



Universitetet
i Stavanger

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

STUDIEPROGRAM:

Master i økonomi og administrasjon

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING: **Anvendt finans**

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

TITTEL:

Sammenhengen mellom spot- og forwardpriser i gassmarkedet
- **En empirisk studie av Title Transfer Facility og Zeebrugge**

ENGELSK TITTEL:

The relationship between spot and forward prices in the natural gas market
- **An empirical analysis of Title Transfer Facility and Zeebrugge**

FORFATTER(E)

Studentnummer:

205377

207374

Navn:

Øyvind Alsvik

Kari Barkved Strand

VEILEDER:

Bård Misund

OPPGAVEN ER MOTTATT I TO – 2 – INNBUNDNE EKSEMPLARER

Stavanger,/..... 2014

Underskrift administrasjon:.....

Abstract

This master thesis studies the relationship between spot and forward prices in the European natural gas market. This is done by analyzing spot and forward prices from two large hubs in Continental Europe; namely Title Transfer Facility and Zeebrugge.

We find indications of a time-varying risk premium when using Famas (1984) framework. It is, however, hard to distinguish between the premium and the forecast error in the forward price. We do not find strong evidence of the existence of a premium, nor that the forward price is an unbiased predictor of future spot prices.

When testing the theory of storage we do not find evidence that the prices are more volatile when the basis is negative, as the theory predicts. According to the theory of storage we should also find that shocks in demand and/or supply will have less impact the longer the time to maturity. However, when testing for this we get mixed results. The findings coincide with those of Stronzik et al. (2008) and suggest market imperfections.

These hints of market imperfections are further confirmed by a regression analysis that tests the market efficiency. This regression indicates a fairly high arbitrage potential that is not being exploited. Hence, the overall market performance differs substantially from the competitive benchmark of the theory of storage.

Forord

Denne oppgaven er skrevet som en avsluttende del av våre mastergrader i Økonomi og Administrasjon ved Universitetet i Stavanger.

Når det gjelder valg av tema og problemstilling tok vi utgangspunkt i vår interesse for gassmarkedet samt for derivater som finansielle instrument. Vi fikk med denne problemstillingen mulighet til å kombinere disse interessefeltene. Arbeidet med oppgaven har vært en lærerik og krevende prosess. Vi har fått en god forståelse for gassmarkedet og det statistiske rammeverket som trengs for å analysere dette.

Avslutningsvis ønsker vi å takke veilederen vår Bård Misund for hjelp til å finne en spennende problemstilling. Vi har satt stor pris på dine gode råd og nyttige tilbakemeldinger på veien mot ferdigstillingen av oppgaven.

Øyvind Alsvik

Kari Barkved Strand

Stavanger, 13. juni 2014

Sammendrag

EU har gjennom flere gassdirektiver fått igjennom en omfattende deregulering av det europeiske gassmarkedet de siste tiårene. Målet med dette har vært å oppnå et mer konkurransedyktig og effektivt gassmarked i Europa. I denne oppgaven blir det gjennomført empiriske analyser for å se på sammenhengen mellom spot- og forwardpriser i det europeiske gassmarkedet. Vi analyserer ni år med historiske spot- og forwardpriser fra HUBene Title Transfer Facility og Zeebrugge fra henholdsvis Nederland og Belgia.

I oppgaven testes to velkjente teorier som forsøker å forklare forholdet mellom forwardpriser og spotpriser. Disse er lagringsteorien og teorien om risikopremie. Enkelt forklart legger lagringsteorien til grunn at forskjellen mellom spot- og forwardpris oppgitt samme dag er en funksjon av tapte renteinntekter, lagringskostnader og eierfordel. Teorien om risikopremie går kort fortalt ut på at prisen på en forwardkontrakt inneholder informasjon om hva spotprisen vil være på leveringstidspunktet dersom denne er riktig priset (Fama og French, 1987).

Testen av teorien om risikopremie gir indikasjoner på at det er en tidsvarierende risikopremie i markedet. Her er det dog vanskelig å skille mellom hva som er risikopremie og hva som er prediksjonsfeil i forwardprisen. Resultatene fra testen gir ingen håndfaste beviser på at det eksisterer en premie i markedet, ei heller at forwardprisen har prediksjonskraft i forhold til fremtidige spotpriser.

Resultatene fra testen av lagringsteorien gir ingen beviser på at prisene er mer volatile når basisen er negativ, slik teorien predikerer. Ut fra lagringsteorien burde man også fått at sjokk i tilbud og/eller etterspørsel vil skape lavere prisendringer jo lengre forwardkontrakten er. Testen gir derimot veldig blandede resultater her, og samlet sett indikerer resultatene fra testen svakheter i gassmarkedet.

Disse indikasjonene forsterkes når vi videre bruker regresjonsanalyse for å teste for markedseffektivitet. Resultatene her indikerer at det er arbitrasjemuligheter i markedet som ikke utnyttes. Til tross for disse resultatene ser en likevel tegn på at det europeiske gassmarkedet er i stadig utvikling. Markedsintegrasjon, likviditet og handelsvolumer har økt de siste årene. Vi tester også for en effekt av EU-direktivet fra 2009, men finner ikke beviser på et strukturelt brudd her foreløpig.

Innholdsfortegnelse

Abstract	i
Forord	ii
Sammendrag	iii
Figuroversikt	vi
Tabelloversikt	vi
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Oppgavens problemstilling	2
1.3 Oppbygning av oppgaven	2
2 Gassmarkedet	4
2.1 Generelt om gassmarkedet	4
2.2 Title Transfer Facility og Zeebrugge	7
2.3 Jakten på økte handelsvolumer, integrering og effektivitet i markedet	8
2.4 Lagerbruk i gassmarkedet	12
2.5 EU-direktivet 2009	13
3 Teori	15
3.1 Derivater	15
3.2 Forwardkontrakter	15
3.3 Lagringsteorien	19
3.4 Teorien om risikopremie	21
3.5 Litteraturgjennomgang	23
3.6 Vårt bidrag til forskningen	25
4 Metode	27
4.1 Kort om regresjonsanalyse	27
4.2 Augmentert Dickey Fuller (ADF) test	27
4.3 Phillips-Perron test	29
4.4 Hvorfor teste for stasjonaritet?	29
4.5 Analyse av teorien om risikopremie	30
4.6 Analyse av lagringsteorien	32
4.7 Regresjon på markedseffektivitet	35
4.8 Chow-test	37
4.9 CUSUM-test	38

5 Innledende analyse av data.....	39
5.1 Deskriptiv analyse.....	39
5.2 Enhetsrotstester	44
6 Resultater og tolkning	45
6.1 Resultater fra test av teorien om risikopremie	45
6.2 Resultater fra test av lagringsteorien	48
6.3 Resultater fra regresjon på markedseffektivitet	51
6.4 Resultater fra Chow-test og CUSUM-test.....	55
7 Konklusjoner.....	58
7.1 Oppsummering.....	58
7.2 Anbefaling til videre forskning	59
Litteraturliste.....	60

Figuroversikt

Figur 2.1 Gassproduksjon i 2011 og 2012 fordelt på ledende nasjoner
Figur 2.2 Handelsflyten av naturgass på verdensbasis i 2012
Figur 2.3 Utvikling i handelsvolum for ZEE og TTF 2007-2012
Figur 2.4 Priskorrelasjon mellom ulike HUBer 2007-2012
Figur 3.1 Kontantstrømsdiagram for forwardkontrakter
Figur 3.2 Normal contango og normal backwardation i forwardmarkedet
Figur 4.1 Relativ eierfordel og rentejustert basis som en funksjon av lagerbeholdning
Figur 5.1 Månedlige spot- og forwardpriser fra ZEE i perioden oktober 2005-februar 2014
Figur 5.2 Månedlige spot- og forwardpriser fra TTF i perioden oktober 2005-februar 2014
Figur 5.3 Månedlige median spotpriser
Figur 5.4 Prediksjonsfeil for ZEE de ulike forwardkontraktene
Figur 5.5 Prediksjonsfeil for TTF for de ulike forwardkontraktene

Tabelloversikt

Tabell 5.1 Gjennomsnitt og standardavvik
Tabell 5.2 Enhetsrotstester
Tabell 6.1 Regresjon ZEE
Tabell 6.2 Regresjon TTF
Tabell 6.3 Resultater fra test av lagringsteorien (I)
Tabell 6.4 Resultater fra test av lagringsteorien (II)
Tabell 6.5 Resultater fra utvidet regresjonsmodell (1 mnd)
Tabell 6.6 Resultater fra utvidet regresjonsmodell (2 mnd)
Tabell 6.7 Resultater fra utvidet regresjonsmodell (3 mnd)

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Naturgass er i dag en av de mest brukte energikildene innenfor EU-området og utgjør omtrent en fjerdedel av den primære energien som forbrukes. Det europeiske gassmarkedet har vært gjennom en omfattende deregulering de siste tiårene. I 1998 kom det første EU-direktivet for det europeiske gassmarkedet som en følge av at man lenge hadde ønsket et mer konkurransedyktig og effektivt marked. Før dette direktivet kom var ikke gassmarkedene en del av det åpne europeiske markedet. Gassmarkedene var da nasjonale og i all hovedsak isolert fra hverandre med separate prisingsmekanismer. Tilbudet av gass ble i denne perioden regulert av statlig eide monopoler. Historisk sett har også naturgass blitt solgt gjennom lange kontrakter der prisen i stor grad har vært indeksert mot oljeprisen. Et resultat av denne liberaliseringen av markedet er fremveksten av HUBer der gass omsettes til en pris som styres ut fra tilbud og etterspørsel.

Gassmarkedet i Europa har med andre ord gjennomgått store endringer de siste årene. I tillegg har nylige hendelser forårsaket av finanskrisen gitt EU flere utfordringer når det gjelder målet om et konkurransedyktig og effektivt marked. Vi ønsker å finne ut hvordan markedet fungerer i dag. Transformasjonen fra oljeindekserte kontrakter til HUB-priser har fått flere konsekvenser. Blant annet har dette ført til at salgsvolumer, bruk av lager og fordeling av markedsrett i større grad spiller direkte inn på prisnivået på gass og på prisforholdet mellom ulike kontrakter. Høyt salgsvolum, optimalt lagerbruk og tilstrekkelig sterk konkurranse gir som oftest det mest samfunnsøkonomisk gunstige markedet.

Vi synes det er spennende å se hvordan det relativt ferske gassmarkedet med HUB-baserte priser samsvarer med pristeorier som er utviklet gjennom forskning på andre, ofte mer modne, markeder. Teoriene som er utviklet beskriver mer eller mindre aksepterte sammenhenger mellom kontraktspriser, og mellom priser og påvirkningsfaktorer når markedet fungerer som det skal. Forskning basert på slik sammenligning gir ikke bare informasjon som er grei å vite, men den kan sette lys på spesifikke områder i markedet hvor det finnes utviklingspotensial. Vi vil bruke økonometriske rammeverk som fremgangsmåte i våre undersøkelser.

Oppgaven tar for seg gassmarkedene i Belgia og Nederland. Dataene som brukes er i perioden oktober 2005-februar 2014. Dette har vært en periode hvor EU har prøvd å ta grep for å effektivisere gassmarkedet. For konkret å analysere om markedet har endret seg etter innføring av gassdirektivene vil vi i tillegg se om vi finner et strukturelt brudd. Her er utgangspunktet EUs gassdirektiv fra 2009, og de samme testene vil derfor bli gjennomført for perioden juni 2010-november 2013.

1.2 Oppgavens problemstilling

Oppgavens problemstilling er som følger:

Stemmer prisdata fra gassmarkedet overens med veletablerte teorier knyttet til forholdet mellom spot- og forwardpriser?

Som tidligere nevnt er det data fra gassmarkedene i Belgia og Nederland som benyttes for å teste dette. En av testene som gjennomføres er en regresjon knyttet til teorien om risikopremie. Denne teorien går ut på at prisen på en forwardkontrakt inneholder informasjon om hva spotprisen vil være på leveringstidspunktet dersom denne er riktig priset. Hypotesen som testes er derfor om forwardprisen er en prognose på etterfølgende spotpris. Videre blir det også gjennomført to tester knyttet til lagringsteorien. Denne teorien legger til grunn at forskjellen mellom spot- og forwardpris oppgitt samme dag er en funksjon av tapte renteinntekter, lagringskostnader og eierfordel. Her vil det bli brukt en indirekte metode for å teste for lagringshypotesen. I tillegg foretas en regresjon for å teste dette. Det vil også bli gjennomført Chow-test og CUSUM-test knyttet til å finne eventuelle strukturelle brudd.

1.3 Oppbygning av oppgaven

Oppgaven starter med en introduksjon av gassmarkedet og utviklingen i markedet. Kapittel to inneholder dermed en kort beskrivelse av naturgass og dens bruksområder samt generelt om gassmarkedet. Videre presenteres Title Transfer Facility og Zeebrugge som er de to HUBene vi skal ta for oss i oppgaven. Når det gjelder utviklingen i markedet skal vi se at dette er knyttet til et ønske om økte handelsvolumer samt et godt integrert og effektivt gassmarked. Videre gis også en presentasjon av lagerbruk og dens viktige funksjoner i markedet, før kapitlet avsluttes med en kort gjennomgang av EU-direktivet fra 2009.

Kapittel tre starter med en introduksjon av de ulike typene kontrakter i markedet. Her defineres spot, forward, futures og derivater. Videre vil vi se på hvordan verdiene av disse utledes gjennom sammenhengen mellom spotpris og terminkontrakt. Her kommer det fram at det er relativt enkelt å prise et investeringsgode i et arbitrasjefritt marked, mens det for goder som ikke kan lagres kostnadsfritt ikke er like enkelt. For slike goder kan man benytte lagringsteorien eller teorien om risikopremie, og dermed presenteres disse to teoriene. Kapitlet inneholder også en litteraturgjennomgang der det blir presentert et utvalg av relevant forskning som er gjort tidligere når det gjelder lagringsteorien og teorien om risikopremie. Til slutt i kapitlet blir det sagt litt om hva som er vårt bidrag til forskningen på dette området.

I kapittel fire beskrives metodikken som benyttes i oppgaven. Her gis en kort introduksjon av minste kvadraters metode (OLS) og forutsetningene som ligger til grunn for denne. Videre forklares de to stasjonaritetstestene som gjennomføres i oppgaven (ADF-test og PP-test) og hvorfor det er viktig å kjenne til hvorvidt dataene vi jobber med er stasjonære eller ikke. Vi beskriver teorien bak regresjonen knyttet til risikopremie og hvordan denne skal gjennomføres. Det samme gjøres for lagringsteorien: her skal vi gjennomføre både en indirekte test samt en regresjon. Kapitlet avsluttes med en beskrivelse av Chow-test og CUSUM-test som begge er knyttet til strukturelle brudd.

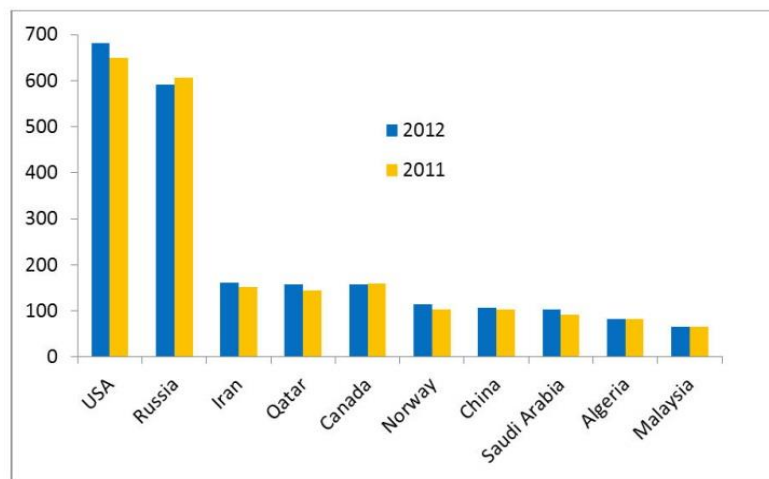
Kapittel fem starter med en beskrivelse av dataene som benyttes og hvor disse er hentet. Videre gjennomføres en innledende analyse av dataene ved hjelp av deskriptiv statistikk og grafer. Dette gjøres for å få en forståelse av tidsseriene vi har med å gjøre. Vi ser på viktige egenskaper til dataene som prediksjonsfeil, trender og sesongvariasjoner. Vi finner korrelasjonen mellom spotprisen og de ulike forwardkontraktene samt korrelasjonen markedene imellom. Vi ser også på variasjon i basisen (differansen mellom dagens spot- og forwardpris), variasjon i premien (differansen mellom forwardprisen, og spotprisen ved forwardkontraktens forfall) og variasjonen i endring i spotpris. Avslutningsvis presenteres også resultatene fra stasjonaritetstestene.

I kapittel seks presenterer vi resultatene fra testene og diskuterer disse, før oppgaven oppsummeres i kapittel syv med en kort konklusjon og forslag til videre forskning.

2 Gassmarkedet

2.1 Generelt om gassmarkedet

Naturgass er et fossilt brennstoff som dannes ved nedbrytning av organisk materiale.¹ Denne prosessen tar tusenvis av år, og det er derfor naturgass, i likhet med råolje, regnes for å være en ikke-fornybar energikilde. Gassen finnes som oftest sammen med den nevnte råoljen og utvinnes enten som biprodukt ved oljeproduksjon eller som hovedprodukt fra gassfelter. Olje står fremdeles for en større andel av verdens energibruk enn gass, men dette forventes å endre seg i løpet av et par tiår. Dette er mye på grunn av at gassen regnes som en mer miljøvennlig energikilde enn både olje og kull, selv om også naturgass kan knyttes til skade på miljøet.



Figur 2.1 Gassproduksjon i 2011 og 2012 fordelt på ledende nasjoner (bp.com)

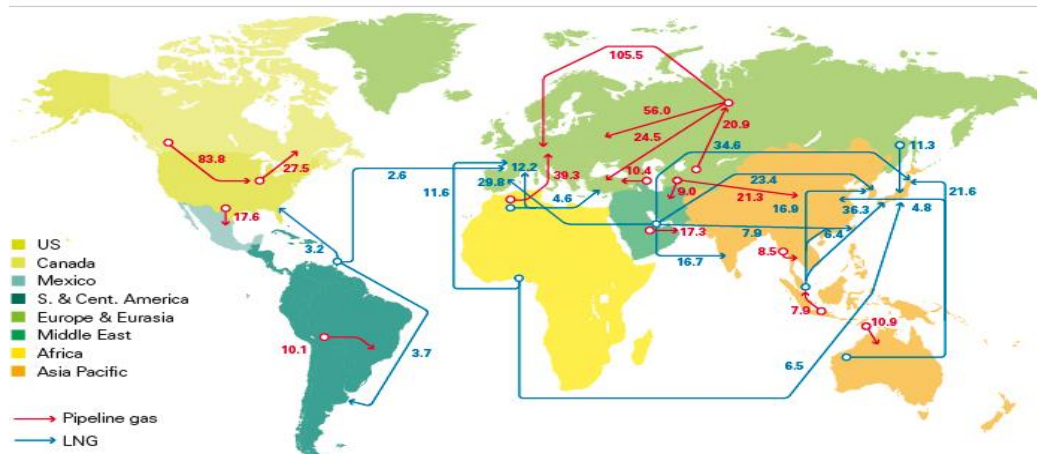
Figuren 2.1 er basert på tall fra olje- og gassgiganten BP og viser produksjon av naturgass i 2011 og 2012 fordelt på de ledende nasjonene. Vi ser at USA og Russland står i en særklasse når det gjelder produksjonsvolum de siste årene. Går man ti år lengre tilbake for å se på produksjonsfordeling vil man finne et lignende bilde, selv om land som for eksempel Qatar har økt produksjonen mye de siste årene. Dette bildet trenger likevel ikke være et godt bilde på fremtidig produksjon da størrelsen på gassreservene (oppdagede og uoppdagede) varierer mye fra område til område. Vi skal ikke dvele for mye ved dette, men beregning av en rate av nåværende årlig produksjon delt på oppdagede reserver gir en indikasjon på at produksjonsfordelingen kan se annerledes ut i fremtiden. Iran har den høyeste såkalte R/P-raten med 209 basert på tall fra 2012. Denne sier at Iran kan opprettholde sin nåværende

¹ <http://snl.no/naturgass>

produksjon i 209 år med utvinning av kjente gassreserver. Raten for eksempelvis USA og Norge er mer beskjeden med henholdsvis 12,5 og 18. Denne raten må selvsagt sees i sammenheng med nåværende produksjonstall og det faktum at stadig nye felter oppdages og produksjonsteknologi forbedres. Det sier likevel en del om at nasjoner er på ulike stadier når det kommer til utvinning av gassreservene sine.

Naturgass kan brukes til flere ting og anvendes blant annet til energiformål både i industrien og i husholdninger. Den viktigste bruken er nok likevel omdanning av gass til elektrisitet gjennom ulike typer gasskraftverk. Det er med gass som de fleste andre varer; et lands ønskede forbruk av naturgass står mest sannsynlig ikke i stil til landets produksjon. Selv om USA og Russland også ligger på forbrukstoppen, er det flere land som for eksempel Norge som produserer langt mer enn de konsumerer. Det er også mange land som har en motsatt skjevhet. Dette gir grunnlag for eksport og import av naturgass. Problemet er og har vært at transport av gass er svært kostbart. Gassen som tas opp må alltid gjennom en behandlingsprosess før den kan fraktes. Dette fører til at store mengder naturgass blir brent av der den finnes sammen med råolje, noe som særlig er tilfelle i Midtøsten. Mange steder avgrenses tilgangen til å gjøre dette grunnet forurensing.

Naturgass kan fraktes på to måter. Den fraktes enten gjennom rørledninger, eller så gjøres den om til flytende væske (såkalt LNG – Liquefied Natural Gas) som fraktes med skip. Av distribusjonsøyemed er det, først og fremst i Europa og USA, bygd store og tett forgrenede rørledningsnett. Det går blant annet store undersjøiske rørledningsnett fra feltene i Nordsjøen til kontinentet og til Storbritannia. Det er svært kostnadskrevende å frakte naturgass over store områder på grunn av at gassen da må gjennom en prosess for å omdannes til LNG. Dette gjøres i store og kompliserte kondenseringsanlegg. LNG må også holdes i temperatur på rundt -161°C gjennom transporten for å holdes flytende. Dette gjør at naturgass gjennomgående omsettes på regionale markeder, i motsetning til olje som omsettes globalt. Om utviklingen vil gå mot et mer globalt marked i fremtiden er det knyttet stor usikkerhet til. Figur 2.2 nedenfor viser hvordan naturgass ble fraktet i 2012. Vi ser at frakt over større avstander som nevnt ble gjort ved omdanning til LNG (blå piler).



Figur 2.2 Handelsflyten av naturgass på verdensbasis i 2012 (bp.com)

Historisk sett har naturgass blitt solgt gjennom lange kontrakter der prisen i stor grad har vært indeksert mot oljeprisen. Grunnen til dette er at produsentene ønsket å sikre den langsiktige kontantstrømmen da feltutbygging og utbygging av transport til markedet er dyrt. En måtte sikre avsetning for gassen. På den tiden fantes det ikke velutviklede og likvide markeder. De lange oljeindekserte kontraktene finnes enda i markedet, men det er svært mye som tyder på at disse er på vei ut. De fleste av disse kontraktene er eller vil bli reforhandlet i henhold til den «nye vinen» i markedet, nemlig HUB-baserte priser. Markedet i Europa har gått og går fremdeles gjennom en transformasjonsprosess der markedsføring og prising av gassen overføres til HUBer og børser for naturgass. Her blir prisen, i likhet med de fleste andre varer i moderne handel, styrt ut fra tilbud og etterspørsel. Størrelsen på tilbud og etterspørsel blir igjen styrt av en rekke faktorer.

I Europa var Storbritannia først ute med denne restruktureringen gjennom at de etablerte HUBen NBP (National Balancing Point) i 1996. Denne restruktureringen var basert på en allerede etablert amerikansk markedsmodell. Fremdeles må det amerikanske markedet regnes som det mest velutviklede. Fra år 2000 og fremover er stadig flere HUBer etablert i Europa. Det at gassmarkedet fortsatt er såpass regionalt oppdelt med store forskjeller på organisering og strukturering gir relativt store prisforskjeller. Noen markeder er mer utviklet enn andre. Dette ser vi et bilde på gjennom at gassprisene er lavere i USA enn i Europa, hvor prisene igjen er lavere enn i Asia. De nevnte transportvanskelighetene gjør at arbitrasje ikke reverserer prisforskjellene. Disse store forskjellene gjør forskning av den typen vi foretar i denne oppgaven interessant. Lignende forskning er gjort med data fra noen HUBer, men

resultater fra et område er ikke nødvendigvis representativt for et annet område. Markedet er som nevnt også i utvikling, så dette gjør i tillegg at en «oppdatering» av tidligere forskning kan gi nye resultater.

En HUB i denne sammenhengen refererer til et knutepunkt eller et område i et gassdistribusjonsnett. Eksempler på noen kjente HUBer, hvorpå noen allerede er nevnt, er Henry Hub (USA), National Balancing Point (UK), Zeebrugge (Belgia), Title Transfer Facility (Nederland) og Central European Gas Hub (Østerrike). Handel med gass på børs er tilknyttet den gassen som befinner seg i HUBen. Vi skiller mellom fysiske og virtuelle HUBer. Henry HUB i USA er et eksempel på en fysisk HUB. Henry Hub er et gassrørkryss med en diger kompressorstasjon som pumper gass nordover til markedene i nordøst. Referanseprisen her er til et fysisk punkt med tillegg/fradrag av transportkostnader etter om man er foran eller bak HUBen. En virtuell HUB er en HUB som er et definert område, snarere enn et fysisk punkt. Handelen foregår da med gass som befinner seg innenfor det området som omfattes av HUBen, i form av overføring av eiendomsrett til avtalt pris.² Videre skal vi gi en kort presentasjon av de to HUBene vi skal ta for oss i oppgaven: nederlandske Title Transfer Facility og belgiske Zeebrugge.

2.2 Title Transfer Facility og Zeebrugge

TTF eller The Title Transfer Facility er en nederlandsk virtuell HUB. Det kan nevnes at Nederland er en stor gassprodusent og ligger like utenfor topp ti-listen over gassprodusenter som ble presentert ovenfor. TTF ble fungerende HUB i 2003 og omfatter i realiteten hele det nederlandske gassnettet. Spesielt de siste årene blir TTF sett på som en suksesshistorie, og Patrick Heather (2012) omtaler den i sin artikkel som en av de to virkelig modne og velutviklede handelsplassene for gass i Europa. Den andre er nevnte NBP i Storbritannia. TTF blir av mange regnet som den ledende HUBen i det kontinentale Europa. Hovedgrunnene til dette er først og fremst at de har utviklet velfungerende systemer og prosesser samt at handelsvolumet er relativt høyt. Et høyt handelsvolum der man finner investorer med ulike bakenforliggende motiver vil gi god likviditet i markedet. Dette er blant nøkkelfaktorene for å få en handelsplass til å fungere optimalt.

² [Konkretisering av en Gass HUB Norge - Norges forskningsråd](#)

Churn-rate regnes av mange som det beste tilgjengelige målet på likviditeten i et gassmarked. Denne beregner handelsvolumet målt opp mot fysisk gassdistribusjon fra HUBen, med andre ord hvor mange ganger den fysiske gassen har vært gjenstand for børshandel. Heather (2012) melder at churn-raten i 1. kvartal 2012 var på femten, og at den konsistent har vært over ti i en periode. En rate på ti regnes ofte som en terskelverdi for å kunne kalles et modent marked. Det meste av handelen på TTF foregår med forwards i OTC-markedet («over the counter»), selv om handelsvolumet av futures også har økt mye de siste årene. Vi skal etter hvert gi en nærmere spesifisering av forward-derivatet da det er disse som vil brukes som grunnlag for de videre undersøkelsene. Dette er fordi forwardkontrakter blir mer omsatt i gassmarkedet, og dermed vil gi et bedre datagrunnlag enn futureskontrakter.

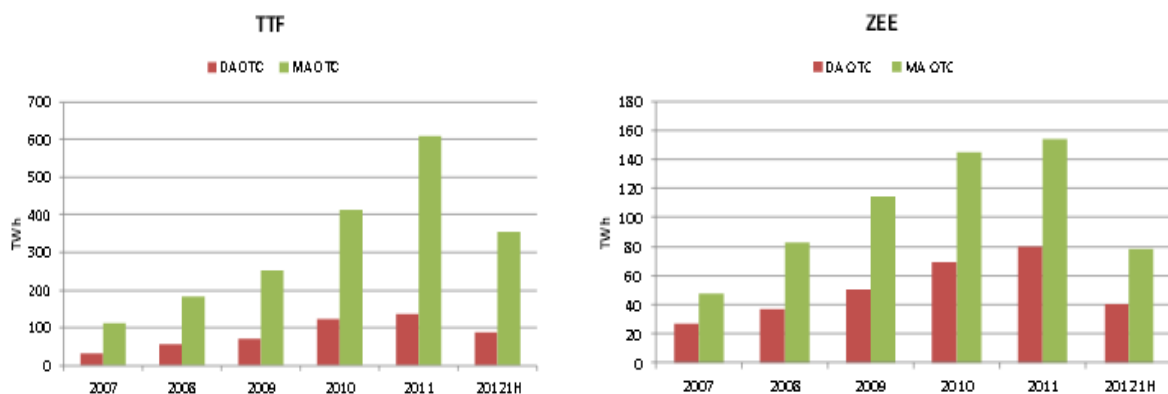
Zeebrugge (ZEE) er i motsetning til TTF en fysisk HUB og har vært en aktiv markedsplass siden år 2000. Handelen på denne har steget de siste årene, noe som også er tilfelle for de fleste andre HUBene. Når det kommer til handelsvolumer ligger ZEE likevel et godt stykke bak TTF. ZEE hadde ifølge Heather (2012) en churn-rate på rundt fire i 2012. Den har siden oppstarten hatt en tett link til NBP, som den også er fysisk linket til gjennom et distribusjonsrør fra Storbritannia (Interconnector UK). ZEE priser til og med sine kontrakter i pence/Therm etter den britiske modellen. Zeebrugge er generelt sett gunstig geografisk plassert slik at gass til og fra en rekke områder strømmer gjennom HUBen. Det at den er en fysisk HUB gir visse transportfordeler, men medfører likevel også en del ulemper sammenlignet med det å være en virtuell HUB som potensielt kunne dekket hele det belgiske markedet. ZEE kommer litt til kort i forhold til volum, og handelsaktiviteten har falt tilbake sammenlignet med HUBer som for eksempel TTF. Dette har ført til at Belgiske myndigheter i 2012 også anla en nasjonal virtuell HUB i Belgia kalt Zeebrugge Trading Point (ZTP).

2.3 Jakten på økte handelsvolumer, integrering og effektivitet i markedet

Ønsket om et konkurransedyktig og effektivt europeisk gassmarked har stått på dagsorden over en lengre periode og har blant annet blitt sterkt vektlagt i Europakommisjonens EU-direktiv over flere år. En kan si at dette går hånd i hånd med den nevnte transformasjonsprosessen fra oljeindekserte gasspriser til markedsstyrte priser. Det er åpenbart at når prisene skal være markedsstyrt så er man avhengig av at markedet faktisk fungerer. Tre nøkkelord i den sammenhengen er og har vært handelsvolum, integrering og effektivitet. Disse er på mange måter komplementære. Eksempelvis så vil et høyt

handelsvolum ofte føre til et mer effektivt marked. Integrering av markeder vil i sin tur ofte kunne gi høyere handelsvolumer og bedre markedseffektivitet. Selv om disse kjennetrekene er komplementære er de likevel ikke avhengige. Man kan for eksempel ha et marked med høyt handelsvolum som av andre årsaker ikke er effektivt. Vi skal videre gå litt nærmere inn på hvorfor disse tingene spiller en såpass stor rolle i gassmarkedet.

Når det gjelder høyt handelsvolum er dette viktig av flere grunner. Et tilstrekkelig lavt handelsvolum kan gi enkeltaktører mulighet til å manipulere prisene. Dette skal av åpenbare årsaker ikke være mulig i et velfungerende marked. Likviditet er et annet element som styres av dette. Et velutviklet marked har høy likviditet som er forenlig med at instrumenter er lett omsettelige. I den sammenheng må det poengteres at likviditeten helst skal være gjennomgående høy, og ikke bare for visse instrumenter. Spesielt for at forward-/futuresmarkedet skal fungere er det viktig at det er markedsdeltakere med ulike bakenforliggende motiver til stede. For at risikostyring skal være mulig så må noen være villig til å ta den motsatte enden av kontrakten. Dette vil ofte gjøres av hedgere med motsatt eksponering for godet, eller spekulanter som er ute etter å tjene penger på en markedsutvikling eller som ønsker å diversifisere porteføljen sin. Crunch-raten er som tidligere nevnt et mål på likviditet i HUBene. Et gjennomgående kjennetegn for de fleste europeiske HUBer er at handelsvolum og likviditet er stadig økende. Figur 2.3 nedenfor viser de siste års utvikling med tanke på handelsvolum i HUBene vi vil ha hovedfokus på.



DAOTC står for day ahead prices i OTC-markedet, mens MAOTC står for month ahead prices i OTC-markedet. Bare første halvår av 2012 er inkludert.

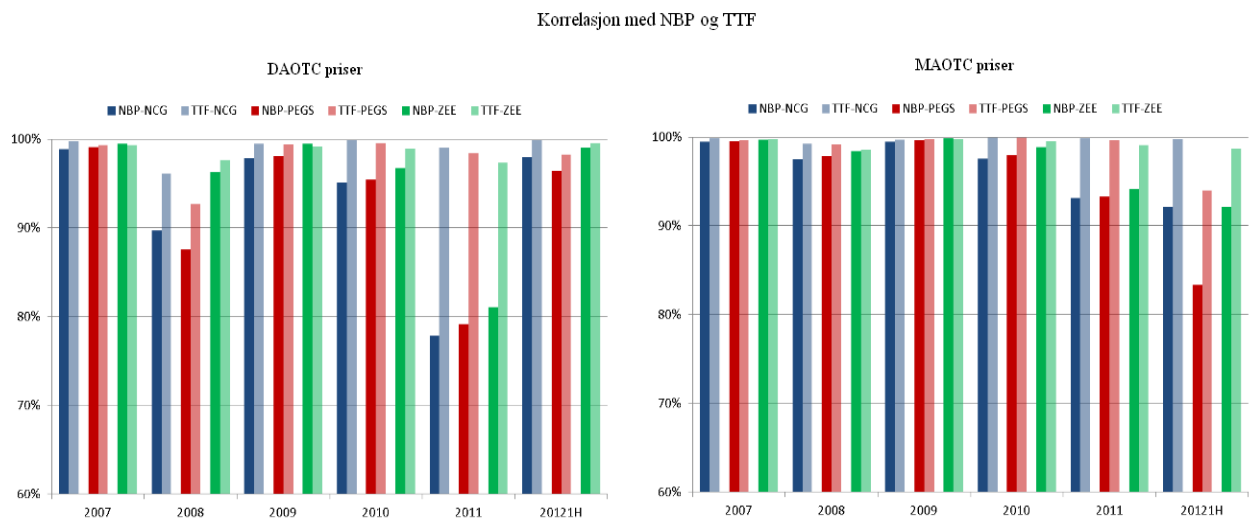
Figur 2.3 Utvikling i handelsvolum for ZEE og TTF 2007-2012 (Petrovic, 2013)

Figur 2.3 billedgjør at gassmarkedet i sin nåværende form er relativt ferskt og i stadig utvikling, men også at gass utgjør et stadig viktigere internasjonalt handelsprodukt. Foreløpig er handelsvolumet for gass klart størst i OTC-markedet. Dette er forenlig med høyere likviditet og det er derfor disse prisene vi vil bruke i testene våre. Det gjøres dog en stor innsats, spesielt fra børsene, for å få opp volum og likviditet også i futuresmarkedet. En av de siste innovasjonene på denne fronten var lanseringen av PEGAS 29. mai 2013. PEGAS er et samarbeid mellom børsene EEX og Powernext hvor de kombinerer sine regionale markedsaktiviteter til en felles europeisk gassplattform. Dette har også åpnet muligheten for å investere i lokasjonsspreader. EEX hevder på sine hjemmesider at dette allerede har gitt betydelige resultater både når det kommer til handelsvolum og samspillet mellom europeiske gasspriser.

Sentrale europeiske myndigheter har sett viktigheten av et felles og integrert europeisk gassmarked, og dette har vært en sterkt pågående prosess i senere år. Integrering beskriver i denne sammenhengen det å gå fra mindre regionale markeder med separate prisingsmekanismer til et felles marked der prisene på gass fra de ulike HUBene er omtrent perfekt korrelerte. Høy integrasjon er viktig fordi gass i stor grad er et homogent gode hvor loven om én pris bør være gjeldende. Vanskelig og dyr transport har vært det største hinderet for dette. Første steg på veien har derfor vært å bygge ut og forbedre transportnettene. Som tidligere nevnt har det blitt utviklet et stort og tett forgrenet rørrnett på kryss og tvers i Europa, samtidig som det har blitt bygget mange nye gassanlegg og transportterminaler for LNG.

Empirisk forskning som for eksempel den til Petrovic (2013) har vist at priskorrelasjon avtar når HUBer er fysisk adskilt. Dette kan forklares med at markedene da blir utsatt for ulike sjokk i tilbud og etterspørsel. Petrovic (2013) finner også tydelige indikasjoner på at arbeidet med integrering til et felles marked i Europa i stor grad har lyktes. Hun finner sterk priskorrelasjon og korrelasjon som har vært økende over testperioden (2007-2012). HUBer som tidligere hadde prisforhold som var i «utakt» med resten har de siste årene nærmet seg de andre. Interessant er det også at HUBer som har påvist lav likviditet har en relativt høy korrelasjonskoeffisient med de øvrige. Den høye korrelasjonen er gjeldende både for spotpriser (day ahead prices) og for priser på 1-måneders forwardkontrakter (month ahead prices). Dette blir vist i figur 2.4 nedenfor som er hentet fra det nevnte studiet, hvor vi ser hvordan prisene fra HUBene NCG, PEGS og ZEE er korrelert med prisene fra TTF og NBP.

Med noen unntak ser vi korrelasjon på godt over 90%, selv om likviditeten ikke er veldig høy for alle markedene.



DAOTC står for day ahead prices i OTC-markedet, mens MAOTC står for month ahead prices i OTC-markedet. Bare første halvår av 2012 er inkludert.

Figur 2.4 Priskorrelasjon mellom ulike HUBer 2007-2012 (Petrovic, 2013).

Av figur 2.4 ser vi også noen andre viktige indikasjoner som er sentrale for våre undersøkelser. Blant annet er det verdt å merke seg at TTF og ZEE har høy korrelasjon gjennom hele testperioden (lysegrønne stolper). Dette kan forklares med at de to markedene ligger geografisk nær hverandre og at transport mellom dem er mulig gjennom rørledning. Den høye korrelasjonen indikerer at prisene blir utsatt for de samme sjokkene. Dette kan igjen tyde på at vi vil finne lignende resultater når vi gjør tester på prisdata for disse to HUBene. En annen viktig indikasjon, som også blir poengtert av Petrovic, er at TTF generelt virker å utgjøre den beste referansen for det kontinentale Europa. Det vil igjen si at tester på TTF-data vil utgjøre det beste utgangspunktet for å kunne si noe om situasjonen i dette markedet samlet sett.

Det europeiske gassmarkedet har altså oppnådd en relativt tilfredsstillende grad av integrering, og handelsvolumer er i alle fall jevnt over stigende. Dette er derimot som nevnt ikke ensbetydende med at markedet er effektivt. Så hva er status her for det europeiske gassmarkedet? Det er kanskje på sin plass med en liten forklaring på hva vi mener med et effektivt marked. I denne sammenhengen mener vi først og fremst ting som: Fungerer flyten

av gass mellom regionale markeder tilstrekkelig godt eller er det for mye nedetid på rørledninger og lignende som påvirker negativt? Utnyttes arbitrasjemuligheter som oppstår? Er det lagt til rette for, og oppnådd tilstrekkelig konkurranse på leverandørsiden gjennom hele verdikjeden? Er det tilfredsstillende informasjonsflyt til konsumenter? Finnes det nok lagerkapasitet til å møte tilbuds- og etterspørselssvingninger, og utnyttes lagrene på en tilfredsstillende måte? Dette er interessante og kompliserte spørsmål som det er vanskelig å finne sikre svar på. Vi skal likevel etter hvert prøve å se litt nærmere på hvilke indikasjoner empirien gir oss når det kommer til markedseffektiviteten, og vil spesielt fokusere på effektivitet knyttet opp mot lagerbruk.

2.4 Lagerbruk i gassmarkedet

For å balansere intradagfluktuasjoner i etterspørsel brukes ofte det som kalles for *line pack*. Her justeres trykket i rørledningen for å øke eller minke tilførselen av gass. I tillegg brukes det undergrunnslager til å justere forskjeller fra dag til dag, samt sesongfluktuasjoner i etterspørselen. Gass injiseres ofte i lagrene om sommeren når tilbudet er større enn etterspørselen og tas ut om vinteren når forholdet er omvendt. Noe lagerkapasitet settes også av til å dekke eventuell tilbudssvikt som følge av ulykker, nedetid på rørledninger og lignende. Dette er av forsiktighetsårsaker og styres ofte av myndighetene. Et siste grunnleggende motiv for lagring av gass er relatert til trading. Dette går på at en lagrer gass for å utnytte prisforskjeller, knyttet til for eksempel daglige endringer eller sesongvariasjon.

Bertoletti et al. (2008) peker på flere momenter som gjør at lagring er en svært viktig del av verdikjeden for gassdistribusjon og essensiell for at gassmarkedet skal fungere optimalt. Tilgjengelige lagre gjør at det ikke er nødvendig med produksjons- og distribusjonskapasitet (rørledninger og lignende) som dekker maksimal forventet etterspørsel. Produsenter kan da heller legge seg rundt et gjennomsnittsnivå og ta av topper og bunner gjennom bruk av lageret. Dermed spares det mye kostnader knyttet til drift og investering. Dette gir også muligheter for å møte både forutsette- og uforutsette-, midlertidige- og varige sjokk i etterspørsel. Slike sjokk er det spesielt mange av for et temperatur- og sesongsensitivt gode som gass. Gass på lager representerer også en siste utvei for det systemansvarlige nettselskapet til å møte balanseringskrav i markedet. Dette går på krav i forhold til balanse mellom fysisk gass som går inn og ut av nettverket. Lager blir spesielt viktig i den sammenhengen dersom spotmarkedet ikke er tilstrekkelig likvid. Lager spiller også en svært

viktig rolle i forhold til prisarbitrasje som nevnt ovenfor. Dette gjelder både for å kunne utnytte muligheter for intertemporal arbitrasje på gass som oppstår på grunn av sesongvariasjoner og arbitrasjemuligheter knyttet opp mot eksempelvis elektrisitetspriser. At arbitrasjemuligheter blir utnyttet gjør at prising både mellom ulike kontrakter og i forhold til beslektede goder får et hensiktsmessig forhold.

Vi ser altså at lagerbruk har mange viktige funksjoner i gassmarkedet. Et spørsmål som det da blir naturlig å stille seg er om lagermarkedet for gass i Europa fungerer godt nok til å gi et maksimalt effektivt gassmarked. Bertoletti et al. (2008) med flere mener at svaret er nei. I de fleste land i det kontinentale Europa er lagermarkedet preget av at det i praksis er en fungerende monopolist eller i det minste én operatør med stor markedsrett. De hevder at selv om det er skalaøkonomi i lagermarkedet for gass så er dette langt fra et naturlig monopol. Konkurransen er samfunnsøkonomisk gunstig. De trekker også frem at de fleste lagrene befinner seg i hendene på dominante gasstilbydere i nedstrømsmarkedet. Dette fører til strategisk lagerpolitikk som isolert sett gjør markedet mindre effektivt. De argumenterer videre for at det britiske gasslagermarkedet på daværende tidspunkt (2008) var det eneste i Europa som hadde et tilfredsstillende effektivitetsnivå. Her konkurrerer mange frittstående lagerselskaper (som ikke er involvert i andre deler av næringskjeden) under overvåking fra uavhengige offentlige instanser. Manglende lagerkapasitet blir også trukket frem som et vesentlig problem, i tillegg til at den tilgjengelige tilgangen til lager ofte er dekket gjennom langtidskontrakter. De lange kontraktene uten brukskrav fører til det paradokset at det er lagermangel, samtidig som tilgjengelige lagre står tomme.

2.5 EU-direktivet 2009

Som tidligere nevnt har EU naturlig nok engasjert seg i utviklingen av gassmarkedet i Europa. Dette kommer som et resultat av at en ser et utviklingspotensial her. Noen av bestemmelsene går spesifikt på bruken av lager. Nedenfor gis en liten gjennomgang av de delene av direktivet som er relatert til gass da dette direktivet er implementert i oppgavens analyseperiode og teoretisk sett kan ha påvirkning på de resultatene som fremkommer.

Gassdirektivet skal først og fremst bidra til å fremme tett samarbeid mellom EU-land spesielt (i henhold til fri flyt-politikken) og fremme konkurranse i markedet. I forhold til det siste er følgende punkter spesielt viktige:

- Forby uheldige dobbeltroller (i næringskjeden) som hindrer optimal konkurranse. Et eksempel på dette er uavhengige lageroperatører som kun tenker på å drive mest mulig effektivt.
- Uavhengige overvåkere og økt krav til rapportering. Blant annet rapportering av tilbud og etterspørsel i områder for å ha oversikt over balansen mellom disse.
- Støtte opp om og bidra til utbygging av distribusjonsnett som vil gi økt effektivitet og bedre konkurransevilkår. Dette gjelder også utbygging av lagerkapasitet.
- Jobbe for å få opp likviditet i markedet.
- Gi vilkår for rettferdig konkurranse.
- Økt informasjonsflyt til konsumenter, og å fremme frihet til å kunne velge leverandør.

EU gav frist til mars 2013, altså en frist på to år, for å implementere direktivet i nasjonale lover.

3 Teori

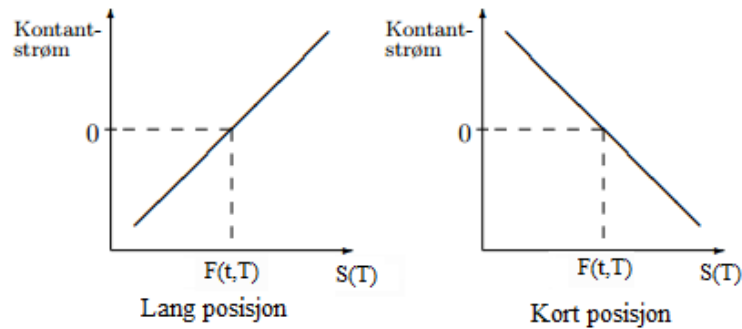
3.1 Derivater

Et derivat kan defineres som et finansielt instrument der prisen er avledet fra verdien av et annet underliggende instrument (Hull, 2012). Det handles derivater på en rekke forskjellige instrumenter. Eksempler er derivater på aksjer, aksjeindekser, råvarer og jordbruksprodukter, eiendom, renter og valuta. Verdien på for eksempel et derivat av en aksje vil være avhengig av verdien på aksjen. Vi snakker hovedsakelig om fire forskjellige typer derivater. Disse er futureskontrakter, forwardkontrakter, opsjoner og swaper. Opsjoner og swaper vil ikke bli brukt i denne oppgaven så vi vil ikke gi noen nærmere beskrivelse av disse. Forward- og futureskontrakter har på sin side svært mye til felles. Bare forwardkontrakter vil bli brukt som datamateriale her av likviditetsårsaker. Dette har å gjøre med at handelsvolumene som nevnt er større for forwards enn for futures i dette markedet, og dermed vil forwards utgjøre det beste datamaterialet for videre testing. Nedenfor gis en beskrivelse av hvordan en forwardkontrakt fungerer.

3.2 Forwardkontrakter

Ødegaard (2000) beskriver en forwardkontrakt som en avtale mellom to parter om kjøp eller salg av en gitt mengde av underliggende eiendel til en bestemt dato og pris. Med andre ord binder partene seg altså i dag til en fast pris i framtiden. Den av partene i kontrakten som ønsker å kjøpe eiendelen inntar en lang posisjon, som innebærer at vedkommende binder seg til å kjøpe den underliggende eiendelen til avtalt tidspunkt og pris. Den andre inntar en kort posisjon og er dermed forpliktet til å selge eiendelen til avtalt tid og pris. Forwardkontrakter handles direkte mellom kjøper og selger i OTC-markedet. Terminprisen blir satt på en slik måte at det for begge parter har en nåverdi lik null å inngå kontrakten, og dermed er det heller ingen penger som overføres mellom partene ved inngåelse av kontrakten. Om en terminkontrakt er lønnsom eller ikke avhenger av hva som har skjedd med prisen på eiendelen ved forfall. Dersom man har inngått en avtale om å kjøpe den underliggende eiendelen ønsker man selvsagt ikke at prisen ved forfall skal være lavere enn terminprisen, da det hadde lønnet seg å kjøpe til denne lavere prisen. Motsatt har vi at en salgsposisjon vil tjene på denne prissvekkelsen, og selgers gevinst vil tilsvare kjøpers tap.

Ødegaard (2000) påpeker at den enkleste måten å forstå virkningen til en forwardkontrakt er å se på kontantstrømmen ved forfall gjennom et kontantstrømsdiagram. Dette illustreres i figur 3.1 nedenfor.



Figur 3.1 Kontantstrømsdiagram for forwardkontrakter (Ødegaard, 2000).

Figur 3.1 viser hvordan kontantstrømmen fra terminkontrakten varierer med prisen på den underliggende eiendelen ved forfall. Av figuren ser vi også at vi må skille mellom hvorvidt man har inngått en lang posisjon eller en kort posisjon. Kontantstrømmen fra forwardkontrakten blir som følger:

$$\text{Kontantstrøm ved forfall for lang posisjon} = S(T) - F(t,T) \quad (1)$$

$$\text{Kontantstrøm ved forfall for kort posisjon} = F(t,T) - S(T) \quad (2)$$

Her er $S(T)$ prisen på underliggende eiendel ved forfall (tidspunkt T), og $F(t,T)$ er den avtalte forwardprisen for kontrakten.

Siden futureskontrakter i likhet med forwardkontrakter ofte blir tatt i bruk i empirisk forskning av den typen vi skal gjøre her skal vi også kort nevne forskjellene mellom disse. Futures er standardiserte børsomsatte kontrakter hvor det daglig gjøres opp for endringer i kontraktens verdi. De blir også ofte omsatt før kontraktens utløp. Forwards blir som nevnt handlet i OTC-markedet, og kontrakten gjøres opp kun ved forfall.

Verdien av et derivat er som nevnt utledet fra verdien av det underliggende instrumentet. Det som vi synes er interessant, og som vi skal prøve å finne ut mer om gjennom empiriske undersøkelser, er hvordan verdien er utledet. Naturgass, som er oppgavens fokusområde, kan

alternativt til avtale om fremtidig kjøp, kjøpes for nærstående forbruk til spotpris.

Sammenhengen i prisingen mellom ulike typer kontrakter er ikke alltid enkel, rett frem og lik for alle typer underliggende instrumenter. Mye forskning er blitt gjort for å prøve å avdekke slike sammenhenger, noe som har gitt grunnlag for en hel del teori på området. Denne oppgaven fokuserer som nevnt på spot-forwardssammenhengen i naturgassmarkedet. Dette gjøres gjennom empirisk analyse hvor vi vil se på hvorvidt resultatene sammenfaller med eksisterende teorier. Videre gjennomgås derfor noen av teoriene rundt sammenhengen mellom spotpris og forwardkontrakter.

Dersom en har med et såkalt investeringsgode å gjøre er prisingsmetoden for en forwardkontrakt på godet i teorien enkel. En kan litt forenklet skille mellom investerings- og konsumgoder gjennom å se på hva som er den underliggende årsaken til at godet kjøpes. For mange goder er det enkelt å plassere dem i én av kategoriene. Matvarer og naturgass er konsumgoder, mens aksjer helt klart er et investeringsgode. Noen goder vil muligens ha elementer av begge kategorier, som for eksempel eiendom. Ved prising av et investeringsgode tar vi utgangspunkt i såkalt arbitrasjefravær i markedet. Arbitrasje beskriver en mulighet til å utnytte prisforskjeller til å tjene risikofri profitt. Et enkelt eksempel på arbitrasje: En av naboene dine vil selge en pose plenfrø for 100 kroner, mens en annen nabo er interessert i å kjøpe en pose plenfrø for 200 kroner. Her har du altså muligheten til å kjøpe plenfrø for 100 kroner fra den ene naboen og selge til den andre for 200 kroner. Du vil da tjene 100 kroner risikofritt siden det hverken vil være snakk om tidsdifferanser mellom kjøp og salg, eller transportkostnader.

Arbitrasje henviser altså til at goder som enten burde ha kostet det samme eller ha en gitt prisdifferanse som avspeiler en differansekostnad (transport, diskontering for tidsdifferanser og så videre) ikke er priset etter dette forholdet. I et effektivt marked finnes ikke slike arbitrasjemuligheter. Dersom slike muligheter oppstår vil markedsdeltakere raskt utnytte denne prisingsfeilen slik at prisene bys opp/ ned til det korrekte prisforholdet er gjenopprettet.

Prisingsformelen for en forward med forfall på tidspunkt T for et investeringsgode er gitt ved

$$F(t, T) = S(t)e^{r(T-t)} \quad (3)$$

Her er $S(t)$ er spotprisen på tidspunkt t («nå»), e er euler-tallet til bruk ved kontinuerlig forrentning og r er en konstant risikofri rente.

Denne formelen er en matematisk fremstilling av betingelsen om arbitrasjefravær. Det skal dog sies at modellen, som de fleste andre teoretiske modeller, bygger på noe forenklete og relativt urealistiske antakelser om praktiske anliggender. I modellen tas det utgangspunkt i at den risikofrie renten er konstant over tidsperioden, og at det både kan lånes og spares til den risikofrie renten. Hvorfor forwardprisen må settes som i formelen (under nevnte forutsetninger) kan bevises ved å vise investorers arbitrasjemuligheter når dette forholdet brytes.

Først, dersom $F(t,T) > S(t)e^{rT}$:

1. Ved tidspunkt t låner investoren et beløp tilsvarende $S(t)$ til renten r og kjøper én enhet av det underliggende instrumentet til prisen $S(t)$ i spotmarkedet.
2. Ved tidspunkt t inntar investoren en kort posisjon i en forwardkontrakt (avtale om å selge underliggende til kompensasjonen $F(t,T)$ ved forfallstidspunktet T).
3. På tidspunkt T selges underliggende for $F(t,T)$ som avtalt.
4. Ved T nedbetales lånet, som nå er forrentet til $S(t)e^{rT}$, i sin helhet.
5. Investor står da igjen med $F(t,T) - S(t)e^{rT}$ på tidspunkt T , som utgjør en risikofri profitt siden $F(t,T) > S(t)e^{rT}$. Denne handlingen kan gjøres n antall ganger helt til $F(t,T) = S(t)e^{rT}$, og arbitrasjemuligheten er borte.

I likhet, dersom $F(t,T) < S(t)e^{rT}$:

1. På tidspunkt t selger investoren underliggende på spotmarkedet til $S(t)$ og investerer summen til renten r .
2. På tidspunkt t inntar investoren en lang posisjon i en forwardkontrakt (avtale om å kjøpe underliggende for $F(t,T)$ ved forfallstidspunktet T).
3. Ved T er investeringen/sparebeløpet forrentet til $S(t)e^{rT}$.
4. Ved T kjøpes underliggende til $F(t,T)$ som avtalt.

Investor står da igjen med $S(t)e^{rT} - F(t,T)$ på tidspunkt T , som utgjør en risikofri profitt siden $F(t,T) < S(t)e^{rT}$. Denne handlingen kan gjøres n antall ganger til $F(t,T)$ er korrigert til det arbitrasjefrie nivået $F(t,T) = S(t)e^{rT}$.

Vi ser dermed at forholdet mellom spotpris og forwardpris teoretisk sett er relativt enkel og håndgripelig når en kan ta utgangspunkt i enkelt arbitrasjefravær i markedet. Et slikt forhold vil en se mellom kontrakter på aksjer, indekser, renter og andre investeringsgoder (det må

likevel gjøres visse justeringer dersom utbytte eller andre kontantstrømmer er med i bildet). Dette forholdet vil en dog ikke finne for alle forbrugsgoder. Grunnen til dette er at ikke alle forbrugsgoder, i motsetning til investeringsgoder, kan lagres kostnadsfritt. Noen kan ikke lagres i det hele tatt, slik som for eksempel strøm.³ For goder der lagring ikke kan gjøres kostnadsfritt kan ikke den enkle prisingsmodellen for forwardkontrakter som er beskrevet ovenfor benyttes. For slike goder er den såkalte lagringskostnadsteorien utviklet. Denne teorien er en slags modifisering av arbitrasjefraværmodellen.

3.3 Lagringsteorien

Lagringsteorien tar sikte på å beskrive forholdet mellom dagens spot- og forwardpriser for lagringsdyktige goder. Spredningen mellom forwardpris og spotpris kalles ofte basis. Med utgangspunkt i arbitrasjefravær tenkte man at forwardprisen burde bestå av diskontert spotpris med tillegg for lagringskostnader. Årsaken til at man fant at den teorien skurret var at dette ville resultere i at forwardprisen alltid ville ligge over spotprisen for de godene vi her snakker om. Dette er sammenfallende med det som ofte betegnes som at markedet er i contango, som betyr at man har en positiv basis ($\text{forwardpris} - \text{spotpris} > 0$).

I praksis blir det ofte observert backwardation i markedene (negativ basis), der altså spotpris er høyere enn forwardpris. Eksempelvis rapporterte Litzenberger og Rabinowitz (1995) om vedvarende backwardation i råoljemarkedet. Slike observasjoner kan ifølge lagringsteorien forklares med et konsept som Nicholas Kaldor (1939) introduserte som eierfordel (convenience yield). Kaldor syntes det ved første øyekast var ulogisk å holde en fysisk posisjon i et gode når markedet var i backwardation. Han så på backwardation som en indikasjon på at spotprisen kom til å synke i fremtiden, og mente at det derfor ville gi mer intuitiv mening å vente med å kjøpe varen eller eventuelt gå inn i en lang forward-/futureskontrakt.

For å forklare hvorfor dette likevel ble gjort introduserte Kaldor altså eierfordelkonseptet. En eierfordel som er større enn lagringskostnaden kan forklare hvorfor det observeres backwardation i markedet. Eksistensen av en slik eierfordel er også intuitivt rimelig når det kommer til konsumgoder. Det innebærer visse fordeler ved å fysisk ha varen på lager forut for forfall T , fremfor å ha en lang posisjon i en forwardkontrakt. Dette gir for eksempel

³ Dette kan diskuteres. Noen vil hevde at vannreservoarer kan representere en slags måte å lagre vannkraft på.

muligheter til å profitere på midlertidig mangel på godet eller til å holde en produksjonsprosess gående når godet behøves som input. Likevel er konseptet eierfordel et litt omdiskutert tema og det finnes egentlig ikke en helt konsensus definisjon av denne. Fama og French (1987) og Brennan (1986) med flere kommer til den interessante konklusjonen at eierfordel er en stokastisk og sesongavhengig variabel. Siden den hevdes delvis å stamme fra muligheten til å ta utbytte av uvanlig høye priser vil det være naturlig at høyere volatilitet i tilbud og etterspørsel gir høyere eierfordel når alt annet er likt.

Lagringsteorien legger til grunn at forskjellen mellom spot- og forwardpris oppgitt samme dag (det vil si med ulik utøvelsesdato) er en funksjon av tapte renteinntekter, lagringskostnader og eierfordel (Fama og French, 1987). Mer spesifikt har vi at avkastningen en oppnår ved å kjøpe et gode på tidspunkt t for så å selge ved tidspunkt T er lik tapte renteinntekt (R) pluss marginal lagringskostnad (W), fratrukket marginal eierfordel fra én ekstra enhet av godet (C):

$$F(t,T) - S(t) = S(t)R(t,T) + W(t,T) - C(t,T) \quad (4)$$

Som før har vi at $F(t,T)$ er forwardpris ved tidspunkt t med levering ved tidspunkt T , og $S(t)$ er spotpris ved tidspunkt t . Venstre side av likningen er differansen mellom forwardprisen og spotprisen, altså basisen som vi nevnte ovenfor. $S(t)R(t,T)$ er tapte renteinntekter over lagringsperioden. Differansen $W(t,T) - C(t,T)$ kalles netto lagringskostnad og det er vanlig å anta at denne er en lineær funksjon av lagerbeholdningen I_t ved tidspunkt t (Haff et al., 2008).

Av likningen ovenfor ser vi at basisen øker ved høyere rente $R(t,T)$. Dersom vi plasserer gevinsten fra salg av eiendelen i spotmarkedet inn på en bankkonto, vil denne øke med rentesatsen på innskudd. En følge av dette er at eieren av underliggende krever en større kompensasjon for å lagre eiendelen ved en høyere innskuddsrente. I tillegg til tapte renteinntekter ser vi av likningen ovenfor at eieren av underliggende også påkoster seg lagringskostnader $W(t,T)$, som gjør forskjellen mellom forwardpris og spotpris enda større. Videre ser vi at eierfordelen med å sitte på underliggende, $C(t,T)$, vil være med på å redusere basisen. Det mest sentrale momentet til denne teorien er at det er et negativt forhold mellom eierfordel og lagernivå. En mer detaljert beskrivelse av lagringsteorien blir gitt når vi går nærmere inn på metodikken som brukes for empirisk testing av denne.

3.4 Teorien om risikopremie

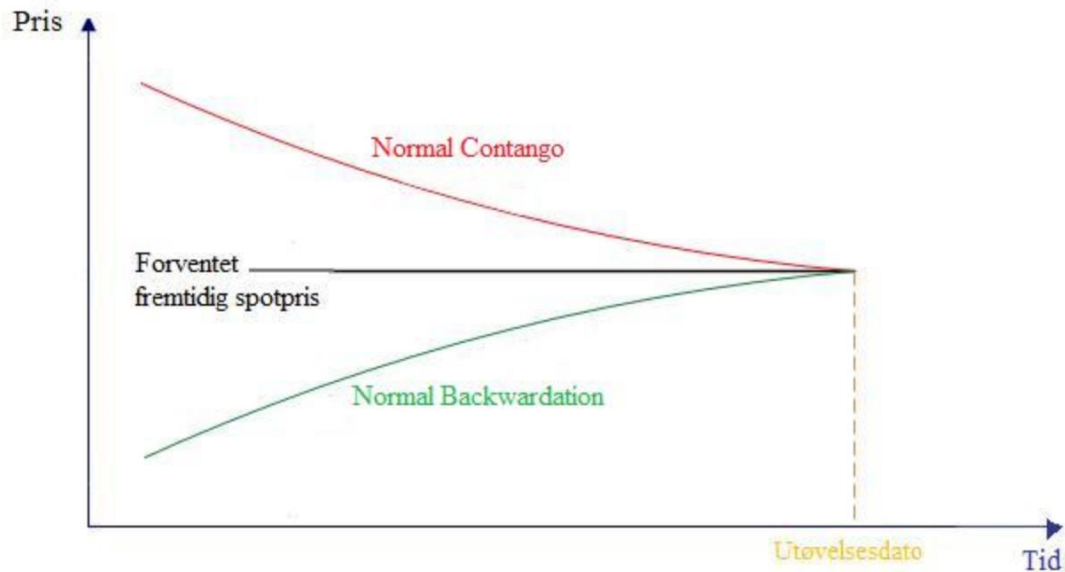
Alternativt til lagringsteorien når det gjelder spot-forwardforholdet har vi teorien om risikopremie. Fama og French (1987) hevder at denne teorien er langt mer kontroversiell enn lagringsteorien som ble presentert ovenfor. Teorien om risikopremie går ut på at prisen på en forwardkontrakt inneholder informasjon om hva spotprisen vil være på leveringstidspunktet dersom denne er riktig priset. Forventningshypotesen brukes ofte som utgangspunkt for en redegjørelse av denne teorien.

Forventningshypotesen legger til grunn at forwardprisen er en forventningsrett estimator av den fremtidige spotprisen (Haff et al., 2008):

$$F(t,T) = E[S(T)] \tag{5}$$

Her har vi som tidligere at $F(t,T)$ er forwardprisen ved tidspunkt t med levering på tidspunkt T og $S(T)$ spotpris ved tidspunkt T . Videre er E forventningen knyttet til all relevant informasjon som er tilgjengelig ved tidspunkt t .

Videre ut fra forventningshypotesen argumenteres det for at forwardprisen kan inneholde en skjevhet/bias i forhold til forventet fremtidig spotpris. Haff et al. (2008) påpeker at det her er argumenter for både positiv og negativ bias, og en bias blir her tolket som en risikopremie. De bruker uttrykket *normal backwardation* om en situasjon der forwardprisen er lavere enn forventet fremtidig spotpris, mens *normal contango* defineres som en situasjon der forwardprisen ligger over forventet fremtidig spotpris. Dette må ikke forveksles med fortegnet på basisen som er den betydningen av contango og backwardation vi har brukt til nå i oppgaven. Haff et al. (2008) sin bruk av normal contango og normal backwardation illustreres i figur 3.2 nedenfor.



Figur 3.2 Normal contango og normal backwardation i forwardmarkedet (thismatters.com)

Når vi snakker om teorien om risikopremie er det verdt å nevne Keynes teori om normal backwardation i markedene for forbruksvarer fra 1930. Keynes behandlet disse markedene som arenaer hvor risikoaverse hedgere som enten produserer eller forbruker varene kjøper forsikring fra spekulanter som i liten grad er involvert i varene. Produsenter som hedger vil ta en kort posisjon i en forward-/futureskontrakt, og forbrukere vil ta en lang posisjon. Spekulantene bærer prisrisikoen for hedgerne og bør derfor belønnes for denne risikoen. Dette resulterer ifølge teorien til Keynes i at forwardprisen avviker fra den forventede fremtidige spotprisen. Siden Keynes mente at de fleste hedgerne var produsenter kalles teorien ofte for teorien om normal backwardation. Han mente altså at det naturlige i slike markeder er at forwardprisen er høyere enn nåverdien av forventet fremtidig spotpris. Det er naturlig at forkjempere for teorien om risikopremie henger eksistensen av en slik premie på sammensetningen av deltakerne i markedet. Er det hedgepress fra tilbudssiden av et gode vil det resultere i markedssituasjonen som Keynes (1930) beskrev, mens hedgepress fra etterspørselssiden vil resultere i en negativ risikopremie i forwardmarkedet.

Grunnen til at Fama (1987) ser på teorien om risikopremie som mer kontroversiell enn lagringsteorien er at det er liten enighet i om risikopremier eksisterer i markedene det er snakk om og om forwardprisen har prediksjonskraft for fremtidige spotpriser slik teorien hevder. Det er gjort en hel del forskning både på prestasjonen til lagringsteorien og teorien om risikopremie, og nedenfor presenteres et utvalg av denne.

3.5 Litteraturgjennomgang

Det er gjort mye empirisk forskning på lagringsteorien. Det skilles primært mellom to måter å teste denne på, nemlig en direkte metode og en indirekte metode. Vi skal etter hvert forklare disse to metodikkene nærmere og trekke frem fordeler og ulemper ved begge. Det kan likevel kort nevnes at hovedforskjellen er at den direkte metoden benytter data for lagerfylling mens den indirekte metoden bruker proxyer for denne.

Geman og Smith (2012) trekker frem Working (1934) som den første til å beskrive og teste denne teorien. I sitt arbeid sammenlignet han prisene i hvetemarkedet før og etter innhøsting. Han samlet inn lagerdata og fant at disse spilte en vesentlig rolle i prisbildet. Måten han gjorde dette på var at han plottet juli-septemberspreaden (juli er før innhøsting og september er etter innhøsting) i futuresmarkedet som observert i juni opp mot lagerbeholdning ved årsslutt. Han fant et tydelig mønster. I år med lave lagertall og hvetemangel i tiden før innhøsting var prisen på juli-futures mye høyere enn prisen på september-futures. I år hvor det ikke var hvetemangel var september-futures litt dyrere enn juli-futures, og differansen var ekvivalent med den ekstra kostnaden det innebar å lagre hveten i en ekstra måned. Dette resultatet viser at prisen på korte futureskontrakter stiger når det er knapphet av godet, noe som er blant prediksjonene i lagringsteorien. Working fant også at prisene varierte mer jo nærmere en kom forfall (kjent som Samuelson-effekten).

En annen effekt Working (1934) fant som samstemmer med lagringsteorien var at ved hveteknapphet var prisene langt mer volatile enn når det var rikelig med hvete tilgjengelig. Senere har blant andre Brennan (1958) funnet denne sammenhengen for en rekke landbruksprodukter (egg, ost, smør, hvete og havre), Pindyck (1994) for fyringsolje, kobber og tømmer, Geman og Nguyen (2005) for soyabønner og Geman og Ohana (2009) for råolje og naturgass.

Den andre typen empiriske tester er som nevnt basert på en indirekte tilnærming. Fama og French (1988) bruker rentejustert basis som proxy for lagerdata. De bruker data for aluminium, kobber, bly, tinn, sink, gull, platina og sølv. For basismetallene finner de at spotprisen er mer volatil ved lavere lagerfylling. Når det kommer til gull så finner de at lagerfyllingen alltid er høy, og at basisen varierer lite og dermed har liten forklaringskraft for

prisvariasjoner. Serletis og Shahmoradi (2006) gjør samme test for det nord-amerikanske naturgassmarkedet og får resultater som stemmer overens med det teorien tilsier. Stronzik et al. (2008 og 2009) finner derimot resultater som ikke er forenlig med lagringsteorien for det europeiske gassmarkedet. Dette er svært interessant. De argumenterer for at resultatene gir indikasjoner på funksjonsfeil i dette markedet.

Deaton og Laroque (1992) har utledet en moderne optimeringsbasert versjon av lagringsteorien. Denne sier at lagrerverer fungerer som en buffer som er med på å absorbere sjokk i tilbud og etterspørsel. Denne bufferen vil åpenbart forsvinne når lageret går tomt. De finner at fremtidig spotprisvolatilitet øker ved lav lagerfylling. Routledge et al. (2000) finner samme resultat for futuresmarkedet ved bruk av denne modellen.

Når det kommer til teorien om risikopremie så er det også her gjort mye empirisk forskning. En teori om en risikopremie som er konstant over tid får lite støtte i forskningen. Teorien om risikopremie er i litt nyere tid gitt navnet teorien om hedgepress. Teoretisk sett så gir Keynes prinsipp om klassisk normal backwardation den testbare hypotesen at i gjennomsnitt skal spekulanter tjene penger på forward/futures i de gjeldende markeder, mens hedgere skal tape penger. Det praktiske problemet med en slik test er at det er vanskelig å identifisere de forskjellige typene markedsdeltakere. Typisk er det kun priser og markedsvolumer som er offentlig tilgjengelig informasjon. På grunn av denne hindringen er det meste av forskningen gjort gjennom å forsøke å finne bevis på risikopremier i prisdata.

Det er likevel blitt gjort noen forsøk på å teste profitt differanser mellom hedgere og spekulanter. Blant annet undersøker Hartzmark (1987 og 1991) dette gjennom å se på data delt opp i individuelle investorers handel. Han finner ikke støtte for teorien om normal backwardation. Lignende tester for aggregerte data utført av blant annet Chang (1985) finner derimot resultater som støtter opp under teorien.

I kjølvannet av slike tester er det blitt diskutert om eksistensen av en risikopremie kan forsvares ut fra moderne porteføljeteori. Det er ifølge Phillips og Weiner (1994) blitt argumentert for at dersom forward- og futuresmarkedene er perfekt integrert med markeder for andre instrumenter så kan ikke en risikopremie relateres til hedging. Dette er på grunn av at spekulanter kan investere kostnadsfritt i forward/futures og diversifisere bort den usystematiske risikoen ved å kombinere disse med andre instrumenter i en portefølje. Dette

vil i så fall fjerne behovet for at risikoen må premieres. Hirshleifer (1988) og Besseminder (1992) finner derimot støtte for at premier kan relateres til hedging selv om porteføljeteorien tas med i regnestykket, da det vil være restrisiko som ikke kan diversifiseres bort samt medfølgende investeringskostnader.

Den største tyngden av forskning på teorien er som nevnt likevel gjort på empiriske undersøkelser av prisdatabaser. Fama og French (1987) bruker denne type data for 21 forbruksvarer til å teste både lagringsteorien og teorien om risikopremie. De argumenterer for at teoriene er alternative, men ikke konkurrerende. De bruker et scenario med negativ basis for et landbruksgode for å belyse forskjellen mellom de to. Et slikt gode vil ofte ha negativ basis når futures-/forwardprisen gjelder for levering etter en forestående innhøsting. De poengterer at under lagringsteorien så vil den negative basisen forklares med at lagernivået er lavt og at eierfordelen er høyere enn renten og lagringskostnaden. Under teorien om risikopremie kan den negative basisen i dette tilfellet best forklares ved at forventet spotpris ved forfall er lavere enn dagens spotpris fordi det da vil være større volumer tilgjengelig på markedet.

Gjennom testingen finner Fama og French at det er lettere å bevise at futurespriser er sensitive overfor lagringskostnadsvariabler (lagerkostnad og eierfordel), enn å bevise eksistensen av risikopremier og at futures har prediksjonskraft for fremtidige spotpriser. Dette grunngrir de med at det er mer kraft i de statistiske testene for lagringsteorien, med andre ord at det er større mulighet for å forkaste nullhypotesen dersom den er usann.

Mens Modjtahedi og Movassagh (2005) argumenterer for en negativ risikopremie i det amerikanske gassmarkedet, finner Haff et al. (2008) en positiv risikopremie i det britiske gassmarkedet. Det er også blitt skrevet en masteroppgave med samme tema ved NHH (2010), hvor det britiske og amerikanske markedet sammenlignes.

3.6 Vårt bidrag til forskningen

Det er uten tvil gjort mye god forskning på forholdet mellom spotpriser og forward-/futurespriser. Spesielt Fama og French har betydd mye på dette området, og mange av testmodellene vi vil bruke bygger på deres forskning. Lagringsteorien virker å ha god oppslutning i forskningen, mens teorien om risikopremie eller eventuelt teorien om

hedgepress er noe mer omstridt. Videre vil vi se på hvilke svar vi får gjennom empiriske tester fra det europeiske gassmarkedet i den senere periode. Får vi resultater som tyder på at en av teoriene treffer godt, og bedre enn den andre for dette markedet? Vi nevnte over at Stronzik et al. (2008) gjorde en test av lagringsteorien i det europeiske gassmarkedet i sin forskning. Resultatene viste som sagt at de teoretiske antakelsene i denne stemte dårlig overens med det som ble observert i praksis, noe som kunne tyde på funksjonsfeil i markedet. Vårt kanskje viktigste bidrag til forskningen er å finne ut om dette fremdeles er tilfelle når vi ser på litt nyere data som i tillegg strekker seg over en lengre periode.

Vi nevnte at utviklingen av det europeiske gassmarkedet har vært et stort fokusområde for europeiske styresmakter, med EU i spissen. Har dette gitt resultater? Har markedet endret seg noe eller finner vi fremdeles de samme resultatene? Konsistent med Stronzik et al. (2008) vil vi i tillegg gjøre en regresjon på basisen for se hva som påvirker denne. Dette kan gi videre indikasjoner på effektivitetsnivået i markedet. Vi vil også utvide denne regresjonen med noen flere variabler. Blant annet tar vi med prosentvis lagernivå i europeiske gasslagre i regresjonen som er en utvidelse som Stronzik et al. (2008) faktisk foreslår. Vi tester i tillegg om vi ser noen av effekt av EU sitt gassdirektiv fra 2009 i datasettet vårt.

4 Metode

4.1 Kort om regresjonsanalyse

I oppgaven gjennomføres flere regresjonsanalyser. Vi antar at leseren er kjent med minste kvadraters metode, og gir dermed bare en kort introduksjon av denne og forutsetningene som ligger til grunn.

Regresjonsanalyse er en metode for å undersøke hvordan en avhengig variabel beveger seg som følge av endringer i én eller flere andre uavhengige variabler. Man forsøker å beskrive et lineært forhold mellom variablene gjennom å tilpasse en rett linje mellom datapunktene.

Teknisk settes denne linjen gjennom minste kvadraters metode (OLS), der summen av kvadratet til avvikene minimeres (Brooks, 2008). For at OLS skal være den beste estimatoren tilgjengelig, må følgende forutsetninger være oppfylt (Wooldridge, 2009):

- Den avhengige variabelen er en lineær funksjon av et sett uavhengige variabler i tillegg til et additivt feilledd
- De observerte feilleddene er ukorrelerte med hverandre, det vil si at vi har ingen autokorrelasjon, $cov(u_i, u_j) = 0$
- Summen av feilleddet har forventet verdi lik null, $E(u_i) = 0$
- Feilleddet er homoskedastisk, det vil si at variansen til feilleddet er den samme (konstant) for alle observasjoner, $Var(u_i) = \sigma^2$
- Feilleddet er normalfordelt og uavhengig av forklaringsvariablene, $u_i \sim N(0, \sigma^2)$

Før regresjonene gjennomføres er det derimot viktig å finne ut om tidsseriene er stasjonære. Dette er viktig for å kunne være sikre på at de resultatene vi kommer frem til er riktige. Det vil derfor bli gjennomført både Augmented Dickey Fuller-test og Philips Perron-test for dataene. Problemet med ikke-stasjonære tidsserier forklares senere i oppgaven.

4.2 Augmentert Dickey Fuller (ADF) test

ADF-testen brukes ved datanalyse av tidsserier for å avdekke om serien er stasjonær eller ikke. En vanlig Dickey Fuller (DF) test sjekker en hypotese om at serien har en såkalt

enhetsrot, som betyr at den er ikke-stasjonær. Den enkleste versjonen av testen baserer seg på følgende autoregressive modell:

$$Y_t = \alpha + pY_{t-1} + e_t \quad , t = 1, 2, 3, \dots \quad (6)$$

Y_t avhenger lineært av forrige periodes verdi, Y_{t-1} , en korrelasjonskoeffisient, p , pluss et feilledd, e . Om dette er en stasjonær prosess eller ikke avhenger av størrelsen på koeffisienten p . En absoluttverdi lik 1 tilsvarer en ikke-stasjonær serie. En absoluttverdi på mindre enn 1 er konsistent med stasjonaritet. Konstanten α refererer til et drift-ledd. En serie med $p=1$ sies å følge en random walk. Dersom $p=1$ og $\alpha=1$ følger serien prosessen kalt random walk med drift. For å gjøre utregning og tolkning lettere er det i praksis følgende regresjon som blir brukt:

$$\Delta Y_t = \alpha + \Psi Y_{t-1} + e_t \quad (7)$$

Her er Y_{t-1} trukket fra på begge sider av forrige ligning og vi har at Ψ dermed er lik $p-1$.

Null-hypotesen som testes er at $\Psi=0$ ($P=1$). Dette er altså konsistent med å teste for om det finnes en enhetsrot i serien. Alternativhypotesen er at $\Psi < 0$ ($P < 1$), som betyr at dataene er stasjonære. Avhengig av egenskapene ved datasettet kan regresjonen komponeres både med og uten driftleddet. Det kan noen ganger også være hensiktsmessig å legge til ledd for trend og/eller sesongvariasjoner.

DF-testen brukes nesten uten unntak som en én-halet test, da $p < 0$ svært sjelden forekommer. Ved gjennomføring forkastes null-hypotesen dersom Ψ er tilstrekkelig negativ. Fordi utvalget ikke er normalfordelt kan det derimot ikke brukes vanlige t-verdier. Den asymptotiske distribusjonen av t-verdiene under H_0 er kjent som Dickey Fuller-distribusjon. Vi sammenligner dermed Ψ med de kritiske DF-verdiene. Disse vil variere etter hvilket signifikansnivå som velges, utvalgsstørrelse og hvilke ledd som tas med i regresjonen.

Augmentert Dickey Fuller (ADF) test kan sies å være en utvidelse av den vanlige DF-testen. DF-testen vil kun være gyldig dersom det ikke er autokorrelasjon i feilleddet. Autokorrelasjon vil ofte være tilstede i tidsserier. I ADF- testen løses dette ved at det legges til flere tidsforskjøvne verdier av den avhengige variabelen som forklaringsvariabel. Regresjonen som testes kan da se slik ut:

$$\Delta Y_t = \alpha + \Psi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k B_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (8)$$

Testen utføres og tolkes helt likt som DF-testen. Et nytt moment er likevel at man må velge antall tidsforskjøvnene verdier eller «lags» (k) som skal tas med i testen. Dette er en viktig vurdering. Tar en med for få vil en ikke få bort autokorrelasjonen og dersom en tar med for mange vil det øke koeffisientenes standardfeil. Hvor mange som optimalt sett skal tas med varierer ifølge teorien med frekvensen i tidsserien. Dersom det for eksempel er snakk om månedlige data hevdes det at det kan være gunstig å ta med tolv lags. I flere av de økonometriske programvarene kan man velge antall lags ved hjelp av utviklede modeller som for eksempel det Schwartz-Bayesiske kriteriet.

4.3 Phillips-Perron test

Phillips-Perron (PP) testen har store likheter med Dickey Fuller-testen som vi har beskrevet ovenfor. Testen er grovt sett en ADF-test som er blitt gjort robust mot autokorrelasjon i feilledet. Chris Brooks (2008) hevder at PP-testen ofte gir de samme konklusjonene som ADF-testen og at den også sliter med de samme begrensningene som ADF. Hovedproblemet som blir trukket frem er at testene er for svake. Dette henviser til at de ofte ikke gir grunnlag for å forkaste nullhypotesen om enhetsrot (ikke-stasjonaritet), selv om datasettet i virkeligheten er stasjonært.

4.4 Hvorfor teste for stasjonaritet?

Det er flere grunner til at vi må kjenne til hvorvidt dataen vi jobber med er stasjonære eller ikke-stasjonære. For det første kan en stasjonær tidsserie defineres som en tidsserie med konstant gjennomsnitt, konstant varians og konstant auto-kovarians gjennom hele perioden. Hvorvidt en serie er stasjonær eller ikke vil dermed få stor betydning for dens egenskaper og «oppførsel». Et viktig eksempel er hvordan dataene responderer på sjokk i en eller flere av de uavhengige variablene. Dersom serien er stasjonær vil effekten av slike sjokk gradvis dø ut. Dersom serien derimot er ikke-stasjonær vil et sjokk ha varig effekt på dataene.

En overhengende fare ved regresjonsanalyse med ikke-stasjonære data er at man kan ende opp med en falsk regresjon. I et slikt tilfelle risikerer man å få et sluttresultat som i utgangspunktet ser bra ut, med signifikante koeffisienter og høy R^2 . Problemet er at regresjonen i realiteten er

verdiløs. Vanlig regresjonsanalyse med ikke-stasjonære data kan kort sagt vise sammenhenger som ikke finnes. En siste effekt av at datasettet er ikke-stasjonært er at standard forutsetninger for analysen ikke vil være gyldige. T-statistikk vil ikke følge T-distribusjon, F-statistikk vil ikke følge F-distribusjon og så videre. Det er av disse årsakene åpenbart viktig at vi avdekker hvorvidt vi har med stasjonære eller ikke-stasjonære data å gjøre, da regresjon med ikke-stasjonære data vil kunne gi falske resultater.

4.5 Analyse av teorien om risikopremie

Cartea og Villaplana (2012) påpeker at det finnes to ulike tilnærminger for å definere en forwardkontrakts risikopremie, nemlig *ex-ante* og *ex-post*. *Ex-ante* definerer denne risikopremien som forskjellen mellom forwardprisen og den forventede fremtidige prisen av underliggende. Dermed er ikke *ex-ante* risikopremien direkte observerbar i markedet og man må ta i bruk modeller for å kalkulere den forventede verdien av underliggende. Cartea og Villaplana peker på at nettopp dette er en svakhet med denne tilnærmingen. Siden man benytter flere ulike modeller her vil disse kunne gi ulike resultater for forventet pris på underliggende. Vi har derfor valgt å bruke *ex-post* tilnærmingen. Denne definerer risikopremien som forskjellen mellom forwardpris og realisert spotpris på den dagen da forwardkontrakten løper ut.

For å analysere forholdet mellom spot- og forwardpriser i gassmarkedene i Nederland og Belgia brukes den tilnærmingen som Eugene Fama har gjort i sin artikkel *Forward and spot exchange rates* fra 1984. Forwardprisen kan i teorien settes opp som følger:

$$F(t,T)=P(t)+E\{S(T)\} \tag{9}$$

Her er t som tidligere nåtid, mens T referer til et gitt forfallstidspunkt i fremtiden.

Denne ligningen sier spesifikt at forwardprisen består av forventet fremtidig spotpris ved forfall, $E\{S(T)\}$, og et bias-ledd, $P(t)$. En positiv eller negativ bias kan sies å være konsistent med at det er en risikopremie i markedet. Et bias-ledd på 0 er transparent med forventningshypotesen som vi beskrev tidligere. $E\{S(T)\}$ er en rasjonell forventning basert på tilgjengelig informasjon ved tidspunkt t .

Ved å trekke fra $S(t)$ på begge sider av ligning (9) ovenfor får vi:

$$F(t,T)-S(t)=P(t)+E\{S(T)-S(t)\} \quad (10)$$

På venstre side av ligning (10) har vi basisen, som er differansen mellom dagens spot- og forwardpris. Av denne ligningen har vi at basisen består av premie-koeffisienten fra tidligere og forventet endring i spotprisen. For å undersøke dette forholdet skal det gjennomføres to regresjoner:

$$F(t,T)-S(T)=\alpha_1+\beta_1[F(t,T)-S(t)]+u(t,T) \quad (11)$$

$$S(T)-S(t)=\alpha_2+\beta_2[F(t,T)-S(t)]+\varepsilon(t,T) \quad (12)$$

Regresjon (11) er differansen mellom forwardpris og spotpris ved forwardens forfall med basisen som forklaringsvariabel. Siden $F(t,T)-S(T)$ består av bias/premie, differansen mellom forventet spotpris ved forfall $E\{S(T)\}$, og faktisk spotpris ved forfall $S(T)$, så vil denne første regresjonen fortelle oss om premie/bias-komponenten i basisen har variasjon som dukker opp regelmessig i $F(t,T)-S(T)$. Fama poengterer at en β_1 som er signifikant og forskjellig fra 0 betyr at basisen observert på tidspunkt t inneholder informasjon om premien som realiseres på tidspunkt T , $F(t,T)-S(T)$. Regresjon (12) forteller oss om basisen har prediksjonskraft i forhold til fremtidig endring i spotprisen, $S(T)-S(t)$. Dersom β_2 er signifikant og forskjellig fra 0 betyr det at forwardprisen observert på tidspunkt t , $F(t,T)$ har prediksjonskraft i forhold til fremtidig spotpris, $S(T)$.

De to regresjonene er tydelig avhengige. De har den samme uavhengige variabelen og summen av de avhengige variablene blir lik den uavhengige variabelen. Regresjonene inneholder identisk informasjon, og forholdet mellom koeffisientene i de to regresjonene vil være som følger:

$$\hat{\alpha}_1 = -\hat{\alpha}_2$$

$$\hat{\beta}_1 = 1 - \hat{\beta}_2$$

$$\hat{u}(t,T) = -\hat{\varepsilon}(t,T)$$

Regresjonsanalysen kan gi statistisk upålitelige resultater dersom de to komponentene i basisen, biasen/premien og forventet endring i spotprisen, er korrelerte. For å billedgjøre hvorfor regresjonen muligens ikke identifiserer kilden til variasjon i basisen, så sammenligner Fama variansen i basisen med variansen i premie og forventet endring i spotprisen, samt

kovariansen mellom de to sistnevnte komponentene. Sannsynlighetsgrensene til $\hat{\beta}_1$ og $\hat{\beta}_2$ er gitt ved

$$\beta_1 = \frac{\text{Cov}[F(t,T)-S(T), F(t,T)-S(t)]}{\text{Var}[F(t,T)-S(t)]} \quad (13)$$

$$\beta_2 = \frac{\text{Cov}[S(T)-S(t), F(t,T)-S(t)]}{\text{Var}[F(t,T)-S(t)]} \quad (14)$$

Ved å kombinere forutsetningen om rasjonelle forventninger og dekomponering av basisen i et forventet spotprisendringsledd og et bias-/premieledd omgjør Fama disse sannsynlighetsgrensene til

$$\beta_1 = \frac{\text{Var}[P(t)] + \text{Cov}[P(t), E\{S(T)-S(t)\}]}{\text{Var}[P(t)] + \text{Var}[E\{S(T)-S(t)\}] + 2\text{Cov}[P(t), E\{S(T)-S(t)\}]} \quad (15)$$

$$\beta_2 = \frac{\text{Var}[E\{S(T)-S(t)\}] + \text{Cov}[P(t), E\{S(T)-S(t)\}]}{\text{Var}[P(t)] + \text{Var}[E\{S(T)-S(t)\}] + 2\text{Cov}[P(t), E\{S(T)-S(t)\}]} \quad (16)$$

Fra disse kan vi se at dersom $P(t)$ er konstant over tid så vil β_1 og β_2 henholdsvis måtte være lik 0 og 1. Dermed vil β_1 og β_2 kunne brukes som et mål på variasjonen til komponentene i basisen. Hvis, og kun hvis, de to komponentene er ukorrelerte vil β_1 beskrive hvor stor del av variasjonen i basisen som skyldes variasjon i risikopremien. β_2 vil da selvsagt, siden de to koeffisientene summerer til 1, måle variasjonen i basisen som skyldes variasjonen i forventet endring i spotprisen. Fama påpeker dog at det er usannsynlig at de to komponentene ikke er korrelerte. Da vil kovariansleddet i (15) og (16) spille inn og vi mister denne enkle tolkningen av β_1 og β_2 .

4.6 Analyse av lagringsteorien

Når vi skal analysere lagringsteorien kan denne testes både direkte og indirekte. Den direkte metoden knytter eierfordel opp mot nivåer på beholdningene, mens den indirekte metoden baseres på den relative variasjonen mellom spot- og terminprisene. Fama og French (1988) var de første til å ta i bruk den indirekte metoden. De peker på at den direkte metoden har en svakhet i at det er vanskelig å definere og måle de relevante lagerbeholdningene. På dette grunnlaget har også vi valgt å bruke den indirekte metoden.

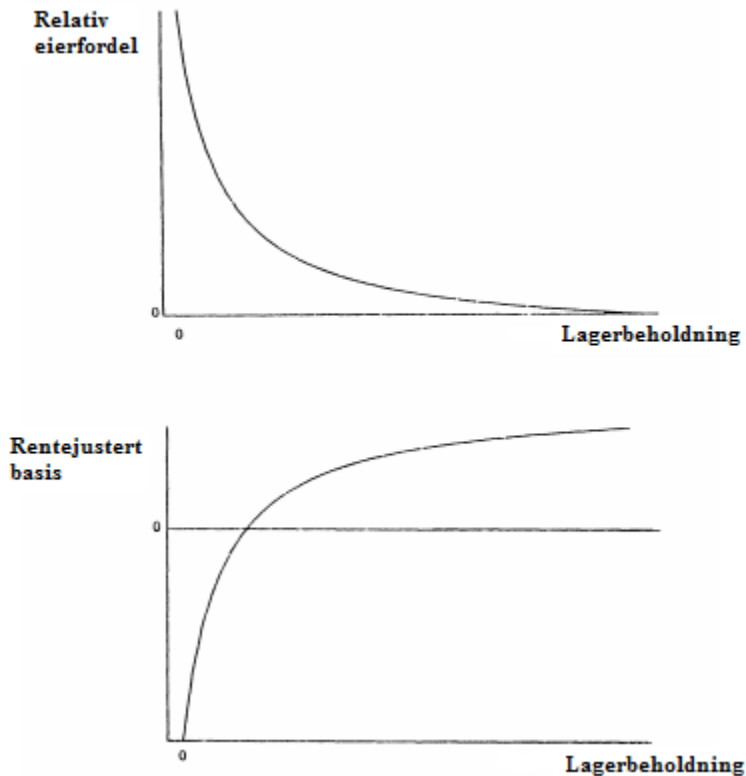
Lagringsteorien går som tidligere nevnt ut på at man forventer et negativt forhold mellom eierfordel og størrelse på lagerbeholdningen. Vi kan forvente at når samlet lagerbeholdning øker så vil den marginale eierfordelen falle med en avtakende rate ($\delta c/\delta I < 0$ og $\delta^2 c/\delta I^2 > 0$). Stronzik et al. (2008) har allerede testet lagringskostnadsteorien for gassmarkedene i Nederland og Belgia. Vi vil likevel argumentere for at det er interessant å gjennomføre denne testen for våre data. Blant annet bruker forfatterne tall fra oktober 2005-september 2007, og det kan diskuteres om ikke datagrunnlaget i artikkelen muligens er noe tynt. Våre data er fra november 2005-februar 2014 og vi tester dermed for en lengre periode. I tillegg er det nå gått noen år siden testen ble gjennomført og siden den gang har vi blant annet vært igjennom en finanskriser samt at et nytt EU-direktiv er kommet på plass. Vi mener derfor at det er spennende å se om funnene til Stronzik et al. holder når vi benytter et større datasett.

Vi følger altså samme framgangsmåte som Fama og French (1988) og tar utgangspunkt i følgende likning:

$$\frac{F(t,T)-S(t)}{S(t)} - R(t,T) = \frac{W(t,T)-C(t,T)}{S(t)} \quad (17)$$

Her har vi som tidligere nevnt at $F(t,T)$ er forwardprisen ved tidspunkt t med levering på tidspunkt T , $S(t)$ er spotpris ved tidspunkt t og $R(t,T)$ er renten over perioden t til T . Videre har vi at $W(t,T)$ er marginal lagerkostnad og $C(t,T)$ er marginal eierfordel. Ifølge likning (4.12) har vi at den rentejusterte basisen (venstre side av likningen) er lik forskjellen mellom den relative lagerkostnaden, $w(t,T) = W(t,T)/S(t)$, og den relative eierfordelen, $c(t,T) = C(t,T)/S(t)$. Vi bruker denne observasjonen til å utvikle testbare hypoteser knyttet til eierfordelen og den relative variasjonen mellom spot- og forwardpriser.

Som Fama og French antar også vi at den marginale lagerkostnaden for naturgass grovt sett er konstant samt at den marginale eierfordelen minker med en avtakende rate når lagerbeholdningen øker. Videre forutsetter vi at variasjonen til marginal eierfordel dominerer variasjonen i marginal lagerkostnad. Figur 4.1 viser den relative eierfordelen og den rentejusterte basisen som en funksjon av lagerbeholdning. Ved lave lagernivåer er den relative eierfordelen $c(t,T)$ større enn den relative lagerkostnaden $w(t,T)$, og den rentejusterte basisen er dermed negativ. Ved høyere lagerbeholdninger faller derimot $c(t,T)$ mot null og den rentejusterte basisen blir positiv og stiger mot $w(t,T)$.



Figur 4.1 Relativ eierfordel og rentejustert basis som en funksjon av lagerbeholdning (Fama & French, 1998).

Forutsetningen om at den marginale eierfordelen faller med en avtakende rate når lagernivået øker er en intuitiv og allment akseptert antakelse ved empirisk analyse av lagringskostnadsteorien (Fama og French, 1988). Dette gir oss mulighet til å si noe om virkningen av sjokk i tilbud eller etterspørsel på spot- og forwardpriser. Når vi gjennomfører testen bruker vi fortegnet på den rentejusterte basisen som en proxy for høyt (+) og lavt (-) lagernivå. Teorien sier at sjokk vil gi større uavhengig variasjon i spot- og forwardprisene ved lave lagernivåer. Med andre ord vil vi teste hypotesen om at den rentejusterte basisen varierer mer når den er negativ enn når den er positiv. Vi bruker månedlige spotpriser og forwardpriser over perioden oktober 2005-november 2013 når vi gjennomfører testen. Som tidligere ser vi på forwardkontrakter med henholdsvis én, to og tre måneder til levering. De tilhørende risikofrie rentene er gitt ved månedlig LIBOR-rente for kontrakter med henholdsvis én, to og tre måneders leveringstid.

4.7 Regresjon på markedseffektivitet

Vi vil også teste lagringsteorien ved å gjennomføre en regresjonsanalyse, og her tar vi utgangspunkt i den tilnærmingen som Fama og French (1987) bruker. De gjennomfører en regresjon på basisen der nominell rente og månedlige sesongdummyer er forklarende variabler. I tillegg til å være en mer direkte test av lagringsteorien vil den også hjelpe oss til å kunne si noe om effektiviteten i markedet. Regresjonen de tar i bruk ser ut som følger:

$$\frac{F(t,T)-S(t)}{S(t)} = \sum_{m=1}^{12} (\alpha_m d_m) + \beta R(t, T) + e(t, T) \quad (18)$$

Her gis sesongdummyen d_m verdien 1 dersom futureskontrakten utløper i måned m og 0 ellers. Bruken av sesongdummyer gjør at man får fanget opp variasjon i marginal eierfordel som kommer av sesongvariasjon i produksjon og/eller etterspørsel.

Stronzik et al. (2008 og 2009) har gjennomført lignende tester for gassmarkedene i Nederland og Belgia. I artikkelen fra 2009 gjør de en utvidelse av regresjonen der også oljeprisen trekkes inn blant de uavhengige variablene. Stronzik et al. argumenterer her for at det er sannsynlig at utvikling i oljeprisen vil få betydning for basisen. I sitt studie anbefaler de videre at ytterligere forskning bør utrettes for å kunne gi et mer helhetlig bilde av resultatene. De foreslår blant annet å gjennomføre testen for en lengre periode. Videre anbefaler de å innlemme flere forklaringsvariabler i regresjonen, og her foreslår de blant annet lagernivåer og temperaturer. Vi synes disse forslagene til utvidelse av regresjonen virker interessante og vil derfor ta dem med i testen vår.

Vi gjennomfører dermed følgende regresjon:

$$\begin{aligned} (F(t,T)-S(t))/S(t) = & \alpha + \beta_1 LIBOR + \beta_2 Q_1 + \beta_3 Q_2 + \beta_4 Temp + \beta_5 Lager \\ & + \beta_6 Oljepris + \beta_7 S\&P350 + \varepsilon \end{aligned} \quad (19)$$

LIBOR (London Interbank Offered Rate) er den renten banker tar på usikrede lån til andre banker i Londons pengemarked. Denne brukes, som her, ofte som en referanse for den risikofrie renten. Hypotesen her er, konsistent med Fama og French (1987), at denne variabelen skal variere i et 1-til-1 forhold med basisen. Et forhold langt fra det nevnte vil bety,

dersom en ser bort fra andre eventuelle markedssvakheter, at lagereierne ikke fullt ut utnytter eventuelle arbitrasjemuligheter.

Q_1 og Q_2 er sesongdummyer for henholdsvis vinterkvartalet (desember, januar og februar) og sommerkvartalet (juni, juli og august). Vi forventer å se en sesongeffekt i basisen. I Europa brukes gass blant annet mye til oppvarming og en kan dermed forvente høyere etterspørsel etter gass på vinteren enn om sommeren. Vi ser at denne effekten muligens også kan forsterkes av tilbudssidesjokk. Gass produseres i utgangspunktet med et ganske jevnt tempo, men med produksjon som ofte foregår langt til havs er den ganske sensitiv i forhold til uvær. Uvær er vanligst på høsten og vinteren, noe som kan føre til mer nedetid på plattformene. Høyere etterspørsel og lavere tilbud resulterer som kjent i høyere pris. Basisen kan også påvirkes av sjokk fra etterspørselssiden ved for eksempel uvanlig kalde perioder. Kort tid mellom forfall på spotkontrakter og forfall på forwardkontrakter i våre tester kan derimot gjøre at sesongeffekter i basisen ikke blir like lette å oppdage. Vi legger derfor til enda en variabel for å fange opp en slik effekt. Temperatur kan både tenkes å ha påvirkning på basisen, samtidig som den er korrelert med sesongdummyene. Vi bruker temperaturdata fra Amsterdam for TTF og Ostend for ZEE. Vi ser at disse temperaturene ikke vil være helt representative for hele markedet, men da det ikke er veldig store klimaforskjeller i dette området ser vi på det som en grei løsning.

Variabelen *Lager* inkluderer vi delvis som en viktig kontrollvariabel og delvis fordi vi er interessert i å studere effekten den har på basisen. Variabelen består av data for aggregert prosentvis lageroppfylling i europeiske gasslagre. Dette er en god kontrollvariabel fordi en kan tenke seg at den har effekt på basisen, samtidig som den er korrelert med sesongdummyene og temperaturen. Den utgjør også en slags direkte test av lagringsteorien. Dersom ting tyder på at lagerdata ikke har noen effekt på basisen, så vil lagringsteorien utgjøre en dårlig forklaring på forholdet mellom spot- og forwardpriser i dette markedet. Vi forventer i utgangspunktet at koeffisienten er signifikant og positiv. Dette er konsistent med det lagringsteorien predikerer. Når forwardprisen er høyere enn spotprisen så vil det være naturlig at en lagrer godet for å selge det på et senere tidspunkt for høyere pris, og vice versa. Det vil gjelde spesielt for et gode som gass som har en veldig forutsigbar prisutvikling grunnet sesongvariasjon.

De to siste variablene *Oljepris* og *S&P350* er kontrollvariabler. Her bruker vi månedsgjennomsnitt av henholdsvis spotprisen på olje og stengepriser for S&P350 Europa-indeksen. Som tidligere nevnt har gassprisen historisk sett hatt et tett forhold til oljeprisen da den tidligere var indeksert etter denne. Det kan tenkes at den fortsatt har effekt på markedspriser på gass da den er et substitutt på mange områder. Den vil i så tilfelle kunne være med på å øke modellens forklaringskraft. S&P350 Europa-indeksen er en indeks bestående av aksjer fra 350 ulike selskaper fra forskjellige sektorer i Europa. Den brukes her som en proxy for den generelle økonomiske situasjonen i Europa. I teorien så vil gass, som de fleste andre goder, ha en etterspørsel som vil øke i gode tider og vice versa. Dette vil påvirke prisene, noe som ble vist gjennom lave gasspriser under finanskrisen. Det kan også tenkes at de vil påvirke spotpriser annerledes enn forwardpriser. S&P350 vil sannsynligvis også være korrelert med både oljeprisen og LIBOR-renten. Problemet med både oljeprisen og S&P350 er derimot at vi gjennom tester ikke kan bevise stasjonaritet i dataene. Spesielt i aksjeindekser er det klare historiske tegn på en underliggende trend. Regresjoner med ikke-stasjonære variabler kan som nevnt tidligere gi falske resultater. Vi har derfor foretatt en transformasjon av disse dataene og oppgir dataene for begge variabler som en prosentvis endring i måneden forut for basisen. Vi ser da hvordan sjokk i disse variablene den siste perioden påvirker basisen i gassmarkedet. Vi forventer ikke statistisk signifikante resultater på disse, da de som nevnt er tatt med som kontrollvariabler i regresjonen.

4.8 Chow-test

Som tidligere nevnt vedtok EU i 2009 et direktiv for å fremme konkurransen i gassmarkedet. Det kan derfor være interessant å sjekke om dette får betydning for tidsseriene våre i form av et strukturelt skifte i datasettet. Dersom det finnes et brudd i tidsserien så kan dette få store konsekvenser knyttet til blant annet prognosefeil og upålitelige resultater fra modellen generelt. For å teste om det finnes brudd i tidsserien vår gjennomfører vi en Chow-test. Dette er en type F-test hvor man tester for likevekt mellom to regresjoner. Ved bruk av Chow-test er det viktig at vi vet når det eventuelle bruddet oppstår. Datasettet deles inn i to delperioder: en periode før tidspunktet for et eventuelt strukturelt skifte og en periode etter dette tidspunktet. Her brukes dummyvariabel for å kategorisere disse to periodene. I tillegg lager vi interaksjonsledd for hver enkelt forklaringsvariabel i modellen ved å bruke dummyvariabelen. Nullhypotesen i testen er at datasettet ikke inneholder strukturelt skifte.

Chow-testen gjennomføres på følgende måte (Studenmund et al., 1992):

Først utfører vi en samlet regresjon for hele dataperioden. Denne regresjonen inneholder verken dummy eller interaksjonsledd. For regresjonen finner vi summen av kvadrerte avvik fra regresjonslinja, RSS_t . Deretter gjennomføres en regresjon nummer to for hele perioden. Forskjellen fra den første regresjonen er at vi nå inkluderer dummyvariabelen og alle interaksjonsleddene. Dette gjør det mulig å skille mellom de to delperiodene. Fra denne regresjonen finner man RSS_1 for periode 1 og RSS_2 for periode 2. Videre kalkuleres F-verdien på følgende måte:

$$F = \frac{(RSS_t - (RSS_1 + RSS_2))/k}{(RSS_1 + RSS_2)/(N_1 + N_2 - 2k)} \quad (20)$$

Her er k antall forklaringsvariabler, N_1 er antall observasjoner i tidsperiode 1 og N_2 er antall observasjoner i utvalg 2. Vi forkaster nullhypotesen dersom $F \geq F_c$, hvor F_c er den kritiske F-verdien.

Det er vanskelig å forutsi hvilke resultater vi kan forvente oss fra Chow-testen. EU-direktivet som kom i 2009 satte en frist til mars 2011 om å etterfølge disse nye reglene. Dermed kan det bli noe vanskelig å vite nøyaktig når dette skiftet eventuelt oppstår. I tillegg er nok uansett datasettene våre litt tynne til å trekke for bastante konklusjoner rundt et eventuelt strukturelt skifte (juni 2009-feb 2014 for ZEE og okt 2007-feb 2014 for TTF). Uansett vil det bli spennende å se om vi finner en tendens til brudd etter EU-direktivet.

4.9 CUSUM-test

Siden vi ikke kan si helt sikkert når det eventuelle bruddet oppstår i datasettet vil vi i tillegg til å gjennomføre Chow-testen også ta i bruk CUSUM-test (cumulative sum test). Dette er en test som typisk brukes for å påvise brudd i et datasett hvor man ikke vet når bruddet oppstår.

Bahmani-Oskooee et al. (2006) påpeker at fordelene med denne tilnærmingen er at den velger bruddpunktene rekursivt istedenfor vilkårlig. De rekursive residualene plottes mot bruddpunktene. Testen gir en grafisk fremstilling med to rette linjer som avgrenses av 5% signifikansnivå. Dersom et av punktene faller utenfor dette 5 %-nivået, forkastes nullhypotesen om stabile parametre og vi har strukturelt brudd i datasettet vårt.

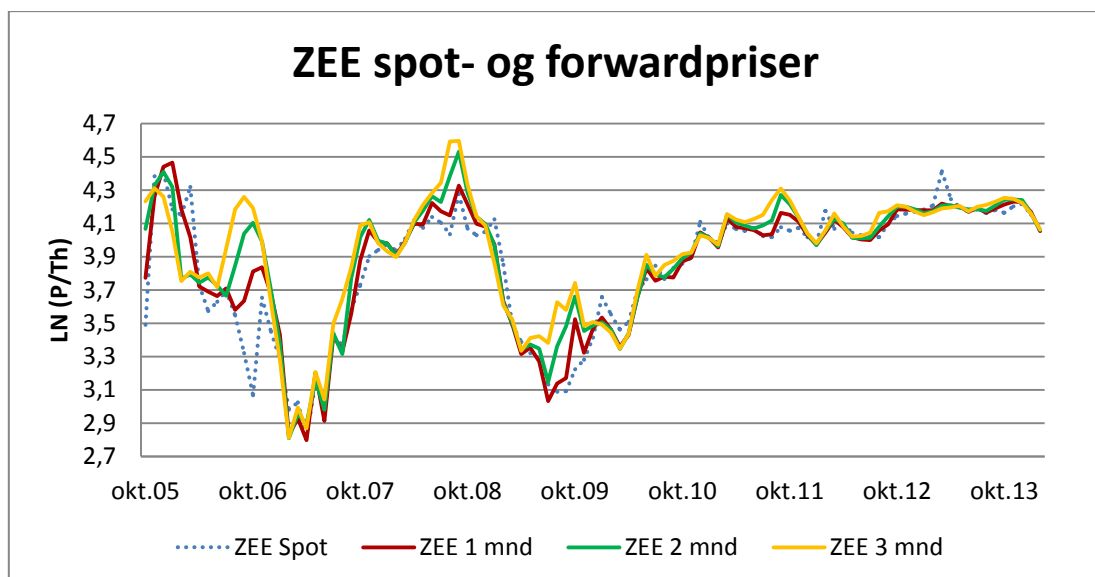
5 Innledende analyse av data

5.1 Deskriptiv analyse

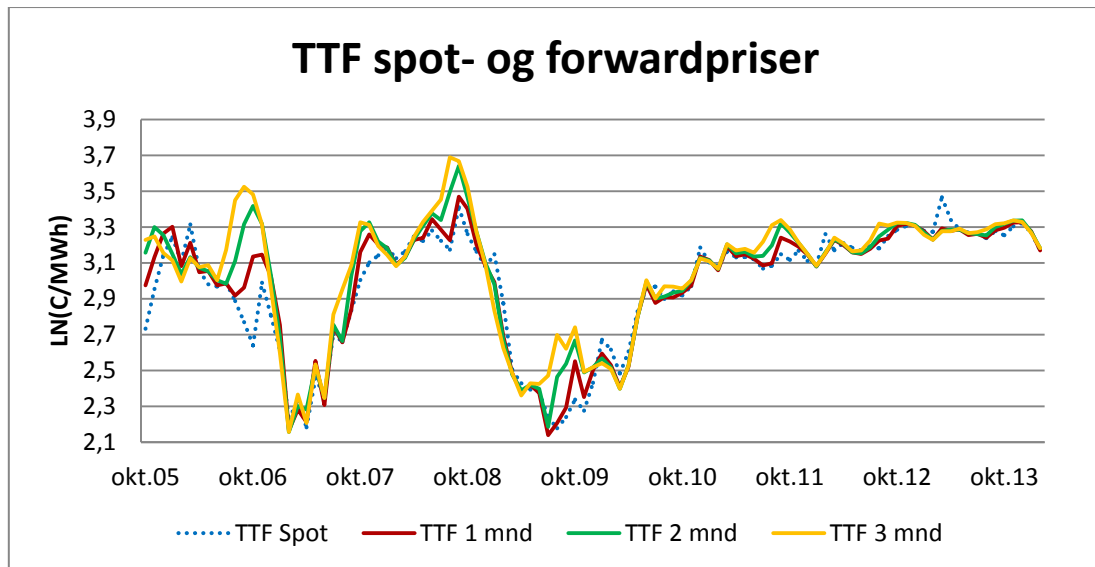
I dette kapitlet vil vi få en forståelse av de to tidsseriene ved hjelp av grafer og deskriptiv statistikk. En slik analyse har helt klart sine svakheter og man bør derfor være forsiktig med å trekke for bastante konklusjoner. Likevel kan denne også gi oss nyttig informasjon. Blant annet kan man gjennom visuelle mønstre få en indikasjon på om vi trenger å gjennomføre stasjonaritetstester. I tillegg vil vi se på andre viktige egenskaper til dataene, som prediksjonsfeil, trender og sesongvariasjoner.

I oppgaven benyttes flere ulike typer av data, og det nevnes derfor kort hvor disse er hentet fra. Alle gassprisene (spot- og forwardpriser) som analyseres i oppgaven er hentet fra *ICIS Heren*. Lagerfyllingsdata er hentet fra *GIE (Gas Infrastructure Europe)* og oljepriser fra *EIA (Energy Information Administration)*. Temperaturer er hentet fra *Weather Underground*. Her har vi brukt værstasjoner som ligger nær HUBene; Amsterdam for Title Transfer Facility og Ostend for Zeebrugge. LIBOR-rente og S&P350 er funnet hos *Global-Rates*. Dataene analyseres ved hjelp av empiriske modeller og statistiske analyser. Dataprogrammene vi har benyttet er Eviews og Excel.

Figur 5.1 og 5.2 nedenfor sammenstiller grafene for forwardkontraktene og månedlig spotpris over analyseperioden for henholdsvis Zeebrugge og Title Transfer Facility. Merk at kontraktene har samme utøvelsesdato.



Figur 5.1 Månedlige spot- og forwardpriser fra ZEE i perioden oktober 2005-februar 2014. Merk at tallene er oppgitt på logform.



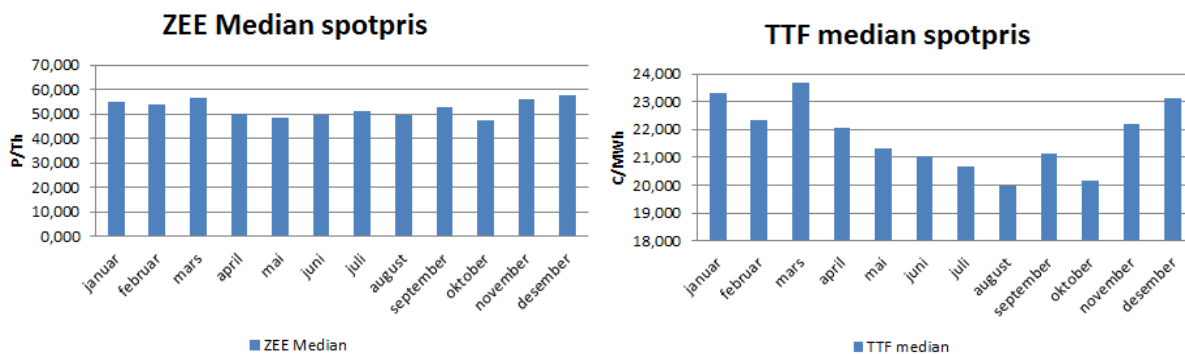
Figur 5.2 Månedlige spot- og forwardpriser fra TTF i perioden oktober 2005-februar 2014. Merk at tallene er oppgitt på logform.

Her er det flere ting som er verdt å legge merke til. Blant annet er det påfallende hvor like de to figurene er. Korrelasjonen mellom spotprisene i de to markedene er 0,94. Videre ligger korrelasjonen mellom prisene for 1-månedsforward i de to markedene over 0,95. Det samme gjelder for kontraktene med to og tre måneder til levering. Denne sterke korrelasjonen indikerer at de to gassmarkedene er godt integrerte i vår analyseperiode, noe som er i tråd med Petrovichs (2013) resultater. Som forventet ser vi for begge markedene at kontrakten med én måned til levering synes å følge spotprisen best. Videre ser vi at kontrakten med to måneder til levering avviker noe mer samt at 3-månederskontrakten er den som følger spotprisen dårligst. Det bør likevel påpekes at det også for 3-månederskontrakten foreligger en relativt høy korrelasjon med spotprisen for begge markedene. Denne er på 0,80 og 0,85 for henholdsvis Zeebrugge og Title Transfer Facility. Vi ser det samme mønsteret når det gjelder volatiliteten til kontraktene; jo lengre tid til levering, desto større volatilitet. For begge markedene ser vi fra rundt 2010 og fram til 2014 at volatiliteten er lavere enn de foregående årene av analyseperioden. Det er også verdt å merke seg at ingen av tidsseriene våre synes å følge en trend. Det vil som tidligere nevnt bli testet for stasjonaritet senere i oppgaven.

Gassprisene synker betraktelig fra oktober 2008 til oktober 2009 i begge markedene. Dette kommer som et resultat av den globale finanskrisen. En hendelse som kan ha vært med på å

dempe denne virkningen er gasskonflikten mellom Russland og Ukraina. I januar 2009 stanset Russland leveransen av gass til Ukraina på grunn av en priskrangel. Dette fikk konsekvenser for gassprisen i Europa, da mye av Russlands gass til Europa går via Ukraina. Denne konflikten ble derimot avsluttet allerede 20. januar 2009.

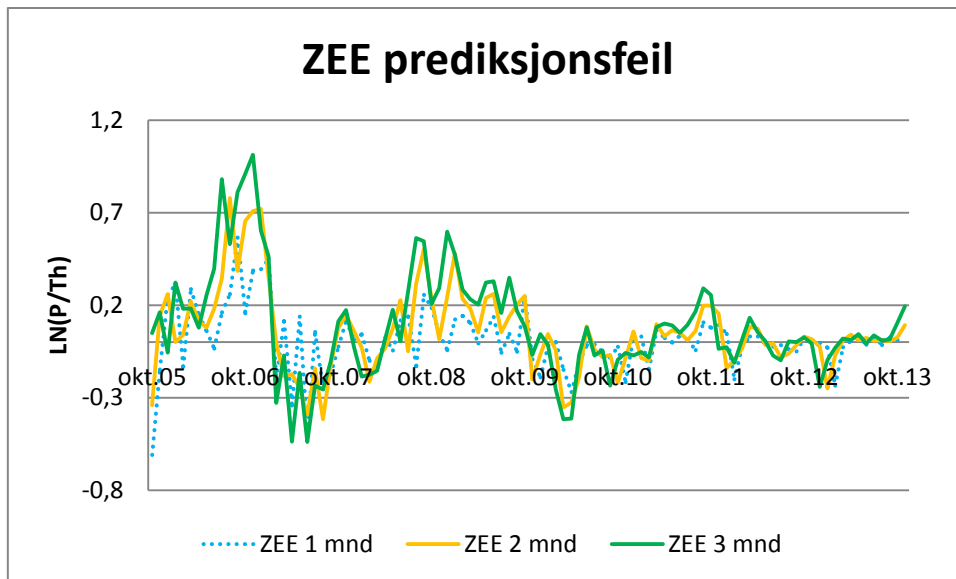
Av figur 5.1 og 5.2 ovenfor ser vi et mønster som kan tyde på sesongvariasjon i prisene. Dette kan være et resultat av at gasskonsum i stor grad er sesongbasert mens gassproduksjon ikke er det. Dette gjør at vi normalt vil få høyere priser om vinteren enn om sommeren, da forbruket øker med synkende utetemperatur. Prisene presses altså oppover i de kaldeste periodene der gasslagrene minker. Blant annet var temperaturen i Europa vinteren 2008 kaldere enn normalen, noe som kan forklare de høye prisene i denne perioden. Vi finner også tegn til sesongvariasjon i figur 5.3 nedenfor, som viser månedlig median for spotprisene i analyseperioden.



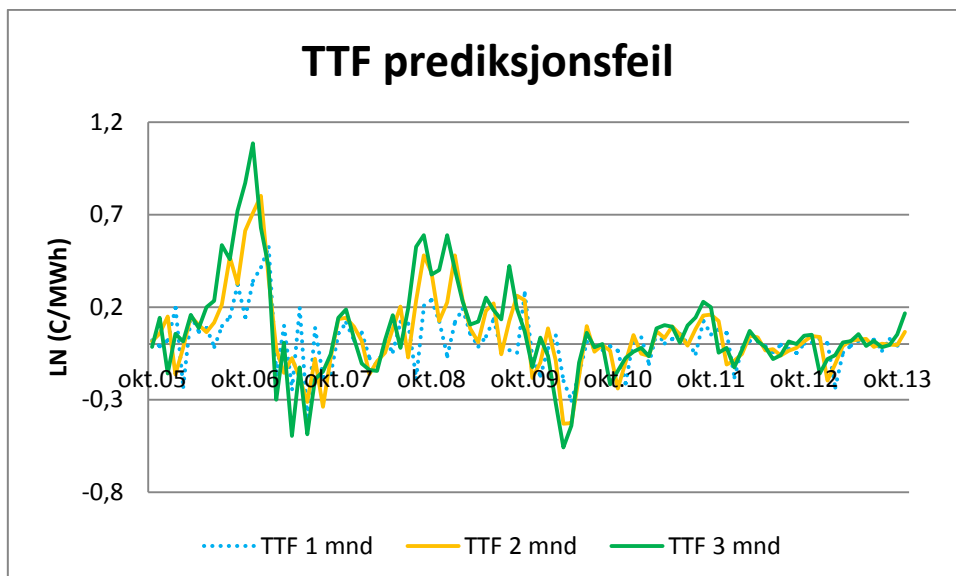
Figur 5.3 Månedlige median spotpriser

Selv om vi finner sesongvariasjon i dataene våre fra Zeebrugge, kan det se ut som om dette mønsteret er tydeligst for Title Transfer Facility. Dette kommer muligens som et resultat av at naturgass spiller en større rolle i Nederland når det kommer til oppvarming. Dette støttes av tall fra Eurostat fra 2010 som viser at naturgass er en langt viktigere kilde til elektrisitet i Nederland enn i Belgia.

Nedenfor viser figur 5.4 og 5.5 markedenes prediksjonsfeil for de ulike kontraktene. Denne prediksjonsfeilen er forskjellen mellom spot- og forwardpriser med samme utøvelsesdato.



Figur 5.4 Prediksjonsfeil for de ulike forwardkontraktene hos ZEE. Merk at tallene er oppgitt på logform.



Figur 5.5 Prediksjonsfeil for de ulike forwardkontraktene hos TTF. Merk at tallene er oppgitt på logform.

For begge markedene ser vi at volatiliteten til prediksjonsfeilene er blitt lavere mot slutten av analyseperioden for både Zeebrugge og for Title Transfer Facility. Prediksjonsfeilene ligger oftere over enn under null for begge markedene. Dette kan muligens være en indikasjon på en positiv risikopremie. Det kan også se ut som om vi har en tisdvarierende premie.

Tabell 5.1 nedenfor viser standardavvikene til tre ulike variabler for hver av forwardkontraktene. Den første av disse er basisen, $F(t,T)-S(t)$. Dette er differansen mellom dagens spot- og forwardpris. Den andre variabelen er premien, $F(t,T)-S(T)$, som er differansen

mellom spot- og forwardpris ved forwardkontraktens forfall. Den siste variabelen er endring i spotpris, $S(T)-S(t)$. Her er t definert som nåtid, mens T er et gitt fremtidig forfallstidspunkt.

	Zeebrugge		Title Transfer Facility	
	Gj.snitt	Std.avvik	Gj.snitt	Std.avvik
1 mnd				
F(t,T)-S(t)	0,020	0,125	0,021	0,092
F(t,T)-S(T)	0,013	0,172	0,015	0,142
S(T)-S(t)	0,007	0,178	0,006	0,132
2 mnd				
F(t,T)-S(t)	0,060	0,194	0,059	0,150
F(t,T)-S(T)	0,055	0,222	0,050	0,205
S(T)-S(t)	0,005	0,228	0,009	0,183
3 mnd				
F(t,T)-S(t)	0,091	0,237	0,083	0,189
F(t,T)-S(T)	0,090	0,281	0,074	0,265
S(T)-S(t)	0,001	0,265	0,009	0,230

Tabell 5.1 Gjennomsnitt og standardavvik. Merk at tallene er oppgitt på logform.

For alle kontraktene har vi at variasjonen i basisen er lavere enn variasjonen i både premien og i spotprisendringen. Dette indikerer liten sannsynlighet for at det i regresjonene vi skal gjennomføre vil tildeles basisvariasjon til premien og til forventet endring i spotpris.

5.2 Enhetsrotstester

I tabell 5.2 presenteres resultatene fra ADF-testen og Phillips Perron-testen av de to gassmarkedene.

	Zeebrugge		Title Transfer Facility	
	ADF	Phillips Perron	ADF	Phillips Perron
1 mnd				
F(t,T)-S(t)	-6,944*	-6,944*	-5,726*	-5,547*
F(t,T)-S(T)	-5,686*	-9,051*	-8,760*	-8,858*
S(T)-S(t)	-11,938*	-11,990*	-10,140*	-10,140*
2 mnd				
F(t,T)-S(t)	-5,341*	-5,541*	-5,679*	-4,241*
F(t,T)-S(T)	-4,764*	-4,314*	-3,181*	-4,057*
S(T)-S(t)	-3,765*	-7,452*	-3,553*	-5,655*
3 mnd				
F(t,T)-S(t)	-6,153*	-5,004*	-6,917*	-4,351*
F(t,T)-S(T)	-2,655*	-3,441*	-3,475*	-3,497*
S(T)-S(t)	-3,847*	-5,864*	-3,532*	-5,079*

Dataene som brukes i testene er månedlige spot- og forwardpriser over perioden oktober 2005-november 2013. Stjernetegnet betyr at man forkaster nullhypotesen på 1% signifikansnivå. Optimalt antall lags er basert på Schwartz` kriterium. Prisene er på logform. Nullhypotesen er at tidsserien har en enhetsrot. Forkastningsregelen er gitt ved $t\hat{\theta} < c$, det vil si at vi forkaster nullhypotesen dersom testobservatoren er mindre enn kritisk verdi.

Tabell 5.2 Enhetsrotstester

Vi ser av tabell 5.2 at vi for alle variablene kan forkaste nullhypotesen på 1 % signifikansnivå. Altså har vi grunnlag for å hevde at tidsseriene er stasjonære og at de dermed kan benyttes i den videre analysen.

6 Resultater og tolkning

6.1 Resultater fra test av teorien om risikopremie

Ved å ta i bruk det presenterte rammeverket skal vi nå gå videre til regresjon og analyse på grunnlag av våre data. Vi har allerede funnet at dataene for $F(t,T)-S(T)$, $F(t,T)-S(t)$ og $S(T)-S(t)$ er stasjonære for alle kontraktene i begge markedene ved bruk av ADF- og PP-test. Dette gir grunnlag for videre testing. Vi har også både kalkulert og kommentert standardavvikene til disse verdiene. Et gjennomgående kjennetegn her var at standardavvikene til den realiserte premien, $F(t,T)-S(T)$, og endringen i spotpris, $S(T)-S(t)$, er større enn standardavviket til basisen, $F(t,T)$. Dette er et tegn på at variasjonen i basisen ikke enkelt og treffsikkert kan tilskrives kvantifiserbar variasjon i premie og endring i forventet spotpris. Et annet interessant moment ved disse var at standardavviket til $F(t,T)-S(T)$ er større enn for $S(T)-S(t)$ for valgte tidshorisonter i begge markeder. Dette er konsistent med hva som er oppdaget i en del tidligere forskning, som for eksempel den til Fama (1984). Dette vil si at med hensyn på standardavvik er nåværende spotpris en bedre prediktor på fremtidig spotpris enn forwardprisen. Dette kan imidlertid forklares med eksistensen av en risikopremie i forwardprisen, noe som vil testes ved å gjennomføre den beskrevne regresjonsanalysen på datasettet.

Resultatene fra regresjonene, tidligere nummerert (11) og (12), for data fra henholdsvis ZEE og TTF er vist i tabell 6.1 og 6.2.

Regresjon ZEE

	$\hat{\alpha}_1$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\alpha}_2$	$\hat{\beta}_2$	$S(\hat{\alpha})$	$S(\hat{\beta})$	R_1^2	R_2^2
1 mnd	0,004	0,434	-0,004	0,566	0,017	0,133	0,100	0,158
2 mnd	0,027	0,466	-0,027	0,534	0,022	0,107	0,164	0,205
3 mnd	0,037	0,576	-0,037	0,424	0,027	0,106	0,236	0,143

$\hat{\beta}_1$ og $\hat{\beta}_2$ er signifikante på 5% nivå for alle kontraktslengdene

Tabell 6.1 Regresjon ZEE

Regresjon TTF

	$\hat{\alpha}_1$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\alpha}_2$	$\hat{\beta}_2$	$S(\hat{\alpha})$	$S(\hat{\beta})$	R_1^2	R_2^2
1 mnd	0,001	0,665	-0,001	0,335	0,013	0,142	0,186	0,055

2 mnd	0,009	0,684	-0,009	0,316	0,019	0,120	0,252	0,067
3 mnd	0,012	0,745	-0,012	0,255	0,025	0,121	0,283	0,044

$\hat{\beta}_1$ og $\hat{\beta}_2$ er signifikante på 5% nivå for alle kontraktslengdene

Tabell 6.2 Regresjon TTF

Her representerer $\hat{\alpha}_1$ og $\hat{\alpha}_2$ konstanten i henholdsvis premieregresjonen (11) og endringsregresjonen (12). Videre er $\hat{\beta}_1$ stigningstallet i (11) og $\hat{\beta}_2$ stigningstallet i (12). Det oppgis bare ett sett med standardavvik for koeffisientene, da disse er like i begge regresjoner. Vi ser også at vi har forholdet $\hat{\alpha}_1 = -\hat{\alpha}_2$ og $\hat{\beta}_1 = 1 - \hat{\beta}_2$ slik som det ble forutsagt. R^2 er et mål på hvor stor del av variansen i den avhengige variabelen som blir forklart av de uavhengige variablene. At denne er relativt lav i begge ligningene kan forklares med at variansen til basisen som nevnt er mindre enn variansen til både den realiserste premien og endringen i spotpris.

$\hat{\beta}_1$ og $\hat{\beta}_2$ er begge signifikante og positive for de to gassmarkedene. Videre er disse mindre enn 1 for alle forwardkontraktene både hos TTF og ZEE. Disse resultatene tyder på positive varianser for premie og forventet endring i spotprisen. Som nevnt tidligere er dette konsistent med at forwardprisen har prediksjonskraft i forhold til fremtidig spotpris og at forwardprisen inneholder en tidsvarierende premie som dukker opp i $F(t,T) - S(T)$. Resultatene gir med andre ord grunnlag for å forkaste hypotesen om at forwardprisen er en forventningsrett indikator for fremtidig spotpris, til fordel for at det eksisterer en tidsvarierende risikopremie innbakt i forwardprisen.

Av hensyn til at de to basiskomponentene (premie og forventet endring i spotpris) med stor sannsynlighet er korrelerte skal vi ikke kalkulere og kommentere komponentenes separate varians. Både Fama (1984) og Serletis (1991) finner klare bevis på negativ korrelasjon mellom premien og forventet endring i spotpris i en del av sine data. Disse bevisene kommer i form av en $\hat{\beta}_1$ på over 1, og selvsagt da en $\hat{\beta}_2$ som er negativ, i regresjonen. Tolkningen av disse koeffisient-verdiene kan gjennomføres ved nærmere inspeksjon av ligning (13) og (14) ovenfor. Siden variansen til både $P(t)$ og $E\{S(T) - S(t)\}$ er nødt til å være positiv kan en negativ $\hat{\beta}_2$ kun forklares med en negativ kovarians mellom de to. For at $\hat{\beta}_2$ skal bli negativ må den negative kovariansen være større i absolutte størrelser enn variansen til $E\{S(T) - S(t)\}$.

Tilsvarende betyr en $\hat{\beta}_1$ som er større enn 1 at den negative kovariansen er mindre i absolutte

størrelser enn variansen til premien, $P(t)$. Vi finner ingen slike beviser på negativ korrelasjon mellom premie og forventet spotprisendring i våre data. Det betyr likevel ikke at vi ikke har dette forholdet også i våre gassprisdata. Vi velger derfor som sagt å avstå fra å prøve å kvantifisere $Var(P(T))$ og $Var(E\{S(T)-S(t)\})$, da korrelasjon mellom dem ville gi falske resultater.

Konsistent med både Fama (1984) og Serletis (1991) ser vi kort på forholdet mellom de to variansene som en del av variansen til basisen. Vi har at

$$\beta_1 - \beta_2 = \frac{Var(P(t)) - Var(E\{S(T) - S(t)\})}{Var(F(t,T) - S(t))} \quad (21)$$

For 1- og 2-månederskontraktene i ZEE har vi henholdsvis -0,132 og -0.068. Dette er forenelig med at variansen til forventet endring i spotprisen er større enn variansen til premien. Dette skiller seg ut fra resultatene til både Serletis (1991) og Fama (1984). For 3-månederskontrakten i ZEE og for alle forwardkontraktene i TTF har vi derimot at $\beta_1 > \beta_2$. Her har vi altså at variansen til premien er større enn variansen til forventet endring i spotpris. En annen ting som er verdt å merke seg er at differansen mellom $Var(P(t))$ og $Var(E\{S(T)-S(t)\})$ som del av $Var(F(t,T)-S(t))$ stiger med lengden på forwardkontraktene i begge markeder. Dette kan tolkes dithen at variansen til premien er mer tidselastisk enn variansen til forventet endring i spotpris.

Det er også naturlig å si litt om retningen på en eventuell premie. Som vist i oversikten av gjennomsnitt og standardavvik så ser vi at den realiserte risikopremien, $(F(t,T)) - S(T)$, i gjennomsnitt er positiv for begge markeder for alle kontraktene, og at den øker med lengde på kontrakt. Vi finner både positive og negative realiserte risikopremier i perioden, men markant flere positive og altså positive i gjennomsnitt. Dersom dette skal relateres til hedgepress-teorien så er det konsistent med at hedgepresset stort sett kommer fra etterspørsels-/forbrukssiden. Denne markedssituasjonen er sånn sett i strid med Keynes teori om *normal backwardation*. Dette er et normal contango-marked. Det kan være litt vanskelig å se for seg at det tyngste hedgepresset skal komme fra forbrukssiden og at en risikopremie kan forsvares ut i fra dette. Gass er en viktig innsatsfaktor for mange og finanskrisen har nok gjort hedging enda mer aktuelt ut fra et risikostyringsperspektiv. En normal backwardation-situasjon, som i Keynes teori, ville nok likevel vært lettere å forklare ut i fra hedgepress. Dette fordi produsenter i enda større grad vil bli påvirket av prisfluktasjoner enn forbrukere. Dermed vil behovet for hedging mest sannsynlig være størst her.

Dersom forskjellen mellom forwardpriser og fremtidige spotpriser (med samme forfallsdato) ikke skyldes eksistensen av en risikopremie så kan det alternativt forklares med at forwardprisen gjør en dårlig jobb med å predikere den fremtidige spotprisen. Dette er ikke helt usannsynlig. Årsaken til dette kan være urealistiske forventninger i markedet, at gassmarkedet blir utsatt for sjokk av uventet art, eller forventede sjokk av uventet størrelse. Det er vanskelig å si noe mer spesifikt om eksistensen av en risikopremie i dette markedet. Den realiserte premien kan, dersom en jamfører seg med denne teorien, skyldes at den forventede fremtidige spotprisen avviker fra den som realiseres, at en type kontraktsposisjon premieres, eller en blanding av de to. I likhet med Fama og French (1987) kan også vi konkludere med at testmodellen som er benyttet er for svak til å kunne bevise både eksistensen av en risikopremie og hvorvidt forwardprisen har prediksjonskraft for fremtidige spotpriser. Dette er fordi det er vanskelig å skille mellom dem. Graden av tilfeldighet ved at forwardprisen oftere overskyter spotprisene enn omvendt kan selvsagt diskuteres videre, men det ville blitt mye spekulasjoner. En lengre tidsperiode kunne gitt en bedre indikasjon på hvorvidt dette skyldes tilfeldigheter eller om det er et tilbakevendende mønster. Da det europeiske gassmarkedet i sin nåværende form er relativt ungt så vil det ikke være mulig å sjekke dette for en særlig mye lenger periode ennå. Vi skal derfor gå videre med å se på hvor godt lagringsteorien treffer for vårt datasett.

6.2 Resultater fra test av lagringsteorien

Resultatene fra testen er vist i tabell 6.3 nedenfor. I panel A oppgis antall positive, negative og totale observasjoner av den rentejusterte basisen for de tre ulike forwardkontraktene. I panel B og C finner vi henholdsvis gjennomsnittsverdiene og standardavvikene til disse rentejusterte basisene.

Basis	Zeebrugge			Title Transfer Facility		
	A. Antall observasjoner			A. Antall observasjoner		
	Positive(+)	Negative(-)	Totalt	Positive(+)	Negative(-)	Totalt
1 mnd forward	59	39	98	58	40	98
2 mnd forward	62	36	98	60	38	98
3 mnd forward	63	35	98	65	33	98
	B. Gjennomsnittsverdi			B. Gjennomsnittsverdi		
1 mnd forward	0,090	-0,067	0,028	0,074	-0,047	0,025
2 mnd forward	0,173	-0,077	0,081	0,149	-0,053	0,070
3 mnd forward	0,245	-0,088	0,126	0,191	-0,069	0,103
	C. Standardavvik			C. Standardavvik		
1 mnd forward	0,161	0,061*	0,152	0,102	0,044*	0,103
2 mnd forward	0,285	0,090*	0,262	0,200	0,051*	0,188
3 mnd forward	0,366	0,096*	0,339	0,258	0,067*	0,246

Stjernetegnet (*) indikerer at vi kan forkaste nullhypotesen om like varianser på 1 % signifikansnivå (F-test).

Tabell 6.3 Resultater fra test av lagringsteorien (I)

I likhet med Stronzik et al. (2008) finner også vi flere positive rentejusterte basiser enn negative for begge markedene. Dette står i kontrast til Serletis og Shahmoradi (2006) som rapporterer om en nokså lik fordeling når det gjelder antall positive og negative rentejusterte basiser i det amerikanske gassmarkedet. Det betyr med andre ord at lagring av naturgass har en relativt lav verdi for markedsaktørene (lav eierfordel). Videre ser vi av tabell 6.3 at standardavvikene er høyere når den rentejusterte basisen er positiv. Dette gjelder for alle kontraktene i begge markedene, og også disse resultatene samsvarer med det Stronzik et al.

finner. Dette er i strid med teorien som sier at sjokk vil gi større uavhengig variasjon i spot- og forwardprisene ved lave lagernivåer.

Lagringsteorien sier også at tilbuds- og etterspørselssjokk vil skape større endringer jo kortere tid det er til forwardkontraktens levering. For å teste om dette stemmer med våre data ser vi på raten av standardavvik av prosentvis endring i forwardpris med henhold på standardavvik av prosentvis endring i spotpris. Resultatene er oppgitt i tabell 6.4.

<u>Standardavvik av prosentvis endring i forwardpris</u>				
Standardavvik av prosentvis endring i spotpris				
	Zeebrugge		Title Transfer Facility	
Basis	Positiv	Negativ	Positiv	Negativ
1 mnd forward	0,637	1,065*	1,109	1,000*
2 mnd forward	0,620	0,954*	0,975	1,077*
3 mnd forward	0,592	0,964*	1,027	1,143*

Stjernetegnet (*) indikerer at vi kan forkaste nullhypotesen om like varianser på 1 % signifikansnivå (F-test).

Tabell 6.4 Resultater fra test av lagringsteorien (II)

For at teorien skal stemme med våre data, må disse forholdstallene falle med økende tid til forwardkontraktens levering. Som vi ser av tabell 6.4 så stemmer teorien delvis med våre data. For Zeebrugge ser vi at ved negativ basis er forholdstallet høyere for 3-månederskontrakten enn for 2-månederskontrakten. Bortsett fra dette ene avviket stemmer våre resultater med teorien når det gjelder gassmarkedet i Zeebrugge. Title Transfer Facility avviker noe mer fra det teorien forteller oss. Her har vi ved negativ basis at forholdstallene øker med økende tid til levering, altså stikk motsatt av lagringsteoriens prediksjon. Ved positiv basis finner vi ett avvik fra teorien i og med at forholdstallet for 3-månederskontrakter er høyere enn for 2-månederskontrakter.

Lagringsteorien predikerer som nevnt at sjokk i tilbud eller etterspørsel vil føre til omtrent like endringer i spot- og forwardpriser ved høye lagernivåer, mens spotprisene vil endre seg mer enn forwardprisene når lagerbeholdningen er liten. Dette betyr at forholdstallene i tabell 6.4 bør være lavere når den rentejusterte basisen er negativ enn når den er positiv. Vi ser at dette ikke stemmer helt overens med våre forholdstall, og for Zeebrugge er dette forholdet

helt motsatt. For Title Transfer Facility ser vi at det kun er for kontrakten med én måned til levering at våre tall stemmer med det teorien skulle tilsi.

Våre resultater er grovt sett de samme som Stronzik et al. finner i sine studier. De kommer opp med flere mulige årsaker til resultater som strider med lagringskostnadsteorien ut fra en europeisk kontekst. For det første ser de på muligheten for at en lav eierfordel muligens indikerer et høyere lagernivå enn det som kreves/er nødvendig ut fra et rent økonomisk perspektiv. For det andre peker de på den begrensede muligheten for lagringskapasitet i Europa i tillegg til det ikke-eksisterende annenhåndsmarkedet. Dette kan føre til at en del deltakere uten tilgang til lagerkapasitet må se bort fra denne handelsmuligheten. Dersom dominerende/etablerte aktører brukte anlegget sitt som et strategisk verktøy ville de ha verdsatt det å ha naturgassen for hånd lavere enn de ville ha gjort under effektiv konkurranse. Begge disse observasjonene gir oss en indikasjon på at dysfunksjonelt naturgassmarked i Europa (Nederland og Belgia).

Testresultatene våre indikerer et relativt stort potensiale for arbitrasje i markedene som fremdeles ikke blir utnyttet av aktørene. Særlig synes denne arbitrasjemuligheten å gjelde på kort sikt. Serletis et al. peker på den begrensede tilgangen til infrastruktur, utilstrekkelig informasjon tilgjengelig for markedsaktørene og et manglende likvid annenhåndsmarked for disse produktene i Europa. Dette hindrer aktører i å oppdage disse arbitrasjemulighetene. Og om disse mulighetene for arbitrasje skulle oppdages, så vil de høye transaksjonskostnadene ofte være et hinder for å kunne utnytte disse.

6.3 Resultater fra regresjon på markedseffektivitet

Først testet vi ut regresjonen med de samme variablene som Stronzik et al. (2008) gjorde i sin regresjon. Vi fikk generelt svakere samlet forklaringskraft (målt ved R^2) for denne modellen enn det Stronzik et al. fikk i sin forskning. Dette kan hovedsakelig ha tre årsaker: Basisen kan ha større variasjon i våre data, forklaringsvariablene kan ha mindre variasjon, eller så varierer forklaringsvariablene på en måte som gir dem mindre forklaringsmakt på basisen. Det kan selvsagt også skyldes en kombinasjon av de tre. Lav R^2 er et tegn på at viktige forklaringsvariabler er utelatt fra modellen, eller at vi har en spesifisering som avviker fra den sanne modellen. En lavere forklaringskraft trenger ikke være unaturlig selv om vi tester samme marked, siden vi både har forskjellig tidsrom og at det her er månedlige data som

testes istedenfor daglige data. Vi testet grunnmodellen først og fremst for å ha et sammenligningsgrunnlag for den utvidede modellen vår.

Regresjonsresultatene fra den utvidede modellen presenteres i tabell 6.5, 6.6 og 6.7 nedenfor.

Basis 1 mnd:

	ZEE	TTF
1 mnd	10,623	14,017**
LIBOR	(29,49)	(5,66)
Q1	0,008 (0,034)	-0,004 (0,022)
Q2	-0,030 (0,030)	-0,009 (0,019)
Lager	0,001 (0,001)	0,002* (0,000)
Temp	0,004 (0,003)	0,003 (0,002)
Oljepris	0,108 (0,177)	0,102 (0,090)
S&P 350	0,105 (0,219)	0,046 (0,102)
R ²	0,259	0,454

Statistisk signifikans på 1 %, 5 % og 10 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***.

Tabell 6.5 Resultater fra utvidet regresjonsmodell (1 mnd)

Basis 2 mnd:

	ZEE	TTF
2 mnd	17,184	10,26**
LIBOR	(22,27)	(4,211)
Q1	0,049 (0,470)	0,055 (0,030)
Q2	0,033 (0,053)	0,006 (0,028)
Lager	0,002	0,003**

	(0,001)	(0,001)
Temp	0,007*	0,009*
	(0,004)	(0,002)
Oljepris	0,269	0,186
	(0,281)	(0,141)
S&P 350	0,478	-0,133
	(0,330)	(0,161)
R ²	0,412	0,581

Statistisk signifikans på 1 %, 5 % og 10 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***.

Tabell 6.6 Resultater fra utvidet regresjonsmodell (2 mnd)

Basis 3 mnd:

	ZEE	TTF
3 mnd	15,725	5,368**
LIBOR	(18,042)	(3,955)
Q1	-0,008	0,017
	(0,061)	(0,039)
Q2	0,102	0,067
	(0,077)	(0,043)
Lager	0,004**	0,005*
	(0,002)	(0,001)
Temp	0,012**	0,014*
	(0,004)	(0,003)
Oljepris	0,395	0,252
	(0,342)	(0,198)
S&P 350	0,566	-0,337
	(0,441)	(0,227)
R ²	0,490	0,581

Statistisk signifikans på 1 %, 5 % og 10 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***.

Tabell 6.7 Resultater fra utvidet regresjonsmodell (3 mnd)

Også for denne modellen får vi lavere forklaringskraft i modellen enn Stronzik et al. (2008).

Vi får likevel økt forklaringskraft i forhold til den enkle modellen vi testet først. Vi får også

høyere verdier for justert R^2 . Justert R^2 er et mål på R^2 med fratrekk for svekket modellkraft gjennom økte standardfeil. Vår utvidede modell presterer altså bedre enn den enkle modellen. Vi ser at vi får størst treff på modellen for TTF. I tillegg til lavere forklaringskraft enn Stronzik et al. (2008) får vi også noen andre resultater som skiller seg litt ut fra disse. LIBOR-renten er kun signifikant for TTF, og heller ikke der på 1% signifikansnivå. Det er derimot tydelige tegn på statistisk signifikans da den ville vært signifikant for TTF på 2% nivå for alle kontraktene. Koeffisientene på LIBOR er ikke signifikant for ZEE hverken på 1-,5- eller 10% nivå. Manglende signifikans kan skyldes feilspesifikasjoner i vår modell i forhold til den sanne modellen. Vi får likevel såpass signifikante resultater (for TTF) at vi velger å tillegge koeffisientene vekt. Koeffisientenes størrelse er litt lavere enn for Stronzik et al. (2008), men fortsatt betydelig over 1.

En annen vesentlig forskjell er at vi ikke får statistisk signifikante koeffisienter for sesongdummyene. Dette skyldes mest sannsynlig at vi som sagt ser på mye kortere kontraktslengder. Det er naturlig at sesong ikke spiller like mye inn i basisvariasjonen når vi ser på 1-,2- og 3-månedskontrakter, sammenlignet med 6 måneder. For en forwardkontrakt på 6 måneder med forfall i juli er det ikke vanskelig å skjønne at sesong vil spille en vesentlig rolle i basisen når vi snakker om et gode som er utsatt for sesongvariasjoner. Problemet med å påvise sesongvariasjoner har vi derimot løst gjennom inkludering av temperatur som forklaringsvariabel. I Nord-Europa blir gass mye brukt til oppvarming. Sesongvariasjoner i priser og basis vil da først og fremst kunne tilskrives temperaturendringer. Vi ser at temperatur er signifikant på 5% nivå for begge markedet for 2- og 3-månederskontrakter. Her er det et positivt forhold mellom basis og temperatur. For 1-månedskontrakter får vi ikke statistisk signifikante resultater, men koeffisientene er relativt like. Det er naturlig at det er vanskeligere å bevise signifikans da temperaturendringene ikke er like store og like lette å predikere på forhånd, når det bare dreier seg om 1 måned. Vi tolker det dithen at det er tilstrekkelig tydelige tegn på sesongvariasjon i basisen.

Variablene oljepris og S&P 350 gav som ventet ikke signifikante resultater. Disse ble som nevnt først og fremst tatt med som kontrollvariabler i regresjonen. Inkludering av disse gir isolert sett høyere justert R^2 , bortsett fra for 1-månedskontrakter i ZEE, og er dermed nyttige i regresjonen i så måte. Den siste forklaringsvariabelen er lagernivå. Her har vi koeffisienter som er statistisk signifikante på 5% nivå for alle kontraktlengdene bortsett fra 1- og 2-

månederskontraktene for ZEE. Alle koeffisientene er positive. Dette er i henhold til forventningene vi hadde på forhånd.

Hva indikerer så disse resultatene om det europeiske gassmarkedet? De viktigste resultatene får vi av *LIBOR*-variabelen og variablene for sesongvariasjoner. Dette bygger på hypotesene til både Fama og French (1987) og Stronzik et al. (2008). Resultatene indikerer både sesongvariasjon i basisen og et forhold mellom renten og basisen som er betydelig forskjellig fra et 1-til-1 forhold. Dette er sånn sett konsistent med det Stronzik et al. finner for markedet i perioden de undersøker, selv om rentekoeffisienten er noe ulik. Vi skal ikke tillegge forskjellen i denne koeffisientstørrelsen for mye vekt, i forhold til å snakke om markedsendringer, da det er snakk om ulik regresjon, ulike kontraktlengder og ulik referanserente (*LIBOR* vs. *EURIBOR*). Eksistensen av sesongvariasjon i gassmarkedet gir arbitrasjemuligheter for de som har tilgang til gasslagre. Som Stronzik et al. (2008) kan vi konkludere med at rentekoeffisienten gir indikasjoner på at det er store arbitrasjemuligheter som ikke blir utnyttet av deltakere i markedet. Dette tyder på at gassmarkedet i Europa ikke innbefatter lagerbruk som gir et maksimalt effektivt marked.

Resultatene som fremkommer stemmer overens med det Bertoletti et al. (2008) beskriver som en dysfunksjonell bruk av lager i Europa, som ble nevnt i innledningen. Neumann og Zachmann (2009) støtter også opp om dette. De argumenterer for at strategisk oppførsel fra markedsdeltakere og generelle begrensninger i lagermarkedet muligens er de viktigste årsakene til at arbitrasjeteori, slik som lagringsteorien (bygger spesifikt på intertemporal arbitrasje), gjør en dårlig jobb med å forklare prisforhold i det europeiske gassmarkedet. Dette er konsistent med våre resultater og kan dermed være forklarende for disse.

6.4 Resultater fra Chow-test og CUSUM-test

Tidligere i oppgaven ble EU-direktivet fra 2009 kort presentert. Her ble det blant annet tatt tak i noen av disse problemene knyttet til lagerbruk, og det kan derfor være interessant å se om en allerede nå kan oppdage en effekt av dette direktivet i markedet. Direktivet ble implementert midt i analyseperioden vår, og effekten kan da spores gjennom å se etter tegn på strukturelle skift i perioden. Det er dog problematisk å spore et slikt skift til en spesifikk dato.

Medlemslandene ble gitt frist til 3. mars 2011 til direktivet skulle være innlemmet i nasjonale lover. Det kan dog tenkes at hurtigheten for implementering har vært ulik mellom medlemsland, da 3.mars 2011 var en siste frist.

For å se etter strukturelle skift i datasettet benyttet vi visuell inspeksjon av CUSUM-test (*cumulative sum control chart*) for basisregresjonen ovenfor, gjennom testperioden. Vi fant visse indikasjoner på et strukturelt skift i juni 2010. Dette kan teoretisk sett spores til implementering av EUs nye regler. Vi brukte deretter en chow-test med endringsdato i juni 2010. Her fant vi statistisk signifikante tegn (til og med på 1% nivå) på et slikt skift for alle kontraktene, bortsett fra 2-månederskontrakten for ZEE, i begge markeder når vi testet for samlet effekt av alle variablene. Vi testet også for et skift i bare LIBOR-variabelen som har den mest interessante tolkningen i regresjonen. Her var resultatene litt mer sprikende, med signifikante resultater på tre av seks tester. Fire av seks var signifikante på 10% signifikansnivå.

Et strukturelt skift rundt juni 2010 er en relativt usikker antagelse da datasettet som benyttes er litt lite til å se hele det reelle bildet. Vår regresjon er heller ikke helt representativt for den sanne modellen. At vi finner et strukturelt skift i regresjonen kan i tillegg også skyldes andre ting enn en effekt av EU-direktivet fra 2009. Det kan for eksempel skyldes at basisen i perioden før juni 2010 ble påvirket av variablene på en annen måte grunnet endrede effekter av finanskrisen. Når dette er sagt gav chow-testen oss likevel inspirasjon til å gjøre både regresjonen for markedseffektiviteten og testen av lagringsteorien for bare perioden fra juni 2010 til november 2013.

Når det gjelder testen av lagringsteorien gav ikke denne resultater som skilte seg noe særlig ut fra testen med hele datasettet. Også her finner vi visse brudd på antagelsen om at sjokk påvirker mer jo kortere tid det er til levering. Vi finner, som for hele perioden, heller ikke noen bevis for større basisvariasjon når basisen er negativ. Dette er som nevnt i strid med allment aksepterte sannheter i lagringsteorien. Det er heller ingen store forandringer i regresjonsresultatene når vi tester markedseffektivitet når det kommer til lagerbruk for den korte perioden. Om noe så er koeffisientene for LIBOR-variabelen enda litt større for den korte perioden enn for hele den opprinnelige testperioden. Vi mistet dog noe modellkraft ved å bruke den korte perioden og koeffisientene er litt mindre signifikante. Vi skal derfor ikke analysere denne endringen noe videre.

Det er uansett lite som tyder på at resultatene vi har funnet ikke også er gjeldende ved inngangen til 2014. Det er vanskelig å spore noen foreløpig effekt av EU-direktivet fra 2009 sett ut i fra dette perspektivet. Det er derimot både litt for få observasjoner etter implementeringsfristen i datasettet vårt, og muligens også litt for tidlig til å kunne gi en dom på hvordan direktivet har påvirket markedet. Det må nok også litt flere tester til for å måle en slik effekt.

7 Konklusjoner

7.1 Oppsummering

Det snakkes generelt om to teorier som forklarer forholdet mellom forward-/futurespriser og spotpriser. Den ene kalles enten for teorien om risikopremie eller eventuelt for teorien om hedgepress. Den andre kalles ofte lagringsteorien. Fama og French (1987) argumenterer for at disse er alternative, men ikke konkurrerende. Vi har testet hvordan disse teoriene kan forklare det forholdet som observeres i det europeiske gassmarkedet ved å se på data fra HUBene TTF og ZEE. Forskningstidsrommet har vært en periode preget av endringer i gassmarkedet med tanke på lovgivning, rammeverk og så videre.

Først fant vi indikasjoner på en tidsvarierende risikopremie ved å benytte Fama (1984) sitt rammeverk. Denne testen gir dog noe svake resultater da det er vanskelig å skille mellom hva som er risikopremie og hva som er prediksjonsfeil i forwardprisen. Vi finner ikke håndfaste beviser på at en premie eksisterer eller at forwardprisen har prediksjonskraft for fremtidige spotpriser. Den realiserte premien, som kan observeres i datasettet, er oftest positiv og i gjennomsnitt positiv. For forfatterne synes det noe vanskelig å forsvare at en positiv risikopremie kan skyldes at spekulanter premieres for å bære risiko for hedgere på forbrukssiden av gassmarkedet. Resultatene vi finner strider mot Keynes teori om *normal backwardation* fra 1930.

For å kunne bevise eller motbevise at teorien om risikopremie gir en god beskrivelse av reelle forhold trengs en sterkere testmodell. Mangelen på en slik test er hovedårsaken til at denne teorien er relativt omstridt i litteraturen. En vei kan være å se mer spesifikt på profitt for ulike typer markedsdeltakere i gassmarkedet slik det er blitt gjort noen forsøk på tidligere. Dette forutsetter at en har tilgang til den nødvendige informasjonen. Dette er ikke like lett, og det er grunnen til at vi i denne oppgaven har holdt oss borte fra en slik modell.

Videre testet vi lagringsteorien. Her benyttet vi et testrammeverk som regnes som langt sterkere enn det vi benyttet for teorien om risikopremie. Lagringsteorien er relativt nært å være enn godkjent sannhet om hvordan forholdet mellom spotpriser og forwardpriser skal kunne relateres til lagernivået for lagringsdyktige konsumgoder. Denne teorien presterte derimot relativt svakt for våre data når vi benyttet den indirekte testen. Her fungerer basisen som proxy for lagernivået. Vi fant ikke bevis på at prisene er mer volatile når basisen er

negativ (forbundet med lavt lagernivå) slik som det i teorien skulle vært. Vi finner også litt blandede resultater når det kommer til om tilbuds- og etterspørselssjokk skaper større prisendringsrate for kortere kontrakter. Disse resultatene sammenfaller med resultatene til Stronzik et al. (2008). Som dem blir det naturlig at vi spekulerer i om disse resultatene kan skyldes dysfunksjonaliteter i markedet.

Spekulasjonene blir nærmere bekreftet når vi bruker regresjonsanalyse for å teste for markedseffektivitet. Resultatene gir nærmere bestemt indikasjoner på at det er eksisterende arbitrasjemuligheter som ikke blir utnyttet. Dette er i så tilfelle grunnen til at arbitrasjeteori slik som lagringsteorien gjør en dårlig jobb med å beskrive faktiske forhold i markedet. Vanskeligheten med å forklare forhold mellom spot- og forwardpriser med eksisterende teori gir bare nok en bekreftelse på at økonomi ikke er noen eksakt vitenskap. Priser er nærmere bestemt et produkt av summen av markedsdeltakeres oppførsel. De vil også påvirkes av hvor utviklet markedet er i forhold til bruk av infrastruktur, lager og så videre, slik som nok tilfellet kan være her.

Vi ser likevel tegn på at dette markedet er i stadig utvikling. Handelsvolum, likviditet og markedintegrering har økt de siste årene. EU har også sett viktigheten av å få opp effektiviteten her og har satt i gang prosesser for å utvikle markedet. Vi testet for en effekt av EU-direktivet fra 2009, men fant ikke beviser på dette foreløpig. Det blir uansett svært spennende å se om utviklingsprosessene vil gi resultater i årene som kommer.

7.2 Anbefaling til videre forskning

Gass blir bare viktigere og viktigere som handelsgode. Det vil være svært gunstig å ha et gassmarked som fungerer godt, og det er derfor viktig at det fortsettes å forske på dette markedet for å spore utviklingen. Det vil bli spennende å se hvordan EU's direktiver vil påvirke markedet. Den spesifikke effekten av direktivet fra 2009 vil bli lettere å spore etter hvert som datagrunnlaget blir bedre. Vi vil som nevnt også anbefale at det tas i bruk en sterkere testmodell for å teste risikopremieteorien. Mer og mer informasjon om handel og handelsmotivasjonen til deltakere blir tilgjengelig for offentligheten. Flere studier på avkastningen til ulike typer markedsdeltakere kan være én vei å gå.

Litteraturliste

Bahmani-Oskooee, M., Economidou, C. & Goswami, G. G. (2006) Bilateral J-curve between the UK vis-à-vis her major trading partners. *Applied Economics* 38(8), 879-888.

Bertoletti, P., Cavaliere, A. & Tordi, A. (2008) The Regulation of Access to Gas Storage with Capacity Constraints. First Draft, 7 February 2008. Tilgjengelig ved:

http://economia.unipv.it/pagp/pagine_personali/pberto/papers/StorageBCT3.pdf

Bessembinder, H. (1992) Systematic Risk, Hedging Pressure, and Risk Premiums in Futures Markets. *Review of Financial Studies* 5, 637-667.

Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. (2011) *Investments and Portfolio Management*. 9th ed. The McGraw-Hill Companies.

Brennan, F. (1986) The costs of convenience and the pricing of commodity contingent claims. *Unpublished paper, University of British Columbia*. (?)

Brooks, C. (2008) *Introductory Econometrics for Finance*. 2nd ed. Cambridge University Press.

Cartea, A. & Villaplana, P. (2012) An Analysis of the Main Determinants of Electricity Forward Prices and Forward Risk Premia. *New York: Springer Verlag*, 1-29

Chang, E. C. (1985) Returns to Speculators and the Theory of Normal Backwardation. *The Journal of Finance*, 40(1), 193-208

Deaton, A. & Laroque, G. (1992) On the Behavior of Commodity Prices. *Review of Economic Studies* 59, 1-24

Falck, J. C & Kværner, J. S (2010) The forward-spot spread in the natural gas market: An empirical investigation of Henry Hub and NBP. *Master thesis. Bergen: Norges handelshøyskole*

- Fama, E. F. (1984) Forward and Spot Exchange Rates. *Journal of Monetary Economics* 14, 319-338
- Fama, E.F. & French, K.R. (1987) Commodity Futures Prices: Some Evidence on Forecast Power, Premiums, and the Theory of Storage. *The Journal of Business* 60(1), 55– 73
- Fama, E.F. & French, K. R. (1988) Business Cycles and the Behavior of Metal Prices. *The Journal of Finance* 43(5), 1075-1093
- Geman, H. & Nguyen, V. N. (2005) Soybean Inventory and Forward Curve Dynamics. *Management Science*
- Geman, H. & Ohana, S. (2009) Forward curves, scarcity and price volatility in oil and natural gas markets. *Energy Econ* 31, 576-585
- Geman, H. & Smith, W. O. (2012) Theory of Storage, Inventory and Volatility in the LME Base Metals. *Resources Policy* (In Press) (?) (edt. Elsevier)
- Haff, I.H., Lindqvist, O. & Løland, A. (2008) Risk Premium in the UK Natural Gas Forward Market. *Energy Economics* 30(5), 2420-2440
- Hartzmark, M. L (1987) Returns to Individual Traders of Futures: Aggregate Results. *The Journal of Political Economy* 95(6), 1292-1306
- Hartzmark, M. L (1991) Luck Versus Forecast Ability: Determinants of Trader Performance in Futures Markets. *The Journal of Business*, 64(1), 49-74
- Heather, P. (2012) Continental European Gas Hubs: Are they fit for purpose? *The Oxford Institute for Energy Studies* NG 63.
- Hirshleifer, D. (1988) Residual Risk, Trading Costs, and Commodity Futures Risk Premia. *Review of Financial Studies* 1, 173-193

- Hull, J. C. (2012) *Options, Futures, and Other Derivatives*. 8th ed. Pearson Prentice Hall.
- Kaldor, N. (1939) Speculation and Economic Stability. *Review of Economic Studies* 7, 1-27.
- Keynes, J. M. (1930) A Treatise on Money, volume II. *MacMillan & Co. Ltd., London*.
- Litzenberger, R. H. & Rabinowitz, N. (1995) Backwardation in Oil Futures Markets: Theory and Empirical Evidence. *The Journal of Finance* 50(5), 1517-1545
- Modjtahedi, B. & Movassagh, N. (2005) Bias and backwardation in natural gas futures prices. *Journal of Futures Markets*, 25(3), 281-308
- Neumann, A. & Zachmann, G. (2009) Expected vs. Observed Natural Gas Storage Usage: Limits to Intertemporal Arbitrage. *The Economics of Natural Gas Storage*, Springer-Verlag, Heidelberg, 13-31
- Petrovich, B. (2013) European gas hubs: how strong is price correlation? *The Oxford Institute for Energy Studies* NG 79
- Phillips, G. M. & Weiner, R. J. (1994) Information and Normal Backwardation as Determinants of Trading Performance: Evidence from the North Sea Oil Forward Market. *Economic Journal* 104(1), 76-95
- Pindyck, R. (1994) Inventories and the Short-run Dynamics of Commodity Prices. *Rand Journal of Economics* 25(1), 141-159
- Routledge, B. R., Seppi, D. J. & Spatt, C. S. (2000) Equilibrium Forward Curves for Commodities. *Journal of Finance* 55, 1297-1338
- Serletis, A. (1991) Rational Expectations, Risk and Efficiency in Energy Futures Markets. *Energy Economics* 13, 111-115.

Serletis, A. & Shahmoradi, A. (2006) Futures trading and the storage of North American natural gas. *OPEC Review* 30, 19-26

Stronzik, M., Rammerstorfer, M. & Neumann, A. (2008) Theory of Storage – An Empirical Assessment of the European Natural Gas Market. *DIW Berlin*

Stronzik, M., Rammerstorfer, M. & Neumann, A. (2009) Does the European natural gas market pass the competitive benchmark of the theory of storage? Indirect tests for three major trading points. *Energy Policy* 37(12), 5432-5439

Studenmund, A. H. & Cassidy, H. J (1992) *Using Econometrics: A Practical Guide*. 2nd ed. New York: Harper Collins

Terica AS (2013). Konkretisering av en Gass HUB Norge. Rapport til Norges Forskningsråd (NFR). Hentet fra: forskingsradet.no

Wooldridge, J. M. (2009) *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 4th ed. South-Western Cengage Learning

Working, H. (1934) Price Relations Between May and New-Crop Wheat Futures at Chicago Since 1985. *Wheat Stud. Of the Food Res. Inst.* 10(5)

Ødegaard, B. A. (2000) Derivater og finansiell risikostyring. *Praktisk Økonomi og finans* 3/2000, 55-65

Internettkilder

bp.com (nedlastingsdato 09.05.2014)

<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013/review-by-energy-type/natural-gas.html>

eex.com (nedlastingsdato 27.02.2014)

<http://www.eex.com/en/>

eia.gov (nedlastingsdato 25.04.2014)

<http://www.eia.gov/>

epp.eurostat.ec.europa.eu (nedlastingsdato 04.06.2014)

http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/be_energy_market_2011_en.pdf

http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/nl_energy_market_2011_en.pdf

gie.eu.com (nedlastingsdato 20.03.2014)

<http://www.gie.eu.com/>

global-rates.com (nedlastingsdato 25.04.2014)

<http://www.global-rates.com/interest-rates/libor/libor.aspx>

icis.com (nedlastingsdato 05.03.2014)

<http://www.icis.com/energy/>

regjeringen.no (nedlastingsdato 27.02.2014)

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/regpubl/stmeld/2012-2013/meld-st-12-20122013/2/5/2.html?id=714075>

snl.no (nedlastingsdato 27.02.2014)

<http://snl.no/naturgass>

thismatters.com (nedlastingsdato 05.06.2014)

<http://thismatter.com/money/futures/futures-prices-expected-spot-prices.htm>

wunderground.com (nedlastingsdato 25.04.2014)

<http://www.wunderground.com/history/>