	1,2185	1,99632	0,04638	rejected
<b>D25</b>	0,51369	0,30767	-0,09062	1,118	1,6696	0,09555	accepted
<b>D26</b>	0,87127	0,30767	0,26696	1,47558	2,83181	0,00479	rejected
<b>D27</b>	0,95231	0,30768	0,34798	1,55664	3,09511	0,00206	rejected
<b>D28</b>	0,79147	0,30769	0,18713	1,39581	2,57232	0,01035	rejected
<b>D29</b>	0,79225	0,30769	0,1879	1,3966	2,57482	0,01028	rejected
<b>D30</b>	0,94722	0,30769	0,34287	1,55157	3,07846	0,00218	rejected
<b>D31</b>	1,12173	0,30769	0,51737	1,72608	3,64559	0,00029	rejected
<b>D32</b>	1,14467	0,3077	0,54031	1,74903	3,72013	0,00022	rejected
<b>D33</b>	1,19859	0,3077	0,59423	1,80295	3,89535	0,00011	rejected
<b>D34</b>	1,13644	0,3077	0,53208	1,7408	3,69338	0,00024	rejected
<b>D35</b>	1,45406	0,3077	0,8497	2,05842	4,72565	2,8941E-6	rejected
<b>D36</b>	1,53612	0,3077	0,93176	2,14048	4,99229	7,94473E-7	rejected
<b>D37</b>	1,36531	0,3077	0,76094	1,96968	4,43713	0,00001	rejected
<b>D38</b>	1,06411	0,30769	0,45976	1,66846	3,45835	0,00058	rejected
<b>D39</b>	1,16293	0,30768	0,5586	1,76726	3,77966	0,00017	rejected
<b>D40</b>	0,94216	0,30767	0,33785	1,54647	3,06221	0,0023	rejected
<b>D41</b>	1,36278	0,30766	0,75849	1,96708	4,42946	0,00001	rejected
<b>D42</b>	1,069	0,30766	0,46471	1,67328	3,47463	0,00055	rejected
<b>D43</b>	0,78055	0,30765	0,17628	1,38482	2,53714	0,01144	rejected
<b>D44</b>	1,02026	0,30765	0,416	1,62452	3,31636	0,00097	rejected
<b>D45</b>	0,98488	0,30765	0,38062	1,58914	3,20134	0,00144	rejected
<b>D46</b>	0,85472	0,30764	0,25047	1,45897	2,77831	0,00564	rejected
<b>D47</b>	0,79143	0,30764	0,18719	1,39567	2,57263	0,01035	rejected
<b>D48</b>	0,30212	0,30764	-0,30213	0,90636	0,98206	0,32649	accepted
<b>D49</b>	-0,27353	0,30763	-0,87776	0,3307	-0,88916	0,37429	accepted
<b>D50</b>	-0,19662	0,30763	-0,80085	0,40761	-0,63913	0,52299	accepted
<b>D51</b>	-0,27746	0,30762	-0,88168	0,32676	-0,90194	0,36747	accepted

T (5%) 1,96414

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

# A.11 Regresjonsanalyse basis 1, 2009-2015 (seksjon 5.3.2.3)

## Linear Regression

### Regression Statistics

R	0,56514
R-square	0,31938
Adjusted R-square	0,20302
S	0,24217
N	364

### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	8,53089	0,16096	2,74467	3,13337E-8
Residual	310,	18,17982	0,05864		
Total	363,	26,71071			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	0,26256	0,09637	0,07293	0,45219	2,72433	0,00681	rejected
<b>log(r(L))</b>	0,11655	0,08277	-0,04631	0,27941	1,40814	0,16009	accepted
<b>Trend</b>	-0,00068	0,00014	-0,00095	-0,00041	-4,94471	1,25163E-6	rejected
<b>D1</b>	-0,16497	0,12968	-0,42013	0,09019	-1,27217	0,20427	accepted
<b>D2</b>	-0,1152	0,12973	-0,37048	0,14007	-0,888	0,37523	accepted
<b>D3</b>	-0,16006	0,12972	-0,41531	0,09519	-1,23386	0,21819	accepted
<b>D4</b>	-0,1773	0,12971	-0,43252	0,07793	-1,36684	0,17267	accepted
<b>D5</b>	-0,27278	0,12973	-0,52805	-0,01751	-2,10262	0,03631	rejected
<b>D6</b>	-0,32303	0,12981	-0,57844	-0,06762	-2,48854	0,01335	rejected
<b>D7</b>	-0,21657	0,12981	-0,472	0,03885	-1,66835	0,09626	accepted
<b>D8</b>	-0,171	0,12982	-0,42645	0,08445	-1,31716	0,18876	accepted
<b>D9</b>	-0,13603	0,1299	-0,39162	0,11957	-1,04717	0,29584	accepted
<b>D10</b>	-0,12296	0,13003	-0,37882	0,13289	-0,94564	0,34507	accepted
<b>D11</b>	-0,04236	0,12994	-0,29805	0,21332	-0,32602	0,74463	accepted
<b>D12</b>	-0,07347	0,12987	-0,329	0,18207	-0,56572	0,572	accepted
<b>D13</b>	-0,12516	0,12994	-0,38083	0,13052	-0,96321	0,33619	accepted
<b>D14</b>	-0,05748	0,12992	-0,31312	0,19816	-0,44243	0,65849	accepted
<b>D15</b>	-0,12967	0,12983	-0,38513	0,12579	-0,99877	0,31869	accepted
<b>D16</b>	-0,03796	0,12978	-0,29331	0,2174	-0,29247	0,77013	accepted
<b>D17</b>	-0,13651	0,12973	-0,39177	0,11875	-1,05225	0,2935	accepted
<b>D18</b>	-0,08045	0,1297	-0,33566	0,17476	-0,62025	0,53555	accepted
<b>D19</b>	-0,06622	0,12966	-0,32135	0,18891	-0,51071	0,60992	accepted
<b>D20</b>	-0,06493	0,12963	-0,31999	0,19014	-0,50085	0,61683	accepted
<b>D21</b>	-0,09655	0,1296	-0,35156	0,15846	-0,745	0,45683	accepted
<b>D22</b>	-0,13263	0,12958	-0,38761	0,12234	-1,02353	0,30685	accepted
<b>D23</b>	-0,04895	0,12957	-0,3039	0,20599	-0,37782	0,70582	accepted
<b>D24</b>	-0,1429	0,12956	-0,39782	0,11202	-1,103	0,27088	accepted
<b>D25</b>	-0,12806	0,12956	-0,38298	0,12686	-0,98847	0,32369	accepted
<b>D26</b>	-0,11316	0,12955	-0,36806	0,14175	-0,87347	0,38308	accepted
<b>D27</b>	-0,10437	0,12955	-0,35928	0,15055	-0,8056	0,42109	accepted
<b>D28</b>	-0,11866	0,12955	-0,37357	0,13626	-0,91589	0,36044	accepted
<b>D29</b>	-0,1336	0,12955	-0,3885	0,12131	-1,03122	0,30324	accepted
<b>D30</b>	-0,1405	0,12955	-0,3954	0,1144	-1,08456	0,27896	accepted
<b>D31</b>	-0,14247	0,12954	-0,39736	0,11241	-1,09985	0,27225	accepted
<b>D32</b>	-0,1545	0,12953	-0,40938	0,10038	-1,19274	0,23388	accepted
<b>D33</b>	-0,14608	0,12953	-0,40095	0,10879	-1,12778	0,26029	accepted
<b>D34</b>	-0,17682	0,12953	-0,43169	0,07804	-1,36516	0,17319	accepted
<b>D35</b>	-0,04791	0,12952	-0,30277	0,20694	-0,36991	0,7117	accepted
<b>D36</b>	-0,01956	0,12952	-0,27441	0,23529	-0,151	0,88008	accepted
<b>D37</b>	-0,12672	0,12952	-0,38158	0,12813	-0,97842	0,32863	accepted
<b>D38</b>	-0,08416	0,12951	-0,33899	0,17067	-0,64985	0,51627	accepted
<b>D39</b>	-0,00713	0,1295	-0,26193	0,24767	-0,05506	0,95613	accepted
<b>D40</b>	0,30022	0,12948	0,04544	0,555	2,31856	0,02107	rejected
<b>D41</b>	0,07018	0,12948	-0,18458	0,32494	0,54201	0,5882	accepted
<b>D42</b>	0,06126	0,12947	-0,19348	0,31601	0,4732	0,6364	accepted
<b>D43</b>	0,01474	0,12946	-0,23999	0,26948	0,11386	0,90942	accepted
<b>D44</b>	0,20726	0,12946	-0,04747	0,46198	1,60098	0,1104	accepted
<b>D45</b>	0,17153	0,12946	-0,08319	0,42625	1,32502	0,18614	accepted
<b>D46</b>	0,34231	0,12945	0,08759	0,59703	2,6443	0,0086	rejected
<b>D47</b>	0,27423	0,12945	0,01952	0,52894	2,11841	0,03494	rejected
<b>D48</b>	0,19614	0,12945	-0,05857	0,45086	1,5152	0,13074	accepted
<b>D49</b>	-0,01534	0,12945	-0,27004	0,23937	-0,11849	0,90575	accepted
<b>D50</b>	-0,08333	0,12945	-0,33804	0,17138	-0,64374	0,52022	accepted
<b>D51</b>	-0,13556	0,12944	-0,39026	0,11914	-1,04724	0,29581	accepted

T (5%) 1,96765

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)



## A.12 Regresjonsanalyse basis 2, 2009-2015 (seksjon 5.3.2.3)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,64726
R-square	0,41895
Adjusted R-square	0,31961
S	0,3215
N	364

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	23,10378	0,43592	4,21729	0,
Residual	310,	32,04319	0,10337		
Total	363,	55,14696			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
Intercept	0,38409	0,12795	0,13233	0,63584	3,00189	0,0029	rejected
log(r(L))	0,26692	0,10988	0,05071	0,48313	2,42913	0,0157	rejected
Trend	-0,00119	0,00018	-0,00154	-0,00083	-6,52149	2,82651E-10	rejected
D1	-0,21216	0,17216	-0,55091	0,12659	-1,23233	0,21876	accepted
D2	-0,15972	0,17224	-0,49862	0,17919	-0,9273	0,35449	accepted
D3	-0,21748	0,17222	-0,55636	0,12139	-1,26281	0,20761	accepted
D4	-0,238	0,17221	-0,57684	0,10085	-1,38204	0,16795	accepted
D5	-0,34089	0,17224	-0,67979	-0,00199	-1,9792	0,04868	rejected
D6	-0,34567	0,17233	-0,68476	-0,00658	-2,00581	0,04574	rejected
D7	-0,30382	0,17234	-0,64293	0,03528	-1,76291	0,0789	accepted
D8	-0,30957	0,17236	-0,6487	0,02957	-1,79608	0,07346	accepted
D9	-0,11429	0,17246	-0,45362	0,22504	-0,66272	0,508	accepted
D10	-0,10446	0,17263	-0,44414	0,23522	-0,60508	0,54557	accepted
D11	-0,01811	0,17251	-0,35755	0,32134	-0,10496	0,91648	accepted
D12	-0,05327	0,17242	-0,39252	0,28599	-0,30893	0,75758	accepted
D13	-0,07652	0,17251	-0,41596	0,26291	-0,44359	0,65765	accepted
D14	-0,01038	0,17249	-0,34977	0,32901	-0,06018	0,95205	accepted
D15	-0,08781	0,17237	-0,42697	0,25134	-0,50946	0,61079	accepted
D16	-0,00469	0,17229	-0,3437	0,33433	-0,02721	0,97831	accepted
D17	-0,09166	0,17223	-0,43055	0,24723	-0,53221	0,59496	accepted
D18	-0,03628	0,1722	-0,3751	0,30254	-0,21069	0,83327	accepted
D19	-0,0311	0,17214	-0,36982	0,30761	-0,18068	0,85674	accepted
D20	-0,03349	0,1721	-0,37212	0,30514	-0,19459	0,84584	accepted
D21	-0,07598	0,17206	-0,41454	0,26257	-0,44161	0,65908	accepted
D22	-0,12502	0,17204	-0,46353	0,21349	-0,72669	0,46796	accepted
D23	-0,03248	0,17202	-0,37096	0,30599	-0,18884	0,85034	accepted
D24	-0,11707	0,172	-0,45551	0,22137	-0,68065	0,4966	accepted
D25	-0,11037	0,172	-0,44881	0,22806	-0,6417	0,52154	accepted
D26	-0,11675	0,17199	-0,45517	0,22167	-0,67881	0,49777	accepted
D27	-0,10908	0,172	-0,44751	0,22935	-0,63419	0,52642	accepted
D28	-0,13477	0,172	-0,4732	0,20366	-0,78358	0,43389	accepted
D29	-0,14708	0,17199	-0,4855	0,19134	-0,85514	0,39313	accepted
D30	-0,13963	0,17199	-0,47804	0,19878	-0,81186	0,4175	accepted
D31	-0,11348	0,17198	-0,45187	0,22491	-0,65986	0,50983	accepted
D32	-0,12299	0,17197	-0,46137	0,21539	-0,71517	0,47504	accepted
D33	-0,0926	0,17197	-0,43097	0,24577	-0,53846	0,59065	accepted
D34	-0,11639	0,17196	-0,45475	0,22197	-0,67685	0,49901	accepted
D35	0,17868	0,17196	-0,15967	0,51703	1,0391	0,29957	accepted
D36	0,20168	0,17195	-0,13667	0,54002	1,17287	0,24175	accepted
D37	0,09051	0,17195	-0,24784	0,42885	0,52634	0,59903	accepted
D38	0,10249	0,17194	-0,23582	0,4408	0,5961	0,55154	accepted
D39	0,2721	0,17192	-0,06618	0,61038	1,5827	0,11451	accepted
D40	0,60234	0,17191	0,26409	0,94059	3,50391	0,00053	rejected
D41	0,35911	0,17189	0,02089	0,69734	2,08915	0,03751	rejected
D42	0,36103	0,17189	0,02282	0,69924	2,10042	0,0365	rejected
D43	0,24053	0,17188	-0,09766	0,57872	1,39945	0,16268	accepted
D44	0,34717	0,17187	0,00899	0,68534	2,01995	0,04425	rejected
D45	0,30455	0,17187	-0,03362	0,64272	1,772	0,07738	accepted
D46	0,48846	0,17186	0,15029	0,82663	2,84214	0,00478	rejected
D47	0,38679	0,17186	0,04863	0,72495	2,25059	0,02511	rejected
D48	0,20037	0,17186	-0,13779	0,53853	1,16591	0,24455	accepted
D49	-0,00464	0,17186	-0,34279	0,33351	-0,02702	0,97846	accepted
D50	-0,06494	0,17186	-0,4031	0,27321	-0,37789	0,70577	accepted
D51	-0,10732	0,17185	-0,44547	0,23082	-0,62449	0,53276	accepted

T (5%) 1,96765

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

## A.13 Regresjonsanalyse basis 3, 2009-2015 (seksjon 5.3.2.3)

### Linear Regression

#### Regression Statistics

R	0,67617
R-square	0,4572
Adjusted R-square	0,3644
S	0,37594
N	364

#### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	36,90326	0,69629	4,9267	0,
Residual	310,	43,81216	0,14133		
Total	363,	80,71541			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
<b>Intercept</b>	0,49166	0,14961	0,19728	0,78604	3,28628	0,00113	rejected
<b>log(r(L))</b>	0,36655	0,12849	0,11374	0,61937	2,85283	0,00462	rejected
<b>Trend</b>	-0,00165	0,00021	-0,00207	-0,00123	-7,77105	0,	rejected
<b>D1</b>	-0,26298	0,20131	-0,65909	0,13313	-1,30634	0,1924	accepted
<b>D2</b>	-0,19388	0,2014	-0,59016	0,20241	-0,96265	0,33648	accepted
<b>D3</b>	-0,26484	0,20138	-0,66108	0,13141	-1,3151	0,18945	accepted
<b>D4</b>	-0,31222	0,20137	-0,70844	0,08399	-1,55052	0,12204	accepted
<b>D5</b>	-0,32707	0,2014	-0,72334	0,06921	-1,62399	0,10539	accepted
<b>D6</b>	-0,31303	0,20151	-0,70953	0,08347	-1,55345	0,12134	accepted
<b>D7</b>	-0,27885	0,20152	-0,67537	0,11767	-1,38375	0,16743	accepted
<b>D8</b>	-0,31159	0,20154	-0,70814	0,08497	-1,54605	0,12311	accepted
<b>D9</b>	-0,07337	0,20165	-0,47016	0,32341	-0,36386	0,71621	accepted
<b>D10</b>	-0,06405	0,20186	-0,46125	0,33314	-0,31732	0,75122	accepted
<b>D11</b>	0,02645	0,20172	-0,37046	0,42337	0,13114	0,89575	accepted
<b>D12</b>	-0,00713	0,20161	-0,40382	0,38956	-0,03537	0,97181	accepted
<b>D13</b>	-0,01665	0,20172	-0,41356	0,38026	-0,08253	0,93427	accepted
<b>D14</b>	0,05684	0,20169	-0,34002	0,4537	0,28182	0,77827	accepted
<b>D15</b>	-0,02477	0,20155	-0,42134	0,37181	-0,12287	0,90229	accepted
<b>D16</b>	0,05472	0,20147	-0,34169	0,45113	0,27161	0,7861	accepted
<b>D17</b>	-0,04502	0,20139	-0,44129	0,35124	-0,22357	0,82324	accepted
<b>D18</b>	-0,00729	0,20135	-0,40348	0,38889	-0,03623	0,97112	accepted
<b>D19</b>	-0,01269	0,20129	-0,40875	0,38338	-0,06303	0,94978	accepted
<b>D20</b>	-0,01444	0,20124	-0,41041	0,38152	-0,07177	0,94283	accepted
<b>D21</b>	-0,06224	0,20119	-0,45812	0,33364	-0,30936	0,75725	accepted
<b>D22</b>	-0,12907	0,20116	-0,52489	0,26675	-0,64161	0,5216	accepted
<b>D23</b>	-0,02103	0,20114	-0,41681	0,37476	-0,10453	0,91682	accepted
<b>D24</b>	-0,10372	0,20112	-0,49946	0,29202	-0,51572	0,60642	accepted
<b>D25</b>	-0,10499	0,20112	-0,50072	0,29075	-0,52201	0,60203	accepted
<b>D26</b>	-0,09481	0,20111	-0,49052	0,30091	-0,47141	0,63768	accepted
<b>D27</b>	-0,07076	0,20112	-0,46649	0,32497	-0,35183	0,72521	accepted
<b>D28</b>	-0,10383	0,20112	-0,49956	0,29189	-0,51628	0,60603	accepted
<b>D29</b>	-0,1243	0,20111	-0,52002	0,27142	-0,61808	0,53698	accepted
<b>D30</b>	-0,07997	0,20111	-0,47567	0,31574	-0,39764	0,69117	accepted
<b>D31</b>	0,08943	0,2011	-0,30625	0,48512	0,44474	0,65682	accepted
<b>D32</b>	0,09754	0,20109	-0,29813	0,49322	0,48508	0,62796	accepted
<b>D33</b>	0,12871	0,20108	-0,26695	0,52437	0,64009	0,52258	accepted
<b>D34</b>	0,13211	0,20108	-0,26354	0,52776	0,65699	0,51168	accepted
<b>D35</b>	0,4486	0,20107	0,05297	0,84424	2,23108	0,02639	rejected
<b>D36</b>	0,45702	0,20107	0,06139	0,85265	2,27295	0,02371	rejected
<b>D37</b>	0,33358	0,20107	-0,06204	0,72921	1,65907	0,09811	accepted
<b>D38</b>	0,35084	0,20105	-0,04475	0,74643	1,74504	0,08197	accepted
<b>D39</b>	0,47891	0,20103	0,08336	0,87446	2,3823	0,01781	rejected
<b>D40</b>	0,75364	0,20101	0,35813	1,14916	3,74927	0,00021	rejected
<b>D41</b>	0,50394	0,201	0,10845	0,89943	2,5072	0,01268	rejected
<b>D42</b>	0,50664	0,20099	0,11117	0,90211	2,52075	0,01221	rejected
<b>D43</b>	0,33519	0,20098	-0,06026	0,73064	1,66781	0,09636	accepted
<b>D44</b>	0,34232	0,20097	-0,05312	0,73775	1,70334	0,08951	accepted
<b>D45</b>	0,30133	0,20097	-0,0941	0,69676	1,4994	0,13479	accepted
<b>D46</b>	0,48984	0,20096	0,09441	0,88526	2,43746	0,01535	rejected
<b>D47</b>	0,3859	0,20096	-0,00952	0,78131	1,92029	0,05574	accepted
<b>D48</b>	0,17787	0,20096	-0,21755	0,57328	0,8851	0,37679	accepted
<b>D49</b>	-0,02047	0,20095	-0,41587	0,37493	-0,10187	0,91893	accepted
<b>D50</b>	-0,06847	0,20095	-0,46388	0,32694	-0,34073	0,73354	accepted
<b>D51</b>	-0,10748	0,20095	-0,50288	0,28791	-0,53488	0,59311	accepted

T (5%) 1,96765

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)

# A.14 Regresjonsanalyse basis 4, 2009-2015 (seksjon 5.3.2.3)

## Linear Regression

### Regression Statistics

R	0,69162
R-square	0,47833
Adjusted R-square	0,38914
S	0,40972
N	364

### ANOVA

	d.f.	SS	MS	F	p-level
Regression	53,	47,71678	0,90032	5,36315	0,
Residual	310,	52,03997	0,16787		
Total	363,	99,75675			

	Coefficient	Standard Error	LCL	UCL	t Stat	p-level	H0 (5%)
Intercept	0,56661	0,16306	0,24577	0,88744	3,47495	0,00058	rejected
log(r(L))	0,47146	0,14003	0,19593	0,747	3,36679	0,00086	rejected
Trend	-0,00206	0,00023	-0,00251	-0,0016	-8,88559	0,	rejected
D1	-0,23809	0,2194	-0,66979	0,19361	-1,08519	0,27868	accepted
D2	-0,162	0,2195	-0,59389	0,2699	-0,73804	0,46105	accepted
D3	-0,23836	0,21948	-0,67021	0,19349	-1,08603	0,27831	accepted
D4	-0,28753	0,21946	-0,71935	0,14429	-1,31017	0,19111	accepted
D5	-0,27236	0,21949	-0,70424	0,15953	-1,24083	0,21561	accepted
D6	-0,24976	0,21962	-0,68189	0,18237	-1,13727	0,2563	accepted
D7	-0,21686	0,21963	-0,64901	0,21529	-0,98739	0,32422	accepted
D8	-0,25277	0,21965	-0,68496	0,17942	-1,15079	0,25071	accepted
D9	-0,00117	0,21978	-0,43361	0,43127	-0,00531	0,99576	accepted
D10	0,01312	0,22	-0,41977	0,44601	0,05964	0,95248	accepted
D11	0,10024	0,21985	-0,33235	0,53282	0,45593	0,64876	accepted
D12	0,06754	0,21972	-0,3648	0,49988	0,30739	0,75875	accepted
D13	0,0422	0,21984	-0,39038	0,47477	0,19195	0,84791	accepted
D14	0,11168	0,21981	-0,32084	0,5442	0,50807	0,61177	accepted
D15	0,0282	0,21966	-0,40401	0,46042	0,12839	0,89792	accepted
D16	0,10523	0,21957	-0,32681	0,53726	0,47925	0,6321	accepted
D17	-0,0041	0,21949	-0,43598	0,42777	-0,01869	0,9851	accepted
D18	0,01975	0,21944	-0,41204	0,45154	0,09	0,92834	accepted
D19	0,00683	0,21938	-0,42482	0,43849	0,03114	0,97518	accepted
D20	0,00761	0,21932	-0,42394	0,43915	0,0347	0,97234	accepted
D21	-0,0293	0,21927	-0,46075	0,40215	-0,13362	0,89379	accepted
D22	-0,07571	0,21924	-0,5071	0,35567	-0,34535	0,73007	accepted
D23	0,04234	0,21922	-0,38901	0,47368	0,19312	0,84699	accepted
D24	-0,03812	0,2192	-0,46942	0,39319	-0,17389	0,86206	accepted
D25	-0,04569	0,21919	-0,47698	0,38561	-0,20842	0,83504	accepted
D26	0,03599	0,21918	-0,39528	0,46727	0,16421	0,86967	accepted
D27	0,15923	0,21919	-0,27205	0,59052	0,72647	0,4681	accepted
D28	0,10716	0,21919	-0,32413	0,53844	0,48887	0,62528	accepted
D29	0,06647	0,21919	-0,36481	0,49774	0,30324	0,76191	accepted
D30	0,12877	0,21918	-0,30249	0,56003	0,58752	0,55728	accepted
D31	0,35908	0,21917	-0,07216	0,79032	1,63839	0,10236	accepted
D32	0,37589	0,21916	-0,05534	0,80712	1,71515	0,08732	accepted
D33	0,41906	0,21915	-0,01216	0,85028	1,91218	0,05677	accepted
D34	0,43373	0,21915	0,00252	0,86493	1,97916	0,04868	rejected
D35	0,59401	0,21914	0,16283	1,0252	2,71068	0,00709	rejected
D36	0,6035	0,21914	0,17232	1,03468	2,754	0,00623	rejected
D37	0,47562	0,21914	0,04443	0,9068	2,17042	0,03073	rejected
D38	0,49606	0,21911	0,06492	0,9272	2,26393	0,02427	rejected
D39	0,55309	0,21909	0,12199	0,98418	2,52444	0,01209	rejected
D40	0,77523	0,21907	0,34417	1,20629	3,53866	0,00046	rejected
D41	0,52097	0,21906	0,08994	0,952	2,37822	0,018	rejected
D42	0,52552	0,21905	0,09451	0,95653	2,3991	0,01703	rejected
D43	0,33746	0,21904	-0,09352	0,76845	1,54069	0,12441	accepted
D44	0,31987	0,21903	-0,1111	0,75084	1,46041	0,14519	accepted
D45	0,28074	0,21903	-0,15022	0,7117	1,28177	0,20088	accepted
D46	0,47006	0,21902	0,03911	0,90101	2,1462	0,03263	rejected
D47	0,37422	0,21902	-0,05673	0,80516	1,70862	0,08852	accepted
D48	0,13109	0,21902	-0,29985	0,56204	0,59855	0,54991	accepted
D49	-0,04251	0,21901	-0,47344	0,38842	-0,1941	0,84622	accepted
D50	-0,09439	0,21901	-0,52533	0,33655	-0,43099	0,66678	accepted
D51	-0,13841	0,21901	-0,56934	0,29251	-0,632	0,52785	accepted

T (5%) 1,96765

LCL - Lower value of a reliable interval (LCL)

UCL - Upper value of a reliable interval (UCL)