

HAR MARKEDET FOR OLJEPRODUKTER OG ENERGIFEEDSTOCK BLITT ETT?

EN ØKONOMETRISK ANALYSE AV RÅVAREPRISER FOR 2000 - 2012

HAVE OIL PRODUCTS AND ENERGY FEEDSTOCK COMMODITIES CONVERTED
TOWARDS BECOMING ONE MARKET? AN ECONOMETRIC ANALYSIS OF
COMMODITY PRICES FROM 2000 - 2012

BARBRO LARSEN OG HANNE CECILIE NÆSS

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP

INSTITUTT FOR ØKONOMI OG RESSURSFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2012



SAMMENDRAG

Formålet med denne oppgaven er å undersøke om markedet for feedstock og oljerelaterte råvarer har blitt ett marked.

Denne problemstillingen belyser vi ved hjelp av flere ulike metoder. Vi ser på utviklingen i avkastninger og risiko. Her fokuserer vi på både på systematisk og usystematisk risiko. Vi benytter oss av Goldman Sachs Commodity Index som benchmark for råvaremarkedet. For å se på samvariasjonen mellom råvareavkastningene benytter vi bivariate korrelasjoner, i tillegg til multivariate korrelasjoner gjennom en prinsippal komponent analyse.

Vi har også benyttet en Granger-kausaltetstest for å avgjøre om noen av råvarene systematisk endrer seg før de andre råvarene. Vi avslutter med en vektor autoregressiv modell (VAR) som vil fortelle oss hvorvidt råvarene er signifikante i et system.

På bakgrunn av disse analysene finner vi at markedene *har blitt likere*, dersom vi ser på forskjeller mellom perioden 2000-2007(6) og 2010-2012. Funnene baserer seg på at mais korrelerer høyere med oljeproduktene i den siste perioden, og er den av feedstockråvarene som gir signifikante verdier for både Granger-kausaltetstesten og VAR. Det å si at markedene har blitt ett, er en overdrivelse. At det er kun mais som har denne sammenhengen med oljeproduktene tyder ikke på at det har blitt en større sammenheng mellom feedstocks og oljemarkedet generelt. Markedene har fortsatt store forskjeller i avkastning og risikoprofil. Selv om det finnes en økt korrelasjon mellom enkelte feedstocks og oljeprodukter er denne fortsatt lav i forhold til korrelasjonene innad i de tradisjonelle grupperingene.

Vi konkluderer derfor med at markedene for feedstocks og oljerelaterte produkter har blitt likere, men det eksiterer ikke ett marked for disse.

Nøkkelord; Råvaremarkeder, Feedstock, Oljemarkedet, Biodrivstoff, Korrelasjon, Granger kausalitet, Vektorautoregressiv modell (VAR), Prinsipalkomponent analyse (PCA)

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to examine if oil products and energy feedstock commodities have converted towards becoming one market.

We will enlighten this problem by using several analytical tools. We will look at development in risk and return characteristics by focusing on systematic and unsystematic risks. As a benchmark for the commodity market we will use The Goldman Sachs Commodity Indices. A bivariate correlation analysis will then be conducted to see if there are any correlations between commodity returns. To look at correlations across a set of commodities we will use a principal component analysis.

A Granger causality analysis will also be developed to see if any of the commodities systematically changes before other commodities. Our final analysis is based on a Vector Autoregressive model (VAR). This model will help decide which commodities have a significant impact on a system consisting of all our commodities.

We find that the markets for oil products and energy feedstock have become more similar when we compare the difference between the first period from 2000 to June 2007, and the last period from 2010 to 2012. Our results indicate that corn is more correlated with oil during the last period than the first. Corn is also the feedstock that has significant values for both the Granger-analysis, and VAR. To say that the markets for oil products and feedstock have become one is an exaggeration. The fact that we find an indication that there is a connection between the oil market and corn does not indicate that there is a greater context in which we find a combined market for oil products and feedstock. There is still a difference between the markets when it comes to risk and return risk characteristics. We do find greater correlation between certain feedstock and oil products in the last period. However, this relationship is weaker than the one we observe inside each market.

In conclusion we find that even though the markets for feedstock and oil products have become more alike, there is still not enough evidence to support that they have converted into becoming a single market.

Key words; Commodity Markets, Feedstock, Oil Market, Biofuels, Correlation, Granger Causality, Vector Autoregressive Model (VAR), Principal Component Analysis (PCA)

FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet ved Handelshøyskolen ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap. Oppgaven avslutter vårt studie i økonomi og administrasjon, og siviløkonomgraden. Masteroppgaven har vært en interessant avslutning på fem års studier. Vi har benyttet mye av kunnskapen vi har opparbeidet oss gjennom de siste fem årene.

Oppgavens problemstilling ble til etter innspill fra våre dyktige viledere, Motivasjonen for å skrive om råvaremarkeder kom gjennom faget varemarkedsanalyse ved Universitet for Miljø- og Biovitenskap, og faget Alternative Investments ved University of San Francisco.

Vi vil til slutt rette en stor takk til våre veiledere Marie Steen og Ole Gjølberg for god råd og oppfølging gjennom hele prosessen.

God lesning.

Ås, 15. mai 2012

Barbro Larsen

Hanne Cecilie Næss

INNHold

Sammendrag	I
Abstract	III
Forord.....	V
Figuroversikt.....	X
Tabelloversikt	XI
1. Innledning.....	1
1.1. Hvorfor er det interessant å analysere sammenhenger mellom feedstocks og oljepriser?	2
1.2. Oppgavens struktur	3
2. Hvordan har biodrivstoffmarkedet utviklet seg?	4
2.1. regelverk og insentiver for biodrivstoff	6
2.1.1. MTBE Reguleringer	6
2.1.2. Programmer for bioenergi	6
2.1.2.1 National Alcohol Program Proàcool (Brasil).....	6
2.1.2.2. Program i EU	7
2.1.2.3. Program i Kina	9
2.1.2.4 Renewable Fuel Standard (RFS)	9
3.4.1. Subsidier.....	9
4.4.1. Import- og eksportreguleringer	11
5.4.1. Teknologisk utvikling.....	11
6.4.1. Oppsummering	12
3. Tidligere forskning på prisdannelsen til feedstock og energiprodukter.....	13
3.1. Har det blitt større sammenheng mellom feedstock og oljerelaterte produkter?.....	13
3.2. Hvilken konsekvens har indeksinvestering hatt på markedene for feedstock og oljerelaterte produkter?	14

3.3.	Andre faktorer	16
3.4.	Oppsummering av tidligere forskning	17
4.	Prisdannelse og prisdrivere for feedstock og oljerelaterte produkter	18
5.	Beskrivelse av datamaterialet	21
6.	En første oversikt over prisutviklingen for oljerelaterte produkter og feedstocks i perioden 2000 til 2012	26
6.1.	Prisutviklingen i feedstockmarkedet	26
6.2.	Prisutviklingen i markedet for oljerelaterte produkter	29
7.	avkastning, risiko og fordelingsegenskaper for oljeprodukter og feedstock 2000 – 2012.....	33
7.1.	Råvarenes avkastninger	33
7.2.	Råvarenes standardavvik.....	35
7.3.	Risikojustert avkastning	36
7.4.	Avkastningenes fordelingsegenskaper	37
7.4.1.	Tradisjonelle mål for Skjevhet og Kurtose	37
7.4.2.	Robuste mål for skjevhet og kurtose	39
7.5.	Oppsummering av avkastning, risiko og fordelingsegenskapene for oljeprodukter og feedstock for perioden 2000-2012.....	41
8.	Bivariate korrelasjoner for daglige, ukentlige og månedlige avkastninger	42
8.4.	Resultater fra korrelasjonsanalysen	43
8.5.	Rullerende korrelasjoner	48
8.6.	Oppsummering av bivariate korrelasjoner	49
9.	Råvarenes risiko.....	50
9.1.	Råvarenes systematiske risiko	50
9.1.1.	Rullerende betaverdier	50
9.1.2.	Regresjon av feedstock og oljerelaterte produkter mot GSCI.....	53

9.1.3.	Oppsummering av systematisk risiko.....	55
9.2.	Råvarenes usystematiske risiko.....	56
9.3.	Konklusjon av råvarenes risiko.....	57
10.	Prinsipal komponent analyse (PCA).....	58
10.1.	Forklaring av modellen.....	58
10.2.	Empiriske resultater fra PCA analysen.....	60
10.3.	Konklusjoner fra prinsipal komponent analysen.....	62
11.	Bli råvareprisene påvirket av bevegelser i andre råvarer?.....	63
11.1.	Granger-modellen.....	63
11.2.	Test av residualer.....	65
11.3.	Økonometriske resultater for råolje.....	66
11.4.	Økonometriske resultater for fyringsolje.....	67
11.5.	Økonometriske resultater for bensin.....	69
11.6.	Økonometriske resultater for etanol.....	70
11.7.	Konklusjoner fra Granger-analysen.....	71
12.	Vektor autoregressiv analyse – VAR.....	72
12.1.	Residualtester.....	73
12.2.	Empiriske resultater.....	75
12.3.	Oppsummering av VAR Resultater.....	79
13.	Konklusjon.....	80
13.1.	Forslag til videre forskning.....	82
14.	Referanser.....	83
	Vedlegg.....	87
	Vedlegg – Daglige og ukentlige PCA resultater.....	87

Vedlegg – Månedlige Granger resultater.....	88
Månedlige Granger resultater for råolje	88
Månedlige Granger resultater for fyringsolje.....	89
Månedlige granger resultater for bensin	90

FIGUROVERSIKT

Figur 1 Verdensproduksjon av biodiesel og etanol fra 1975-2009 omregnet til liter hentet fra Earth Policy Institute (2011).....	4
Figur 2: Effekten av subsidier, fra mikroøkonomisk teori	10
Figur 3: Faktorer som påvirker matvareprisen, Trostle (2008)	18
Figur 4 Månedlige indekserte priser fra 2000-2012 for GSCI, soyaolje, mais, hvete, etanol og GSCI. 31. Mars 2005 = 100.....	27
Figur 5 Månedlige indekserte priser fra 2000-2012 for sukker, rapsolje, solsikkeolje, etanol og GSCI. 31. mars 2005 = 100.....	27
Figur 6: Forholdet mellom råolje/mais (Basert på månedlige observasjoner) perioden 2000-2012	28
Figur 7 Månedlige indekserte priser for GSCI, råolje og bensin i perioden 2000-2012. Januar 2000 = 100	30
Figur 8 Månedlige indekserte priser for råolje, fyringsolje og naturgass i perioden 2000-2012. Januar 2000 =100.....	30
Figur 9: Forholdet mellom bensin/råolje. Basert på månedlige observasjoner fra januar 2000 til mars 2012	32
Figur 10: Rullerende korrelasjoner for 36 måneder. Basert på månedlig data i perioden 2000 - 2012	48
Figur 11: Rullerende beta (36 måneder) mot GSCI for bensin, fyringsolje, naturgass og råolje. Månedlige observasjoner for 2003-2012	51
Figur 12: Rullerende betaverdier (36 måneder) for mais, soyaolje og hvete mot GSCI. Månedlige observasjoner for 2003 - 2012	52
Figur 13 Rullerende Beta (36 måneder) mot GSCI for Sukker, Solsikkeolje, Rapsolje og Etanol basert på månedlige avkastninger 2003 - 2012	53

TABELLOVERSIKT

Tabell 1: Produksjon av ulike feedstocks og andel som benyttes i etanolproduksjon. Tall fra Food and Agricultural Policy Research Institute (2011)	5
Tabell 2: Produksjon av ulike feedstock og andel som benyttes i biodieselproduksjon. Tall fra Food and Agricultural Policy Research Institute (2011)	5
Tabell 3: Andel fornybar energi benyttet i 2008 og 2009. Mål for 2020.....	8
Tabell 4: Plan for RFS, milliarder liter per år. Tall fra (US EPA).....	9
Tabell 5 Oversikt over datainnhenting	22
Tabell 6: Vekting av råvarer i GSCI-indeksen i 2011 og 2012, S&P Indices (2011)	24
Tabell 7: Annualiserte avkastninger basert på ukesdata for perioden 2000-2012, inkludert subperioder	34
Tabell 8: Annualiserte standardavvik basert på ukesdata for perioden 2000-2012, inkludert subperioder ...	35
Tabell 9: Risikojustert avkastning annualisert, basert på ukentlige observasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder	36
Tabell 10: Verdier for skjevhet og excess kurtose for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. Ukentlige observasjoner.....	38
Tabell 11: Robuste mål på skjevhet og excess kurtosis for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. Ukentlige observasjoner.	40
Tabell 12: Månedlige korrelasjoner mellom 2000 og juni 2007.....	43
Tabell 13:Ukentlig korrelasjoner mellom 2000 og juni 2007	43
Tabell 14: Daglige korrelasjoner mellom 2000 og juni 2007.....	43
Tabell 15: Månedlige korrelasjoner mellom juli 2007 og 2009.....	44
Tabell 16: Ukentlige korrelasjoner mellom juli 2007 og 2009.....	44
Tabell 17: Daglige korrelasjoner mellom juni 2007 og 2009	44
Tabell 18: Månedlige korrelasjoner mellom 2010 og 2012.....	46
Tabell 19: Ukentlige korrelasjoner mellom 2010 og 2012	46
Tabell 20: Daglige korrelasjoner mellom 2010 og 2012.....	46

Tabell 21: Månedlige korrelasjoner hele perioden mellom 2000 og 2012	47
Tabell 22: Ukentlige korrelasjoner for hele perioden mellom 2000 og 2012	47
Tabell 23: Daglige korrelasjoner for hele perioden mellom 2000 og 2012	47
Tabell 24: Antall signifikante korrelasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder	48
Tabell 25: Resultater av regresjon mellom råvare og GSCI-indeks, basert på ukentlige observasjoner fra 2000-2012, inkludert subperioder	54
Tabell 26: Resultater av regresjon mellom råvare og GSCI, basert på månedlige observasjoner fra 2000-2012, inkludert subperioder.....	54
Tabell 27: Usystematisk risiko, basert på ukentlige observasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. GSCI er brukt som benchmark	56
Tabell 28: Usystematisk risiko, basert på månedlige observasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. GSCI er brukt som benchmark	57
Tabell 29: Prinsipal komponent analyse basert på månedlige observasjoner	60
Tabell 30 Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner kjørt mot råolje. 2000 til 2012 med subperioder	66
Tabell 31: Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner er kjørt mot fyringsolje. 2000 til 2012 med subperioder	68
Tabell 32: Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner er kjørt mot bensin. 2000 til 2012 med subperioder.....	69
Tabell 33: Granger kausaltetstest basert på månedsdata. Alle regresjoner er kjørt mot Etanol. 2005 til 2012	70
Tabell 34: Granger kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner er kjørt mot etanol. 2005 til 2012	71
Tabell 35 Resultater fra LM-test for autokorrelasjon i feilledd for 2000-2012, subperiode 2000-2007(6), og 2007(7)-2012.....	73
Tabell 36: Resultater fra normalitetstest i for residualene i VAR-analysen, for 2000 - 2012 og subperioder.	74
Tabell 37: Whites test for heteroskedastisitet for 2000 - 2012 og subperioder	74
Tabell 38 UVAR-modell, basert på ukentlige observasjoner fra 2000 til 2012, med tilhørende subperioder .	77

Tabell 39: UVAR-modell basert på månedlige observasjoner for perioden 2000 til 2012, inkludert subperioder	78
Tabell 40: Prinsipal komponent analyse basert på daglige observasjoner	87
Tabell 41: Prinsipal komponent analyse basert på ukentlige observasjoner	87
Tabell 42 Granger-kausaltetstest basert på månedlige observasjoner for råolje i perioden 2000-2012, inkludert subperioder	88
Tabell 43 Granger-kausaltetstest basert på månedlige observasjoner for fyringsolje i perioden 2000-2012, inkludert subperioder	89
Tabell 44 Granger-kausaltetstest basert på månedlige observasjoner for bensin i perioden 2000-2012, inkludert subperioder	90

1. INNLEDNING

I denne analysen ønsker vi å se hvordan råvaremarkeder har reagert på økningen i biodrivstoffproduksjon.

I årene etter årtusenskiftet har det skjedd en oppblomstring av biodrivstoffproduksjon. Det er flere grunner til dette. For det første har oljeprisen steget kraftig. Som konsekvens av dette ønsker mange å gjøre seg mindre avhengig av oljeprisen. Dette igjen har ført til økt fokus på å finne alternative drivstoffkilder. For det andre har økt fokus på miljø og bærekraftig utvikling bidratt til å øke fokus på mer miljøvennlig drivstoff. Forkjemperne for biodrivstoff argumenterer for lavere karbonutslipp og mulighet for å minske presset på ikke-fornybare ressurser. Vi vil i denne utredningen ikke gå inn på de miljømessige aspektene ved biodrivstoff, men kun fokusere på utviklingen i markedet fra 2000 til 2012.

En konsekvens av økningen i biodrivstoffproduksjon har vært at produkter som tidligere gikk til mat og får nå brukes som input i biodrivstoffproduksjon. I perioden etter 2005, hvor produksjonen av biodrivstoff fikk en kraftig oppgang, har prisene på flere råvarer økt kraftig. Dette har ført til spekulasjoner om biodrivstoffproduksjon driver opp råvareprisene. Påstander om at markedet for energifoodstock (her; råvarer benyttet i biodrivstoffproduksjon) og markedet for oljeprodukter (her: råolje, frynsgolje, naturgass, bensin og etanol) har begynt å konvergere mot å bli ett marked. Et annet argument er at det har blitt en «financialization» av landbruksråvarer. Med «financialization» menes kraftig økning av investeringer og spekulasjoner i råvaremarkedene (Tang og Xiong, (2012)). Vi ønsker i denne oppgaven å undersøke nærmere om det er hold i påstandene om at markedene for oljeprodukter og energifoodstocks har konvergert. Som problemstilling har vi derfor: "Har oljemarkedet og markedet for energifoodstock blitt ett?"

For å svare på problemformuleringen ser vi på en rekke ulike råvarer som vi deler inn i to kategorier: innsatsfaktorer i biodrivstoffproduksjon og rene oljeprodukter. En kort introduksjon av biodrivstoff kommer i avsnittet «Hvordan har biodrivstoffmarkedet utviklet seg?». Her vil vi gå nærmere inn på detaljer rundt de ulike bruksområder for råvarene. I denne oppgaven vil vi fokusere på fremstilling av biodrivstoff ved råvarene soyaolje, mais, sukker, hvete, raps og solsikkeolje. I resten av oppgaven vil disse bli referert til under fellesbetegnelsen feedstocks. Av rene energiråvarer ser vi på råolje, naturgass, bensin og fyringsolje. Heretter betegnet som oljerelaterte produkter. I tillegg har vi med en kontrakt for etanol. Denne prisserien er kun tilgjengelig fra 2005. Grunnen til at vi har valgt ut disse råvarene er at de har fellestrekk når det kommer til bruksområder. Råolje, naturgass og fyringsolje kan alle for eksempel benyttes i

oppvarming. Råolje benyttes også i produksjon av feedstock, i form av gjødsel. Bensin er et produkt av råolje, og brukes i transport. Biodrivstoff benyttes både som komponent i drivstoff og som et rent drivstoff i seg selv. Derfor kan biodrivstoff være direkte konkurrent til bensin og diesel. Siden biodrivstoff blandes ut i bensin/diesel vil den også kunne defineres som komplementær til tradisjonelt drivstoff.

Detaljer rundt dataseriene finnes på side 21. Vi skal ved hjelp av disse dataseriene undersøke om råvarene er mer volatile «enn de ellers ville vært». Dette er noe vi allerede nå ser er vanskelig, for hva ville den «egentlige» verdien vært dersom det ikke hadde vært noen biodrivstoffproduksjon. Derfor ser vi på om det har vært endring i råvareavkastningenes volatilitet fra perioden før biodrivstoffproduksjon startet for fullt (fra 2000 til ca 2005), og perioden etter at biodrivstoff er etablert (2005 til 2012).

Vi skal også se på risikomønsteret til råvarene. Her ønsker vi å se på hvorvidt risikokarakteristikkene til feedstocks har blitt mer lik oljeproduktenes, med tanke på både systematisk og usystematisk risiko. En annen viktig del av analysen er samvariasjonen mellom de ulike råvarene. Her er målet å undersøke om det finnes større sammenheng mellom feedstock og oljerelaterte produkter. Det er nyttig å se på hvordan råvarene har utviklet seg i løpet av perioden vi ser på.

1.1. HVORFOR ER DET INTERESSANT Å ANALYSERE SAMMENHENGER MELLOM FEEDSTOCKS OG OLJEPRISER?

Det er flere aspekter som er interessante ved denne problemstillingen. For det første har økte oljepriser gjort det økonomisk gunstig for produsenter å blande ut drivstoff med biodrivstoff. I tillegg argumenteres det for at det har skjedd en strukturell endring i feedstock markedet etter finanskrisen i 2008 (Du og McPhail (2012)). Med dette menes at den grunnleggende strukturen til de fundamentale forholdene i markedet har endret seg på lang sikt. Altså vil råvarer som i teorien er helt ulike, i større grad bevege seg sammen. I tillegg har direkte og indirekte (indeks) investeringer i råvaremarkedene har økt i perioden etter 2008.

En analyse som tar for seg utviklingen i sammenhengene mellom feedstocks og oljerelaterte produkter vil derfor kunne være av interesse for investorer som ønsker å investere i råvaremarkedet.

I tillegg vil en slik analyse være av nytte for råvareprodusenter og forbrukere som benytter futuresmarkedet til å sikre seg mot prisfluktasjoner. Nye sammenhenger vil blant annet kunne føre til endringer i risikostراتيجier.

1.2. OPPGAVENS STRUKTUR

Kapittel 3 ser på tidligere forskning. Dette for å få oversikt over hva som er gjort av tidligere studier. Deretter vil vi se på prisdannelse og prisdrivere for olje- og feedstockprodukter i kapittel 4. Her vil vi presentere en generell oversikt over hvilke faktorer som påvirker tilbud og etterspørsel av råvarene.

Et generelt overblikk over markedene for oljeprodukter og for feedstocks vil bli gitt i kapittel 6. Her ser vi på prisutviklingen på feedstocks og oljeprodukter.

Kapittel 7 handler om avkastninger, standardavvik og fordelingsegenskaper i perioden 2000 til 2012. Annualiserte avkastninger og standardavvik vil gi et innblikk i utviklingen til feedstocks og oljerelaterte produkter. Fordelingsegenskaper undersøker om råvarenes avkastninger følger en normalfordeling. Dette gjøres gjennom robuste mål på skjevhet og kurtose, i tillegg til tradisjonelle mål.

I kapittel 9 tar vi for oss systematisk og usystematisk risiko. Systematisk risiko måles ved hjelp av regresjon. Her ser vi på hvordan råvarenes avkastninger påvirkes av markedet (her: Goldman Sachs Commodity Indecies). For deretter å se på usystematisk risiko, som er den risikoen som er utenfor modellen. Denne forteller oss stor andel av bevegelsene i råvareavkastningene som ikke kan forklares av bevegeleser i indeksen.

Det er også nyttig å se på samvariasjonen av råvareavkastningene. Dette for å få se om råvarer som tidligere har vært ukorrelerte, nå henger mer sammen. Dette gjøres i kapittel 8 og 10. I kapittel 8 benyttes bivariate korrelasjoner for å se sammenheng mellom to og to råvarer. Deretter, i kapittel 10, benyttes en multivariat korrelasjons analyse. Denne undersøker hvorvidt det eksisterer en sammenheng dersom man ser på hver enkelt avkastning som en del av et system. Dette gjøres ved hjelp av en prinsippal komponentanalyse.

I tillegg ønsker vi å se om noen av variablene leder de andre. Altså om en råvare systematisk endrer seg før en annen. Dette gjøres ved en Granger kauslitetstest i kapittel 11.

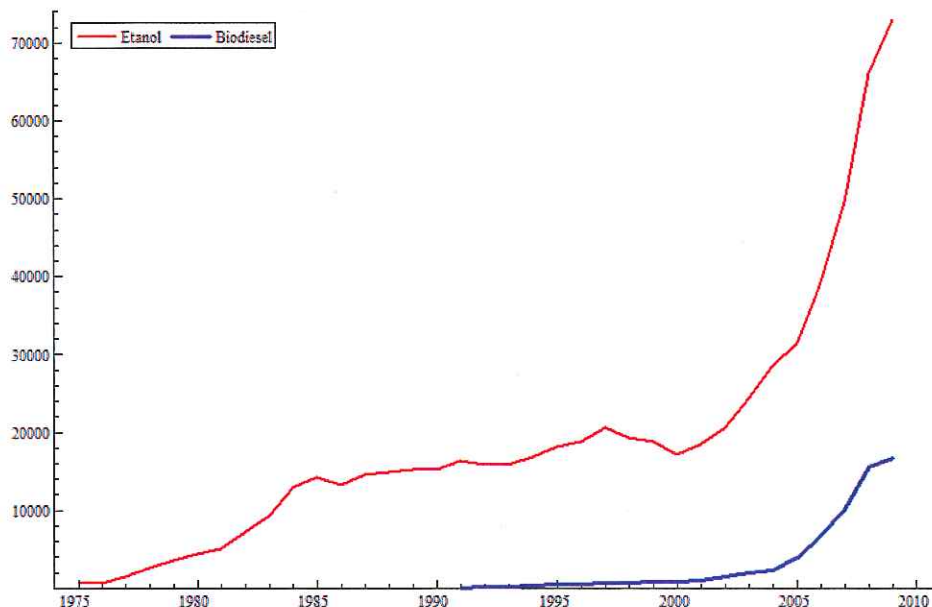
Til slutt foretar vi en Vektor Autoregressiv analyse (VAR) i kapittel 12. Denne analysen søker å finne om enkelte råvarer har en signifikant påvirkning på et system bestående av alle råvarene. Her er det også viktig å se om det har vært en endring i løpet av den observerte perioden. Vi benytter oss av en en VAR uten restriksjoner.

2. HVORDAN HAR BIODRIVSTOFFMARKEDET UTVIKLET SEG?

For å få en bedre forståelse av biodrivstoffmarkedet vil vi i dette kapitlet først gi en kort definisjon på biodrivstoff, før vi forklarer hvordan biodrivstoffmarkedet fungerer. Tilsatt kommer en oversikt over utviklingen i markedet for biodrivstoff.

Kort fortalt er biodrivstoff en fellesbetegnelse for biodiesel, etanol og biogass. Biodiesel fremstilles fra planteoljer som raps, soya og solsikkeolje. Mens de vanligste råvarene som benyttes i bioetanol er sukker, mais og hvete. Biodrivstoff kan også produseres ut fra andre materialer slik som halm, spillvann, matrester og annet avfall. I USA er mais og soya de vanligste innsatsfaktorene, mens rapsolje er mest brukt i Europa. I denne oppgaven vil vi i fokusere på fremstillingen av biodrivstoff med råvarene soyabønner, mais, sukker, hvete, raps og solsikkeolje.

Biodrivstoff er ikke et nytt fenomen. Figur 1 viser produksjonsvolumet av bioetanol og biodiesel målt i liter fra 1975 (etanol). Selv om etanolproduksjon har hatt en jevn økning fra 1975, er det først fra årtusenskiftet at produksjonen av biodrivstoff har økt kraftig. Det er flere ulike årsaker til dette. Blant annet har myndigheter i Europa (EU) og USA gitt incentiver til produksjon av biodrivstoff ved å innføre krav til kutt i utslipp av miljøskadelige gasser, forbud, avgiftsfritak, skattelettelser, og andre finansielle incentiver. Disse incentivene kombinert med stigende råoljepriser har vært hovedårsakene til økningen i biodrivstoffproduksjon.



Figur 1 Verdensproduksjon av biodiesel og etanol fra 1975-2009 omregnet til liter hentet fra Earth Policy Institute (2011)

Tabell 1 viser andel produsert mengde av mais, hvete, sukkerrør og sukkerroer som benyttes i bioetanolproduksjon. Vi ser blant annet at hele 35 % av maisproduksjonen i USA og 45 % av sukkerrørsproduksjonen i Brasil går med til å produsere bioetanol.

Tabell 1: Produksjon av ulike feedstocks og andel som benyttes i etanolproduksjon. Tall fra Food and Agricultural Policy Research Institute (2011)

Bioetanolproduksjon		Andel brukt til		
<i>Tusen metriske tonn</i>		Total produksjon	Etanolproduksjon	etanolproduksjon
Mais	EU	59175	3109	5%
	USA	340449	119424	35%
	Canada	11097	2455	22%
	Kina	170422	4275	3%
<hr/>				
Hvete	EU	147088	6334	4%
<hr/>				
Sukkerrør	Brasil	771208	348461	45%
Sukkerroer	EU	100112	15158	15%

Tabell 2 viser andel av produsert mengde soyaolje, rapsolje og solsikkeolje som benyttes i biodieselproduksjon. I EU går rundt 34 % av soyaoljeproduksjonen og 86 % av rapsoljeproduksjonen til biodiesel. Følgelig vil kun 14 % av rapsoljeproduksjonen i EU gå til matolje.

Tabell 2: Produksjon av ulike feedstock og andel som benyttes i biodieselproduksjon. Tall fra Food and Agricultural Policy Research Institute (2011)

Biodieselproduksjon		Andel brukt til		
<i>Tusen metriske tonn</i>		Total produksjon	Biodieselproduksjon	biodieselproduksjon
Soyaolje	EU	2331	785	34%
	USA	8619	1491	17%
	Brasil	6591	1919	29%
<hr/>				
Rapsolje	EU	9345	8001	86%
<hr/>				
Solsikkeolje	EU	2350	251	11%

2.1. REGELVERK OG INSENTIVER FOR BIODRIVSTOFF

Som nevnt over har det skjedd en rekke endringer i biodrivstoffindustrien. Vi vil nå gå gjennom viktige insentiver og programmer som har hatt innvirkning på produksjon og konsum av biodrivstoff. Vi fokuserer i hovedsak på biodrivstoffordninger i USA, Brasil, EU og Kina.

2.1.1. MTBE REGULERINGER

MTBE står for metyl-tert-butyleter og tilsettes bensin i blant annet USA for å redusere utslipp av avfallstoffer. Bruk av MTBE i drivstoff kom som en konsekvens av «the clean air act» i 1990. Selv om United States Environmental Protection Agency (2009) har konkludert med at MTBE ikke utgjør helseisiko ved innhalasjon, vil tilsetningen kunne være helsefarlig ved utslipp i drikkevannskilder. På grunn av dette ble det forbudt med MTBE som tilsetningsstoff i enkelte stater i USA helt eller delvis fra 2000 (United States Environmental Protection Agency, 2007). Det eksisterer ikke et direkte forbud mot MTBE som tilsetningsstoff i drivstoff. Men etter at «The Energy Policy Act of 2005» fjernet kravet om oksygentilsetning i drivstoff, og åpnet for at selskaper som fortsatte å benytte MTBE ikke lengre ble beskyttet mot saksøking valgte de fleste rafineriene å gå over til etanol. Dette fordi etanol har omtrentlig de samme fordelene som MTBE, men ikke de samme miljømessige konsekvensene.

2.1.2. PROGRAMMER FOR BIOENERGI

USA, EU, Kina og Brasil er blant de landene som har innført programmer for å fremme bruken og tilrettelegge produksjonen av biodrivstoff. Vi vil nå se på hovedmomentene i disse programmene.

2.1.2.1 NATIONAL ALCOHOL PROGRAM PROÀCOOL (BRASIL)

Brasil startet «National Alcohol Program Proàcool» allerede i 1975. Som følge av oljekrisen i 1970 ønsket Brasil å bli mindre avhengige av olje fra Midtøsten, og satset derfor sterkt på å produsere drivstoff fra etanol. For å få til dette subsidierte myndighetene bønder som var villige til å produsere sukkerrør, som igjen kunne benyttes i bioetanol. I tillegg ble bioetanolprisen subsidiert til å være lavere enn bensinprisen. Fra 1985 kunne omtrent 96 % av alle nye biler i Brasil gå på etanol (Colares, 2008).

Ved ikke å importere olje, men benytte egenprodusert biodrivstoff, er det estimert at Brasil har spart omlag \$52,1 milliarder, målt i januar 2003 dollar, i perioden 1975-2002 (Goldemberg, 2006). Allikevel så programmet et sterkt tilbakeslag fra midten av 1980-tallet til begynnelsen av 2000-

tallet. Grunnen til dette var fallende oljepris og stigende sukkerpris. Men fra årtusenskiftet økte interessen igjen for biodrivstoff, og programmet regnes nå for å være et av de mest velutviklede i verden. Målt i kostnadseffektivitet kan bioetanol fra Brasil konkurrere mot olje ved \$ 42/fat (de Almeida et al., 2007). Fra 2005 ble det også satset på biodiesel gjennom «The National Program for Biodiesel Production and Usage». Den største endringen vi ser i dag er flexi-fuel bilene som kjører på etanol, bensin eller en kombinasjon av de to (Plummer (2006)).

2.1.2.2. PROGRAM I EU

I EU har medlemslandene som mål at 20 % av energiproduksjon skal komme fra fornybar energi innen 2020 (EurActive (2007)). Tabell 3 gir en oversikt over målene som er gitt hvert enkelt land innen 2020, i tillegg til oppnådde resultater for 2008 og 2009. Målene rapportert i Tabell 3 gjelder ikke bare transportsektoren, men også fornybarekilder til oppvarming og elektrisitet. Andel fornybarekilder benyttet i transportsektoren utgjorde i 2010 4.2 %. Dette er en dobling fra 2006.

Ved å nå målene i Tabell 3 håper EU på å bli mindre avhengig av importert energi i tillegg til å redusere utslipp av klimaskadelige gasser. I 2010 kom omtrentlig 50 % av EUs energiforbruk fra import.

For å stimulere produksjonen av biodrivstoff er det gjennom direktiv 2003/96/EC tillatt med skattelettelser og skattefritak. Hvert av medlemslandene bestemmer i stor grad selv hvordan målene skal nås. Europa produserer i hovedsak biodiesel, og det som brukes av etanol må stort sett importeres.

Tabell 3: Andel fornybar energi benyttet i 2008 og 2009. Mål for 2020.

Fornybar energi %			
	2008	2009	Mål for 2020
EU 27 land	10.5	11.7	20
Belgia	3.3	4.6	13
Bulgaria	9.6	11.6	16
Tjekkiske Rep	7.7	8.5	13
Danmark	18.7	19.9	30
Tyskland	9.3	9.8	18
Estland	18.9	22.8	25
Irland	3.8	5	16
Hellas	8	8.2	18
Spania	11.2	13.3	20
Frankrike	11.4	12.3	23
Italia	7	8.9	17
Kypros	4.1	4.6	13
Latvia	29.8	34.3	40
Litauen	15.3	17	23
Luxembourg	2.6	2.7	11
Ungarn	6.6	7.7	14.6
Malta	0.2	0.2	10
Nederland	3.5	4.1	14
Østerrike	27.9	29.7	34
Polen	7.9	8.9	15.5
Portugal	23.2	24.5	31
Romania	20.5	22.4	24
Slovenia	15	16.9	25
Slovakia	8.3	10.3	14
Finland	30.6	30.3	38
Sverige	44.9	47.3	49
Storbritannia	2.3	2.9	15

2.1.2.3. PROGRAM I KINA

Kinesiske myndigheter startet i 2002 et program for å fremme etanolproduksjon kalt «Ethanol Promotion Program». Poenget var å gjøre Kina mindre avhengig av olje og mer selvstendige når det kom til egen drivstoffproduksjon. I 2006 subsidierte kinesiske myndigheter biodrivstoffindustrien med 0,4 dollar/liter. I tillegg til innføring av andre konvensjonelle virkemidler som skattelettelser og lav-rente lån, innførte kinesiske myndigheter obligatorisk bruk av biodrivstoff i ti provinser. Økt pris på mais kombinert med stigende inflasjon førte til stagnering av etanolproduksjon i 2006. I stedet satses det på produksjon av biodrivstoff fra råvarer som søtpotet, durra og kassava (Global Subsidies Initiative (2008)).

2.1.2.4 RENEWABLE FUEL STANDARD (RFS)

I 2005 opprettet USA et program kalt Renewable Fuel Standard (RFS). Bakgrunnen var blant annet ønske om å redusere utslipp av miljøfarlige gasser og samtidig bli mindre avhengige av fossile brennstoffer. Dette skulle gjøres ved å blande vanlig bensin med fornybare energikilder. Fra Tabell 4 ser vi årlige mål i milliarder liter per år frem til 2020 (United States Environmental Protection Agency (2012)).

Tabell 4: Plan for RFS, milliarder liter per år. Tall fra (US EPA)

Renewable Fuel Standard (milliarder liter per år)										
År	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fornybart biodrivstoff	48	50	52	55	57	57	57	57	57	57
Avansert Biodrivstoff	5	8	10	14	21	27	34	42	49	57
Biodrivstoff fra cellulose	1	2	4	7	11	16	21	26	32	40
Biomasse-basert drivstoff	3	4								
Udifferensiert avansert biodrivstoff	1	2	7	8	9	11	13	15	17	17
Total RFS	58	65	73	83	98	112	125	140	155	170

3.4.1. SUBSIDIER

Som nevnt ovenfor skyldes en viktig del av utviklingen til biodrivstoffproduksjon subsidier.

Årsaken er at man ønsker å skape et prisinsentiv for produksjon og bruk av biodrivstoff i forhold til vanlig drivstoff.

Enkelte land som Brasil og Canada subsidierer etanolproduksjon direkte, ved å redusere prisen på biodrivstoff i forhold til vanlig drivstoff. I Argentina får bedrifter som produserer biodrivstoff merverdifritak og raskere nedskrivning av store kapitalinvesteringer (Rutz et al., 2009).

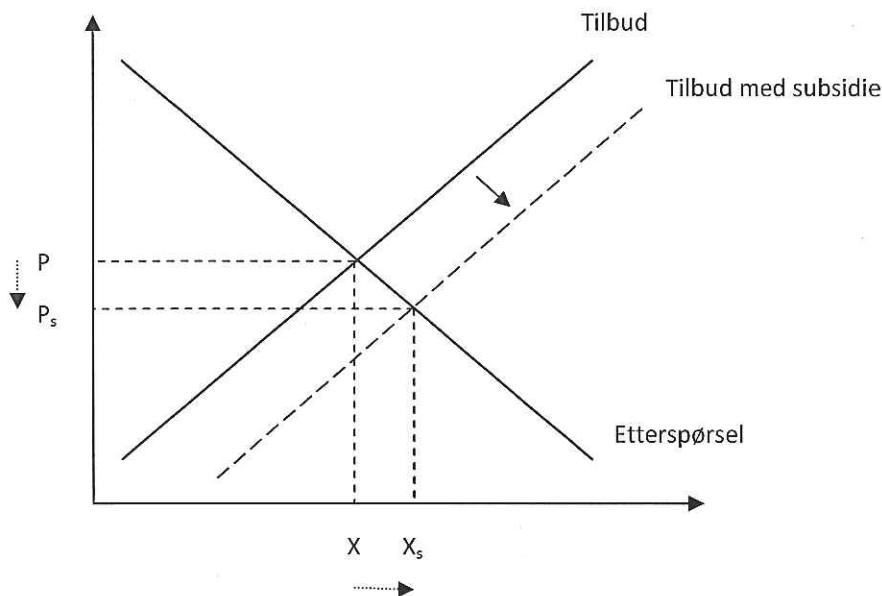
Avgiftsfritak og skatteletter for produsenter benyttes også i blant annet Columbia (Pinzón, 2011),

India (Aradhey, 2010), Malaysia (Hoh, 2011), Australia (Darby, 2011) og EU (Council of the European Union, 2003).

I Norge har man i hatt avgiftsfritak på produksjon av biodiesel. Fra 2010 ble dette avgiftsfritaket halvert (Finansdepartement, 2010). Konsekvensene av dette var at driften for noen av biodieselprodusentene ikke lengre var lønnsom, et eksempel på dette var Uniol.

Både i Kina (Scott og Junyang (2011)) og Malaysia (Hoh, 2011) settes det fastpris på biodrivstoff. Denne prisen settes alltid lavere enn prisen på verdensmarkedet for å stimulere bruk av biologisk drivstoff.

I Figur 2 har vi presentert effekten av subsidier. Dette eksempelet har ikke tilbud- og etterspørselskurver som er representative for biodrivstoffmarkedet. Kurvene er kun ment som et tenkt eksempel. Her ser vi at subsidier fører til et skift nedover i tilbudskurven. Dette vil igjen gi utslag i redusert pris og økt produsert mengde.



Figur 2: Effekten av subsidier, fra mikroøkonomisk teori

4.4.1. IMPORT- OG EKSPORTREGULERINGER

En annen måte for myndighetene å regulere produksjon og konsum er gjennom import- og eksporttariffer. Avtalene for ulike land er veldig forskjellige, derfor vi vil her kun nevne noen.

Blant annet har EU en importtariff på 6.5 % på biodiesel, og fra € 0,102 til € 0,192 per liter etanol for Most Favoured Nations (MFN). MFN er en gjensidig avtale mellom land for å sikre like handelsfordeler mellom medlemslandene. Land som blir tildelt MFN status har krav på lik behandling i forhold til import og eksport av enkelte varer. MFN avtaler gir ofte høyere importkvoter og/eller lavere importtariffer enn for land som ikke er med i avtalen. EU har tildelt MFN status til land som USA, Brasil, Indonesia og Malaysia (Al-Riffai et al., 2010).

Australia har importbarriere på 5 % for etanol, mens biodiesel har fått status som duty-free-gode (Sorda et al., 2010, Darby, 2011). India har importforbud på etanol for å stimulere nasjonal produksjon. Malaysia har eksportbarriere på rå palmeolje, men ikke på raffinert palmeolje eller biodiesel.

5.4.1. TEKNOLOGISK UTVIKLING

Teknologiske endringer, slik som flexi-fuel-bilen, har gjort implementering av biodrivstoff enklere. Flexi-fuel-bilen, som navnet tilsier, kan bytte mellom biodrivstoff og vanlig drivstoff. Dette åpner for at forbrukerne hele tiden kan velge det rimligste alternativet. I 2006 var 86 % av alle solgte biler i Brasil av denne typen (Colares (2008)). Colombia har som mål at alle solgte biler i 2016 skal ha flexi-fuel system (Rutz et al., 2009).

Det skjer også en utvikling innen blandinger av biodiesel og bioetanol. Den vanligste typen er E10, som er bensin blandet med 10 % etanol. Tallet angir blandingsforhold i prosent, mens bokstaven angir type: Etanol (E) og Biodiesel (B). De fleste land i verden har et mål om å innføre en eller begge typer drivstoff. En annen utvikling har fått navnet andre generasjons biodrivstoff. Denne typen drivstoff lages fra ulike typer biomasse. Biomasse er en vid betegnelse som omfatter alle typer av kilder til organisk karbon. Vi kan finne biomasse i plantematerialer som treaktige vekster, jordbruksrester og dyrerester. Utvinningen av disse er noe vanskeligere enn for de klassiske stivelsesplantene og vegetabiliske oljer, men produksjon av biomasse har fått økt interesse på grunn av prisstigning på blant annet mais og soya.

6.4.1. OPPSUMMERING

Over store deler av verden eksisterer det systemer som oppfordrer til bruk av fornybar energi. Blant annet tilrettelegges det for økt bruk av biodrivstoff gjennom skattelettelse, merverdifritak, subsidier og import- og eksportreguleringer. Disse programmene skal gi både produsenter og forbrukere et prisinsentiv til å velge biodrivstoff fremfor vanlig drivstoff. I tillegg bidrar ordningene til å minske avhengigheten av olje og oljeprisen. Altså har biodrivstoffmarkedet utviklet seg fra å være et alternativ enkelte land benytter for å redusere avhengighet av olje og dyre ikke-fornybare ressurser, til å bli et globalt tiltak for å fremme miljø og bærekraftig utvikling.

3. TIDLIGERE FORSKNING PÅ PRISDANNELSEN TIL FEEDSTOCK OG ENERGIPRODUKTER

I denne delen skal vi, ved hjelp av tidligere empiri, se på ulike rapporter som tar for seg utviklingen i markedene for feedstock og oljerealterte produkter. Dette vil kunne gi oss en insikt i hva som allerede er gjort av forskning på forholdet mellom feedstocks og oljerelaterteråvarer. Vi vil også kunne benytte tidligere forskning for å se om vi trekker samme slutninger i våre analyser.

Kapittelet vil deles inn i tre ulike deler. Vi vil først starte med forskning som ser på utvikling i sammenhengen mellom feedstocks og oljerealterte produkter. Dette vil kunne bidra til å gi økt bakgrunnsforståelse for de ulike dynamikkene i markedene til feedstocks og energi. Neste del av kapittelet vil ta for seg forskning som ser på effekten av indeksinvestering. Før vi avslutningsvis ser på effekten av dollarkursen på feedstockpriser.

3.1. HAR DET BLITT STØRRE SAMMENHENG MELLOM FEEDSTOCK OG OLJERELATERTEPRODUKTER?

Det er flere ulike måter å se om det har blitt større sammenheng mellom feedstock og oljerealterte produkter. Forskningen til Du og McPhail (2012) fokuserer på om det har skjedd en strukturell skift i markedet for feedstock og oljerealterte produkter i perioden etter 2008. Dersom det har skjedd et strukturelt skift vil de forvente å se en endring i råvaremarkedet før og etter skiftet. I perioden etter 2008 finner de at etanol, bensin og maispriser har fått en nærmere tilknytning enn perioden før 2008. Noe som igjen kan indikere at det har skjedd et strukturelt skift fra perioden før og etter 2008.

Ji og Fan (2012) diskuterer at dersom det er økt samvariasjon mellom markedene for feedstocks og oljerealterte produkter, vil dette ha ført en volatilitetsoverføring fra olje til feedstock. Ved å sammenligne perioden *før* (7. juli 2006 – 31. juli 2008) og *etter* finanskrisen i 2008 (1. august 2008 – 30. juni 2010). De finner ved hjelp av daglige avkastninger, at det eksisterer volatilitetssammenheng både før og etter finanskrisen, men at sammenhengen er størst ved høye oljepriser. En grunn til dette kan være at ved høye oljepriser vil pris på biodrivstoff være lavere enn den for olje, noe som igjen vil gi incentiver til å øke produksjon og forbruk av biodrivstoff. Trujillo-Barrera et al. (2011) finner også at det har skjedd en volatilitetsoverføring fra oljemarkedet til mais og etanolmarkedet, men at effekten er størst i etanolmarkedet. I tillegg

finner de at det eksisterer en signifikant volatilitetsoverføring fra mais til etanol, men ikke motsatt.

Kristoufek et al. (2012) ser på om det eksisterer forskjeller i ukentlige og månedlige korrelasjoner mellom feedstock og oljerelaterteråvarer før, under og etter matvarekrisen. Matvarekrisen startet i av 2007 med en kraftig økning i kornprisen som så ble overført til prisstigninger for andre matvarer som mais, hvete og soyaolje. Kristoufek et al. (2012), benytter 9. juli 2007 som start dato for matvarekrisen. De finner en svak korrelasjon mellom biodrivstoff og andre energiråvarer i perioden før krisen, i tillegg til svak korrelasjon mellom soyabønner, hvete og mais. Under matvarekrisen finner de at etanol korrelerer sterkt med mais, hvete og soyabønner, både på kort og mellomlang sikt.

Ved å se på ni ulike jordbruksråvarer, mais, hvete, ris, sukker, soyabønner, bomull, bananer, sorghun og te i forhold til en gjennomsnittsvektet råoljepris, fant Ciaian og Kancs (2010) at for perioden 2004-2008 er alle ni råvarer kointegrert med råoljeprisen. I tillegg finner også Arshad og Hameed (2009) at det eksisterer langsiktig Granger-kausaltitet fra olje til mais, hvete og ris, men ikke motsatt. De argumenterer for at dette skyldes økt etterspørsel etter gjødsel for jordbruksvarer, men også at biodrivstoff har bidratt til å øke etterspørselen etter blant annet mais og hvete.

Zhang et al. (2009) finner derimot at det ikke eksisterer langsiktig sammenheng mellom landbruksråvarer og drivstoffpriser (etanol, olje og bensin). De finner at sjokk i drivstoffpriser vil føre til økte priser for jordbruksråvarer. Effekten er derimot kortsiktig og jordbruksvarene vil så gå tilbake til sitt tidligere gjennomsnitt. På kort sikt finner de at det eksisterer en sammenheng mellom drivstoff og pris på soyabønner og mais, men at denne effekten forsvinner på lang sikt.

Forskningen i denne delen tyder på at det har blitt større sammenheng mellom feedstocks og oljerelaterte produkter (særlig råolje) i perioden etter 2008. Neste delkapittel vil se på forskning som baserer seg på mulige årsaker til denne sammenhengen.

3.2. HVIKLEN KONSEKVENNS HAR INDEKSINVESTERING HATT PÅ MARKEDENE FOR FEEDSTOCK OG OLJERELATERTE PRODUKTER?

Videre i denne utredningen mener vi det er viktig å se på andre trender som kan ha bidratt til å øke korrelasjonen og sammenhengen mellom feedstock og energiråvarer. Derfor vil vi i korte trekk også gå inn på indeksinvesteringer, og hvilke empiriske funn som er gjort i tidligere undersøkelser av denne eventuelle sammenhengen.

Exchange Traded Funds (ETF) er en fellesbetegnelse på fond som investerer i råvarer. Det er flere ulike metoder for ETF investering. De vanligste er å investere i råvareindekser eller kjøpe futureskontrakter på de enkelte råvarene. Denne typen investering har hatt en drastisk økning siden finanskrisen i 2008 (Sanders og Irwin (2011)). Dette har ført til økt spekulasjon om ETF-investering har bidratt til å øke korrelasjonen mellom tilsynelatende urelaterte råvarer. I tillegg argumenteres det for at ETF-investering har bidratt til økt korrelasjon med aksjemarkedet. Dette fordi store ETF investorer holder porteføljer bestående av både aksjer, obligasjoner og alternative investeringer slik som råvarer. Tang og Xiong (2010) ser på hvordan økt indeksinvestering har påvirket sammenhengen og prisene på ikke-energi råvarer i perioden etter 2004. De argumenterer at selv om indeksinvestorer holder store porteføljer fordelt på mange forskjellige aktivaklasser jevner ut prisrisikoen knyttet til råvareinvestering, vil dette bidra til å gjøre råvarer mer eksponert mot sjokk i aksjemarkedet. Som indekser benytter de Goldman Sachs Commodity Index (S&P GSCI) og Dow Jones UBS Commodity Index (DJ-UBS). For å skille ut effekten av indeksinvestering, ser de på om indekserte feedstocks vil ha høyere sammenheng med råolje enn ikke-indekserte råvarer. Tang og Xiong (2010) finner at feedstocks har hatt en positiv korrelasjon med råolje etter finanskrisen, og at sammenhengen var sterkere for indekserte enn ikke-indekserte råvarer. De finner også ved, sammenlikning av indekserte og ikke-indekserte feedstocks, at det har skjedd en volatilitetsoverføring fra oljemarkedet til feedstock, men at denne er størst for indekserte råvarer.

Westhoff (2010) og Gohin og Chantret (2010) finner liknende resultater. Her bemerkes det at selv om det eksisterer bevis på at feedstockprisene har økt, er det usikkert hvor stor andel av denne prisstigningen som faktisk skyldes indeksinvestering. De argumenterer for at det er mange ulike prisdrivere for feedstock, både direkte og indirekte, og at det derfor er vanskelig å trekke bastante konklusjoner på hva som har hatt størst innvirkning. Undersøkelsene gikk blant annet ut på å vise at dersom indeksinvestering skulle ha stor nok slagkraft til å påvirke futuresprisene, måtte råvarene i indeksen være svært høyt korrelert. Analysene av pris og korrelasjon (daglige) viser at det eksisterer andre faktorer enn indeksinvestering som kan forklare denne sammenhengen.

Indeksinvesteringen har også fått kritikk for å ha vært med på å presse råvareprisene oppover den senere tiden. Blant annet mener «Permanent Subcommittee on Investigations (2009)» å ha beviser for at handel med råvareindekser har en stor del av skylden for den høye hvetepreisen i futuresmarkedet. Stoll og Whaley (2009) peker derimot på at korrelasjon ikke nødvendigvis viser årsakssammenheng. De mener at det kan være tilfeldig at både indeksinvestering og hvetepreisen økte samtidig. De argumenterer at dersom indeksinvestering påvirker skulle kunne påvirke

futuresprisene, måtte råvarene i indeksen være svært høyt korrelert. Ved analyser av daglige pris og korrelasjoner er det andre faktorer enn indeksinvestering som kan forklare denne sammenhengen.

3.3. ANDRE FAKTORER

Vi har til nå sett på effekten oljerelaterte produkter, særlig råolje, og indeksinvestering har hatt på prisene til feedstock. I denne delen vil vi se på andre faktorer som kan ha bidratt til å øke prisene på feedstocks.

Ajanovic (2011) ser på effekten biodrivstoff har hatt på feedstock. Han finner at biodrivstoff har bidratt til å øke feedstock prisene. Det er derimot usikkert hvor stor andel av prisstigningen som direkte kan knyttes til biodrivstoffproduksjon. Han argumenterer for at andre faktorer, slik som stigende oljepris, har hatt en større og mer signifikant innvirkning på feedstockprisene. For eksempel har pris på bioetanol kun steget med 1 % fra 2002-2007, mens prisen på gjødsel har steget med 8 %.

Frank og Garcia (2010) ser på ukentlige prisserier fra januar 1998 til november 2009 for blant annet mais, soyabønner og etanol. De finner at dollarkursen har hatt en større prisinnvirkning enn råolje på jordbruksråvarer. I følge deres forskning har det skjedd en strukturell endring i markedet fra 2006. De fant, ved å estimere en VAR modell (Vektor Autoregressiv Modell), at feedstock prisene hovedsakelig ble påvirket av egne priser fra 1998-2006. Mens fra 2006-2009 har dollarkursen og råoljeprisen hatt større innvirkning, særlig for mais. Ut i fra VAR modellen konkluderer de med at jordbruksmarkedet i større grad blir påvirket av valutaendringer enn oljepriser. Denne sammenhengen finner også Harri et al. (2009), de finner at det eksisterer en Granger kausalitet mellom råolje, maisprisen og dollarkursen, som må sees i lys av etanolproduksjon og RFS mandatet fra 2005. Denne sammenhengen kan derimot ikke benyttes til å predikere oljeprisen. Abbott et al. (2009) argumenterer for at en stigende oljepris fra 2004 kombinert med en svekket dollar har ført til rimeligere eksport til land som Kina og India, tross stigning i maisprisen. De advarer om at endringer i forholdet mellom valuta, olje og feedstockpriser vil kunne påvirke risikostyringsstrategier samt påvirke jordbrukspolitikken på sikt. Dette fordi oljeprisen ikke bare påvirker feedstock priser ved input, men også utgjør en konkurrent for biodrivstoff og vil derfor kunne påvirke output.

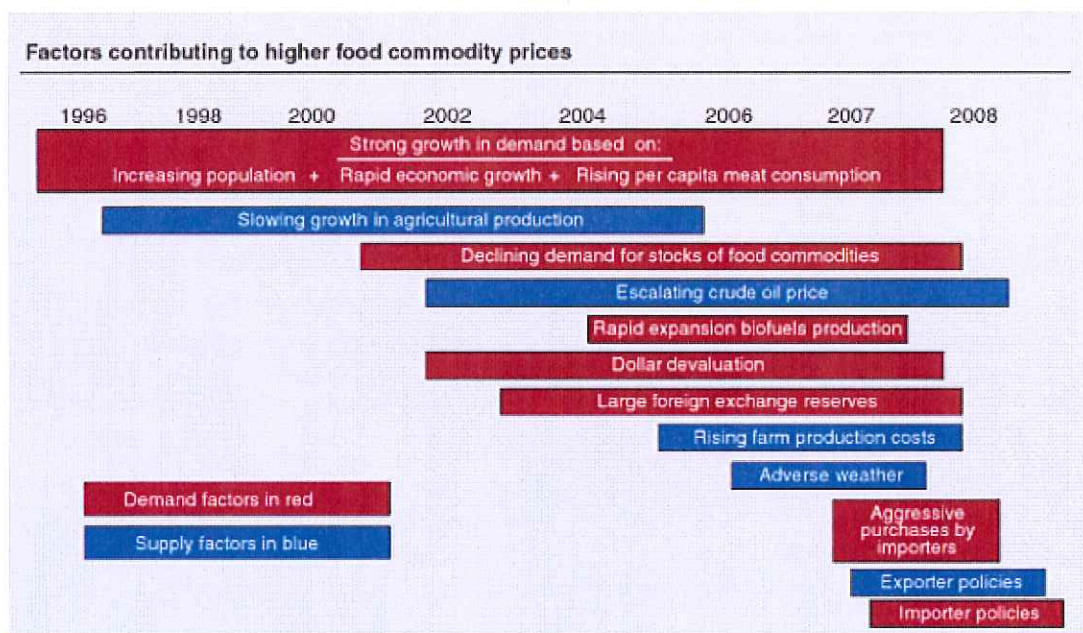
3.4. OPPSUMMERING AV TIDLIGERE FORSKNING

Det har i flere forskningsartikler blitt diskutert strukturelle skift i markedet for feedstocks (Du og McPhail (2012), Frank og Garcia (2010)). Dette indikerer at det har skjedd endringer i markedene vi ser på i denne utredningen. Forskningen har generelt fokusert på å avdekke sammenhenger mellom ulike råvarer som tidligere har vært ukorrelerte. Det synes å være en enighet om at det har skjedd en endring i feedstockmarkedene, men grunnen til denne endringen kan skyldes flere ulike årsaker. Blant annet nevnes indeksinvestering, valutakurser og råoljepriser som noen av hoveddriverne.

4. PRISDANNELSE OG PRISDRIVERE FOR FEEDSTOCK OG OLJERELATERTE PRODUKTER

Det er i denne studien hensiktsmessig å se på de fundamentale forholdene til råvarene. Dette fordi forholdene mellom flere av råvarene er svært komplekse, og det kan være vanskelig å skille hva som har hvilken effekt på de ulike råvareprisene. Helt enkelt sagt bestemmes prisen av forhold som påvirker tilbud og etterspørsel. Det er mange faktorer som påvirker prisen på råvarene, og disse er forskjellig fra råvare til råvare. Blant annet er det store forskjeller mellom hva som driver prisene for olje og hva som driver sukkerprisen. Vi vil i denne delen av oppgaven prøve å gjøre rede for flere av disse forholdene.

I Figur 3 finnes det en oversikt over faktorer som har vært med på å øke matvareprisene. Faktorene i blått markerer faktorer som påvirker tilbudet av matvarer. Faktorene i rødt gir en oversikt over faktorer som påvirker etterspørselen.



Figur 3: Faktorer som påvirker matvareprisen, Trostle (2008)

Det er enkelte fellesfaktorer som påvirker både feedstock og oljerealtare produkter. For begge råvaregruppene er det enkelte fellesfaktorer som påvirker. Det gjelder rollen investorer til og dollarkursen, da mange av kontraktene handles i dollar. Dette fordi svært mange børser har tilhold nettopp i USA.

Når vi ser på prisene på jordbruksproduktene, slik som mais, soyaolje, hvete og sukker er værforholdet en viktig driver. Ekstremvær som tørke og flom kan ha katastrofale følger for tilbudet. Andre drivere kan være myndighetenes politikk med subsidier, avgifter og import/eksportrestriksjoner. Dette gjelder også subsidier for konkurrerende produkter. Dersom det er mer gunstig å produsere en råvare fremfor en annen som konkurrerer om det samme jordområdet, vil man velge å produsere det som gir størst økonomisk gevinst. Dette er tilfellet for blant annet soyaolje og mais.

Videre vil økonomisk vekst og endring i matvaner også kunne drive prisene for jordbruksprodukter, fordi disse faktorene fører til endrede innkjøpsvaner.

Effektiviteten hos jordbruksprodusentene spiller en viktig rolle i utbyttet man får fra hver avling. Dette baserer seg på i hvilken grad de tar i bruk nyere teknologi for å øke produsert volum. Her kan det også nevnes at kostnadene for å drive jordbruk påvirker tilbudet.

Som nevnt tidligere har det vært diskusjoner om hvorvidt og i hvilken grad biodrivstoffproduksjon bidrar til økete råvarepriser. For å si det enkelt: økt biodrivstoffproduksjon krever økt produksjon av innsatsfaktorene. Dette har resultert i at råvarer som tidligere ble brukt til mat, nå etterspørres som innsatsfaktorer i biodrivstoffproduksjon. Dette legger videre et press på feedstockprisene, som igjen er med på å øke etterspørselen av feedstockråvarer. Fra mikroøkonomisk teori har vi et skift dersom det ved en gitt pris etterspøres mer enn tidligere.

Det er også flere komponenter som må diskuteres, blant annet oljeprisen. Dersom oljeprisen er svært høy vil det være større etterspørsel etter alternative drivstoffkilder. Dette influeres også av biodrivstoffprogrammene som er innført i store deler av verden. Flere land har innført minstsmål på hvor stor andel av drivstoff som skal komme fra fornybar energi. Dette fører til at dersom oljeprisen skulle gå ned, vil det ikke nødvendigvis si at etterspørselen etter biodrivstoff går ned tilsvarende.

Jordbrukssektoren er også avhengig av oljeprisen som input. Energi er en av innsatsfaktorene i produksjon av jordbruksprodukter blant annet som kunstgjødsel, drivstoff til jordbruksmaskiner og annen transport. Her ser vi at det finnes flere ledd som knytter energiprodukter og jordbruksprodukter sammen. Sammenhengen mellom feedstocks og oljeprodukter gjennom biodrivstoff er relativt ny, mens energi som input i feedstockproduksjon har eksistert i lengre tid.

For energiprodukter har vi andre prisdrivere. Også her er det tilbud og etterspørsel om bestemmer prisen. «The Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC)» har som mål å holde prisen for råolje på et stabilt nivå. For råolje vil også eksterne faktorer påvirke prisen, slik som ekstremvær, krig og økonomisk resesjon. Vi har flere tilfeller de senere årene der kriger og politiske uroligheter i enkelte land har ført til produksjonsstopp av olje, for eksempel i Libya i 2011. I tillegg kan vi nevne den pågående konflikten mellom EU og Iran, der EU ønsker å stoppe all import av olje fra Iran som en sanksjon mot landet.

5. BESKRIVELSE AV DATAMATERIALET

I denne utredningen har vi valgt å ta for oss råvarer med tilknytting til markedet for oljeproduktene. Av oljeprodukter har vi fokusert på råolje (West Texas Intermediate (WTI)), fyringsolje, bensin, etanol og naturgass (Henry Hub). Videre har vi sett på feedstock råvarer. Dette er råvarer som har flere bruksområder, men formålet for denne analysen er å få frem den mulige effekten fra biodrivstoffproduksjonen. Vi fokuserer derfor på 1) råvarer som kan brukes i etanolproduksjon: Sukker, mais og hvete, og 2) råvarer som brukes for å fremstille biodiesel: Soyaolje, solsikkeolje og rapsolje. Tabell 5 viser en oversikt over datamaterialet.

Tabell 5 Oversikt over datainnhenting

Råvare	Kode	Futures/Spot	Handles på	Frekvens	Kilde
Råolje – WTI	CL	Spot		Daglig	US. Dep. Of Energy
Fyringsolje	HO	Future	NYMEX	Daglig	New York Mercantile Exchange
Naturgass – Henry Hub	NG	Future	NYMEX	Daglig	New York Mercantile Exchange
Konvensjonell Bensin – FOB New York havn		Spot	New York Havn	Daglig	US Dep. Of Energy
Etanol	QEN	Future	NYMEX	Ukentlig	US Dep. Of Agriculture
Mais	C	Future	CBOT	Daglig	Chicago Board of Trade
Soyaolje	BO	Future	CBOT	Daglig	Chicago Board of Trade
Hvete	W	Future	CBOT	Daglig	Chicago Board of Trade
Sukker	SB	Future	ICE/NYBOT	Daglig	Intercontinental Exchange
Rapsolje - FOB Rotterdam Havn	PROIL		Rotterdam Havn	Månedlig	International Monetary Fund
Solsikkeolje - US Eksportpris fra Mexico Gulfen	PSUNO			Månedlig	International Monetary Fund
Goldman Sachs Commodity Index	GSCI	Spot	CME Globex	Daglig	CME Globex

Råolje (WTI) spotpris brukes som benchmarkpris for råolje. På Chicago Mercantile Exchange (CME) benyttes WTI-prisen som underliggende råvare for futureskontraktene.

Fyringsoljekontrakten handles på New York Mercantile Exchange (NYMEX). Kontrakten baserer seg på prisen ved havnen i New York. Naturgasskontrakten baserer seg på pris ved Henry Hub i Louisiana, USA. Henry Hub prisen er underliggende råvare for futureskontrakten for naturgass på NYMEX. Denne benyttes ofte som benchmarkpris.

Konvensjonell bensin er en «Free On Board» pris (FOB), for New York Havn. Med FOB menes at det er selger som betaler for frakten av produktet frem til og med ombordlasting.

For etanol finner vi ukentlige futurespriser på «United States Department of Agriculture (USDA)» hjemmesider, (Wisner and Johanns), disse er basert på torsdagens siste pris fra NYMEX.

Videre finner vi også daglige futuresprisene fra «Chicago Board of Trade (CBOT)» for mais, soyaolje og hvete. Sukkerkontrakten hentes fra «Intercontinental Exchange (ICE)».

Sukkerkontrakten er spesiell i form av at kun 20-30 % av produsert volum handles på det åpne markedet (Dunsby et al., 2008).

Prisen for rapsolje er FOB-pris fra Rotterdam og solsikkeolje er eksportpris fra Mexico Gulfen. Dette er månedlige priser hentet fra International Monetary Fund (IMF).

Som nevnt skal vi også bruke «Standard & Poors Goldman Sachs Commodity Indice (GSCI)» som benchmark for råvaremarkedet. Det er derfor nyttig å ha en beskrivelse av indeksen. GSCI er en råvareindeks som består av 24 råvarer fra ulike sektorer. Av råvarene benyttet i denne utredningen er råolje, fyringsolje, naturgass, hvete, mais og sukker inkludert i indeksen, mens konvensjonell bensin, etanol, rapsolje og solsikkeolje ikke er inkludert i GSCI. Tabell 6 viser vektning av råvarer i GSCI-indeksen for 2011 og 2012.

Tabell 6: Vekting av råvarer i GSCI-indeksen i 2011 og 2012, S&P Indices (2011)

Vekting for GSCI-indeksen		
	2012	2011
Chicago Hvete	3.22%	3.28%
Kansas City Hvete	0.99%	0.83%
Mais	4.64%	4.50%
Soyabønner	2.55%	2.49%
Kaffe "C"	1.02%	1.00%
Sukker #11	2.28%	2.29%
Kakao	0.30%	0.30%
Bomull #2	1.79%	1.76%
Levende Storfe	2.42%	2.44%
Mat storfe	0.41%	0.42%
Mager svin	1.49%	1.47%
WTI Råolje	30.25%	32.59%
Brent råolje	17.35%	15.93%
Gassolje	7.49%	6.67%
Fyringsolje	4.75%	4.92%
RBOB Bensin	4.74%	4.76%
Naturgass	2.94%	2.98%
Høy klasse primæraluminium	2.53%	2.51%
Kobber - Klasse A	3.74%	3.70%
Standard bly	0.47%	0.46%
Primær nikkel	0.79%	0.77%
Spesial høy klasse zink	0.61%	0.60%
Gull	2.68%	2.79%
Sølv	0.54%	0.54%
Fet skrift angir råvarer vi ser på i denne analysen		

Våre prisserier er hovedsaklig basert på daglige observasjoner. For etanol er kun ukentlige observasjoner tilgjengelig, mens solsikke- og rapsolje benyttes månedlige observasjoner. Grunnen til dette er at prisserier for etanol, solsikke- og rapsolje er lite likvide på daglig basis.

Vi baserer oss i hovedsak på data fra 2000 frem til midten av april 2012. Grunnen til at vi har valgt denne perioden er fordi biodrivstoffproduksjon først fikk en voldsom vekst i perioden etter 2005, se Figur 1. Derfor er det interessant å se om det eksisterer endringer i perioden fra 2000-2005 i forhold til perioden etter 2005. Fordi perioden vi ser på, 2000 – 2012, inneholder matvarekrisen og finanskrisen velger vi å dele inn subperioder i forhold til disse hendelsene. Dette for å utelukke

effektene av disse hendelsene. Første periode vil da rangere fra 2000 til juni 2007. Neste periode går fra juli 2007 – 2009. Dette for å fange opp effektene fra både matvare- og finanskrisen. Siste periode går fra 2010-2012 for å se hvordan markedet er i etterkant av de ekstreme makroøkonomiske hendelsene. Vi ser at den siste perioden kan være noe kort, og velger derfor å utvise forsiktighet når konklusjoner trekkes på basis at data for denne perioden. For noen av analysene ser vi også på periodene 2000 – juni 2007 og juli 2007 – 2012. Dette gjelder blant annet prinsippal komponent analysen og Granger casualitetstestene fordi disse analysemetodene krever lengre dataperioder.

For analysene benytter vi dataprogrammet PcGive i OxMetrics.

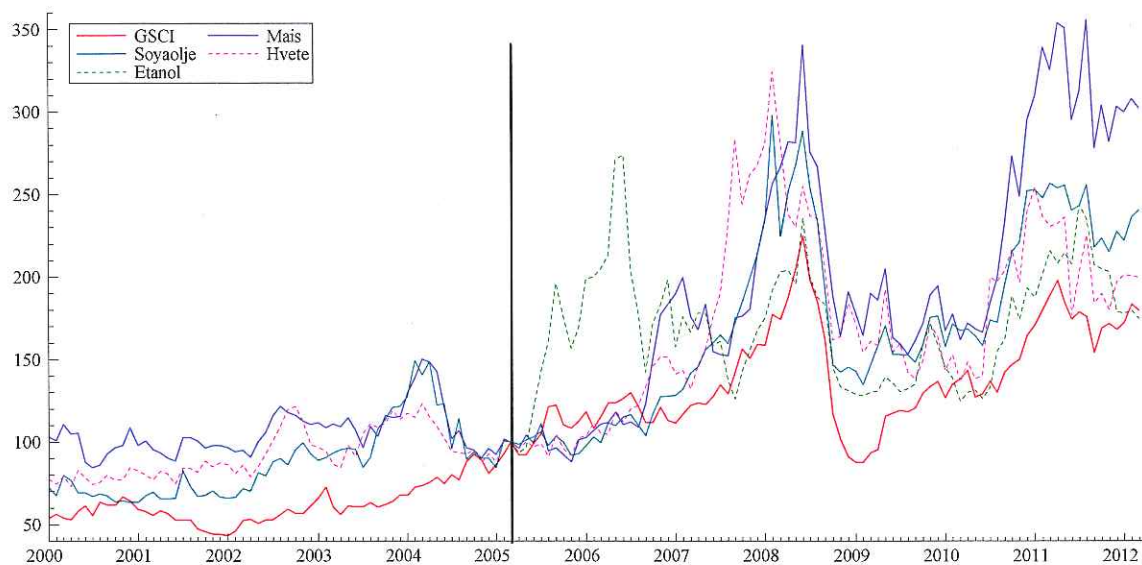
6. EN FØRSTE OVERSIKT OVER PRISUTVIKLINGEN FOR OLJERELATERTE PRODUKTER OG FEEDSTOCKS I PERIODEN 2000 TIL 2012

6.1. PRISUTVIKLINGEN I FEEDSTOCKMARKEDET

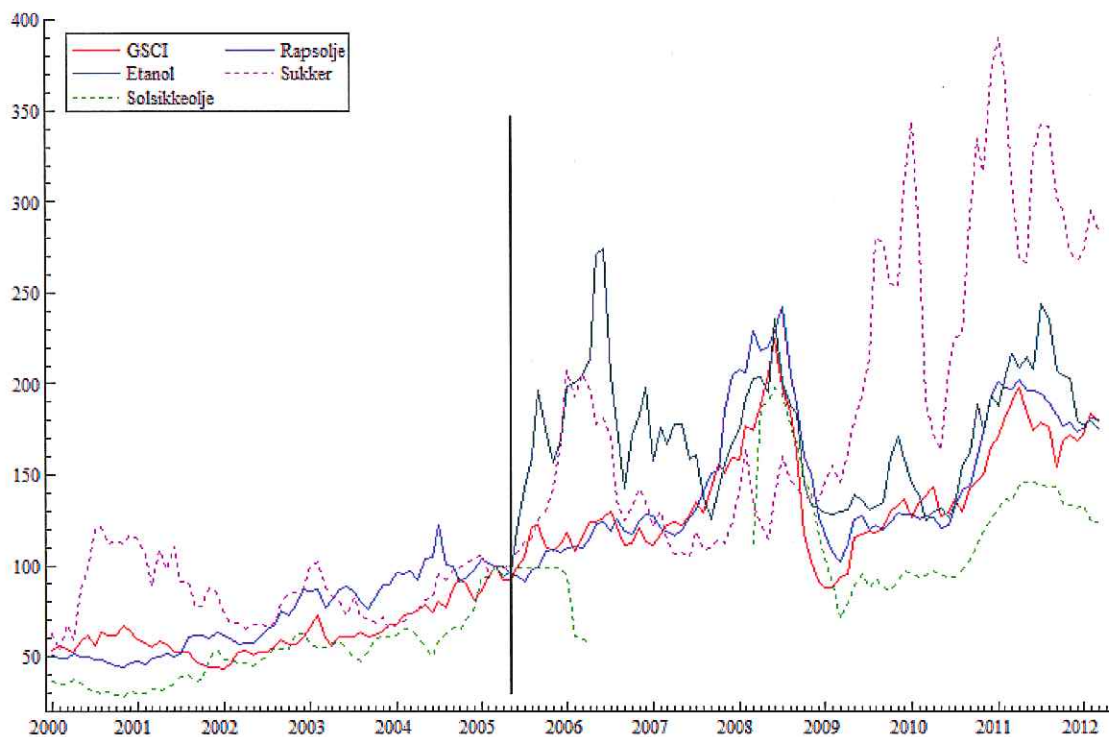
Før vi går inn i analysen vil vi se på hva som har skjedd med prisene på de underliggende råvarene. I dette avsnittet vil vi derfor se på prisutviklingen på mais, soyaolje, hvete, sukker, rapsolje, solsikkeolje, etanol og GSCI. Vi vil se på de oljerelaterte produktene i neste avsnitt. Grafene i Figur 4 og Figur 5 er plottet med indekserte priser basert på månedlige data, hvor indekseringen starter 31. mars 2005, perioden da etanolkontrakten ble introdusert. Det vil si at kontraktene som starter før 2005 har blitt indeksert bakover til perioden starter i 2000, deretter fremover etter 2005 til perioden slutter i 2012. Dette er markert med en vertikal linje. Vi har også inkludert GSCI indeksen da denne inneholder både feedstock og oljeprodukter, og gir derfor et interessant sammenlikningsgrunnlag for klassifiseringen av råvarene våre. For oversiktens skyld har vi valgt å dele opp feedstock i to grafer, hvor etanol og GSCI er inkludert i begge grafene.

Det er et par poenger som er viktige å bemerke ved grafene før vi ser på prisutviklingen. Det første er at etanolkontrakten er relativt tynn. Dahlgran (2010) viser til at etanolkontrakten er markedseffisient selv om det gjennomsnittlig kun ble handlet 37 kontrakter daglig i perioden fra 2005 til 2008 og 135 kontrakter daglig i snitt etter dette.

I Figur 4 er prisene til mais, soyaolje, hvete, etanol og GSCI grafet. Figur 5 viser prisene til sukker, rapsolje, solsikkeolje, etanol og GSCI. Det første vi ser er at samtlige av råvarene har økt i pris gjennom perioden. Prisene i Figur 4 ser ut til å følge den samme trenden i store trekk. En tydelig oppgang fra midten av 2007, etterfulgt av en brå nedgang som følge av matvarekrisen. Det ser også ut til at for hvete begynte både prisoppgangen i 2007 og prisnedgangen i 2008 før de andre råvarene. Soyaolje hadde en opptur og nedtur i begynnelsen av 2008, deretter ser den ut til å følge samme prisutvikling som for mais og etanol. Etanolkontrakten steg brått i verdi etter innføring i 2005, men fra midten av 2007 følger den også pristrenden til de andre råvarene. GSCI indeksen hadde en noe annen prisutvikling enn de andre råvarene i perioden fra 2000 til 2005. Dette kan skyldes at GSCI er en oljetung indeks og vil dermed følge oljemarkedet nærmere enn feedstockmarkedet.

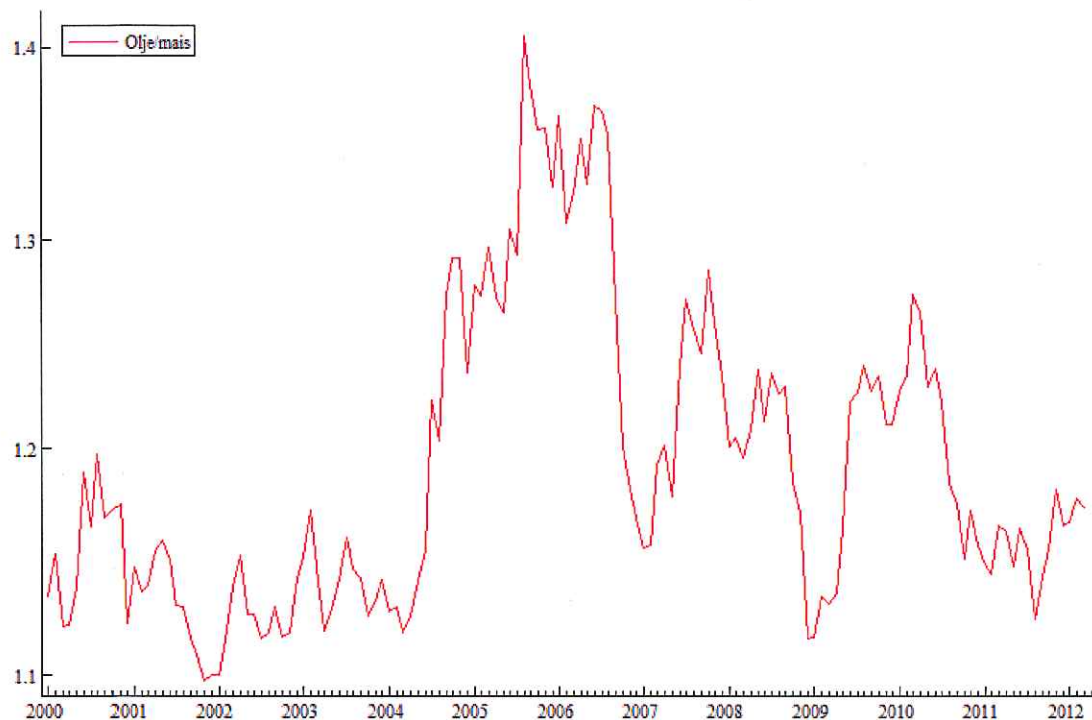


Figur 4 Månedlige indekserte priser fra 2000-2012 for GSCI, soyaolje, mais, hvete, etanol og GSCI. 31. Mars 2005 = 100.



Figur 5 Månedlige indekserte priser fra 2000-2012 for sukker, rapsolje, solsikkeolje, etanol og GSCI. 31. mars 2005 = 100

I Figur 5 mangler solsikkekontrakten verdier i perioden 2006 – 2008. Som nevnt i kapittel 5 er prisseriene til solsikke- og rapsolje mindre likvide. Figur 5 vises prisseriene for sukker, rapsolje, solsikkeolje, etanol og GSCI. Rapsolje og solsikkeolje følger hverandre i stor grad, noe som ikke er overraskende da de kan benyttes som substitutter. Etter 2007 følger disse GSCI i større grad enn i perioden før 2007. Sukkerkontrakten derimot beveger seg ikke likt med hverken raps- eller solsikkeolje gjennom hele perioden.



Figur 6: Forholdet mellom råolje/mais (Basert på månedlige observasjoner) perioden 2000-2012

Det er interessant å se på det relative forholdet mellom en av feedstockråvarene og råolje. Dette for å få en oversikt over hvordan disse har beveget seg i forhold til hverandre.

Figur 6 viser det relative forholdet mellom mais og råolje ($\frac{\text{råolje}}{\text{mais}}$), gitt ved logaritmisk skala. Med relativt forhold menes hvordan den ene råvaren beveger seg i forhold til den andre. Dersom det hadde vært en «perfekt» sammenheng mellom mais og råolje ville grafen i Figur 6 vært en rett, horisontal linje. Økning i grafen skyldes ulike årsaker. Maisprisen kan ha gått ned, råoljeprisen kan ha gått opp, eller at råolje stiger mer enn mais. Nedgang i grafen skyldes motsatte prisbevegelser enn for økning.

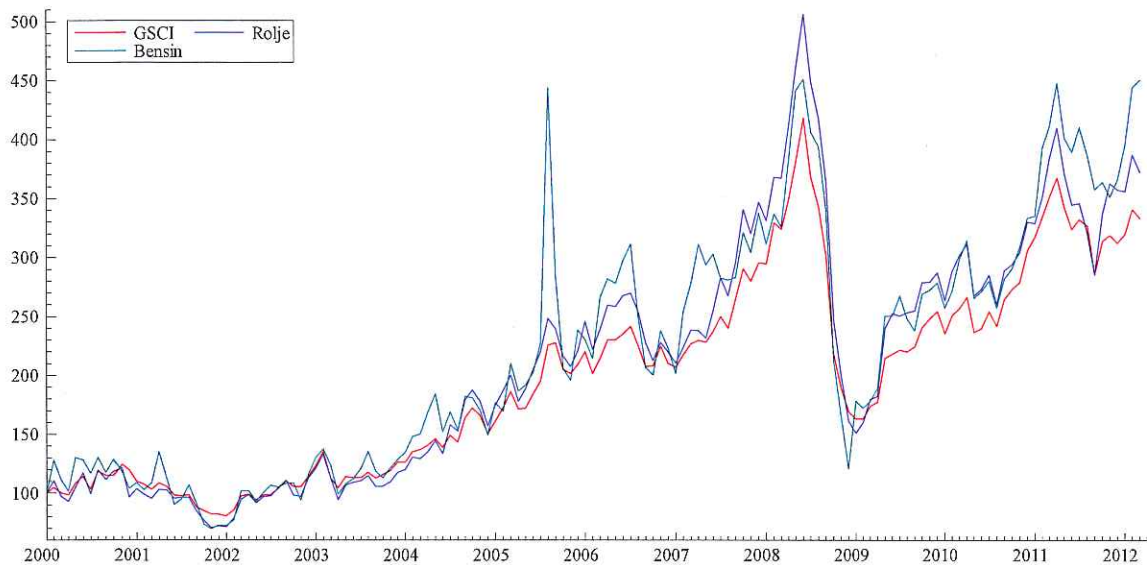
Fra 2004 til midten av 2006 ser vi kraftig økning i det relative forholdet mellom mais og råolje. Dette skyldes hovedsaklig økning i råoljeprisen. Den brå nedgangen fra midten av 2006 til 2007 skyldes negativ prisutvikling for råolje, kombinert med mindre negativ prisutvikling til positiv prisutvikling (fra august 2006) for mais. Gjennom 2007 stiger prisene på både råolje og mais, men her stiger råoljeprisen mer enn maisprisen, som igjen gir en stigning i grafen. Mot slutten av 2008, er det en kraftig nedgang i grafen. Dette skyldes en kombinasjon av fallende råoljepris, og stigende maispris. Perioden etter 2010 preges av jevn økning i råoljeprisen, mot enda kraftigere økning i maisprisen, dette fører til den nedadgående trenden i grafen.

Avslutningsvis kan vi si at prisutviklingen i feedstock markedet preges av kraftige svingninger gjennom hele perioden, men det ser ut til at feedstock prisene følger de samme oppturene og nedturene fra midten av 2007. Dette kan skyldes makroøkonomiske begivenheter, men kan også være en indikator for at feedstockprisene konvergerer mot hverandre.

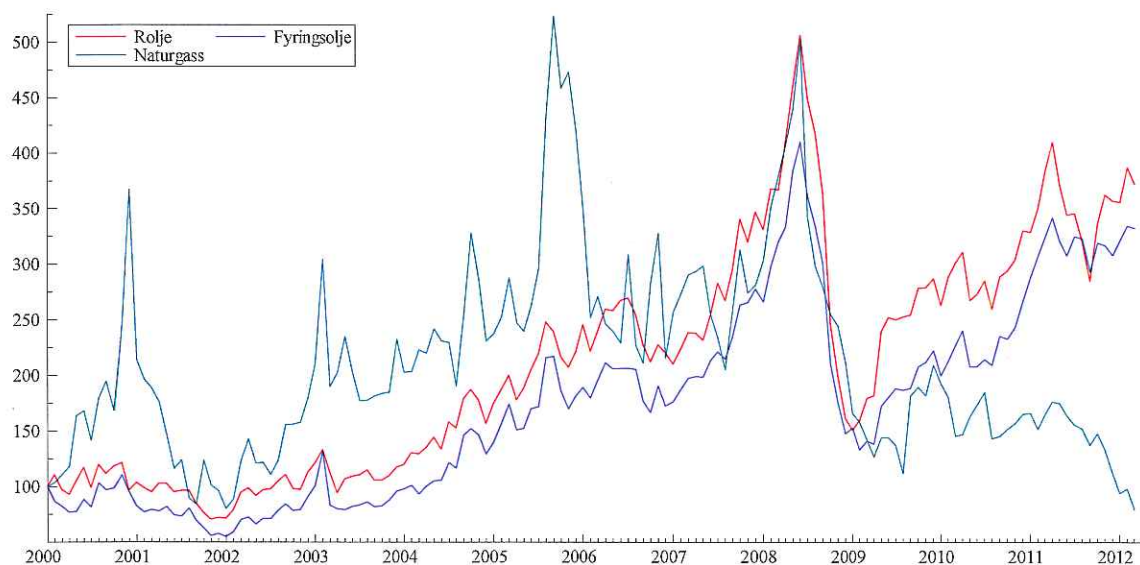
6.2. PRISUTVIKLINGEN I MARKEDET FOR OLJERELATERTE PRODUKTER

I denne delen av oppgaven ser vi på prisutviklingen i markedet for oljerelaterte produkter. Dette kapittelet vil vi gi en oversikt over markedet for oljeprodukter. Presentasjonen av oljeproduktene vil være delt inn på samme måte som for feedstock. Det vil si at vi har delt inn råvarene i to grafer, og råolje er inkludert i begge grafene. Prisene er indeksert fra 2000.

Figur 7 viser prisene på GSCI, råolje og bensin. Ikke overraskende følger disse råvarene hverandre tett. Unntaket her er kun i perioden mellom 2005-2006 da bensinprisene nådde nye høyder. Det er mange ulike grunner til dette. Av hovedårsaker kan vi nevne stigende råolje- og etanolpris.



Figur 7 Månedlige indekserte priser for GSCI, råolje og bensin i perioden 2000-2012. Januar 2000 = 100



Figur 8 Månedlige indekserte priser for råolje, fyringsolje og naturgass i perioden 2000-2012. Januar 2000 =100

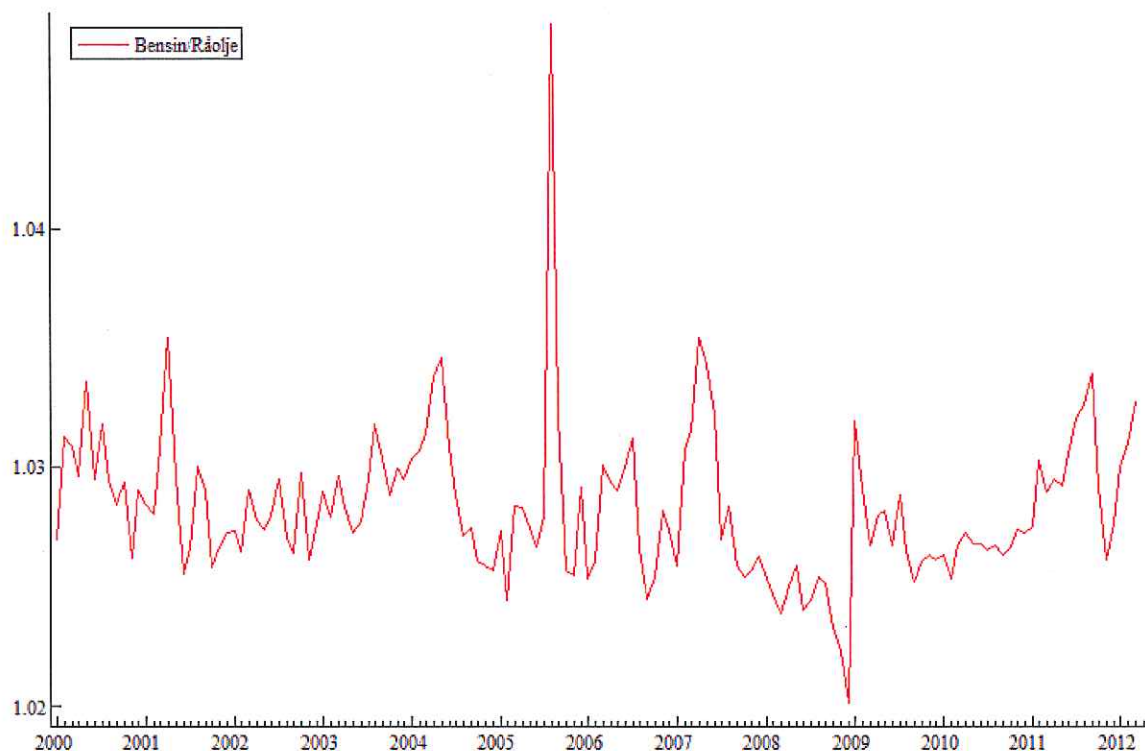
Figur 8 viser at prisene på råolje og fyringsolje har fulgt hverandre svært tett gjennom hele perioden. Naturgass beveger seg annerledes enn råolje og fyringsolje. Det ser ut til at naturgassprisen overdriver prissvingninger i forhold til råolje og fyringsolje. Den tydeligste økningen i naturgassprisen er i perioden 2005-2006. Hovedgrunnen til økningen i naturgassprisen var herjingen til orkanen Katarina som truet infrastruktur rundt naturgassproduksjonen (Hamilton, 2006). Selv om naturgassprisen har hatt kraftigere prisbevegelser enn råolje i perioden før 2008, har prisen vært nært knyttet opp mot råoljeprisen. Mye av grunnen til dette er at mange fabrikker har hatt anledning til å bytte mellom naturgass og råolje. Brown og Yücel (2007) så på

drivere bak naturgassprisene, basert på ukentlige priser fra januar 1994 til juli 2006. Gjennom sin analyse tar de hensyn til vær, sesongvariasjoner, lagerbeholdning og produksjonsstopp i Mexicogulfen. På bakgrunn av dette finner de at råoljeprisen i stor grad kan forklare naturgassprisen. Dette er i overensstemmelse med det vi observerer i Figur 8 frem til 2009. I perioden etter 2009 førte en kombinasjon av høy produksjon og lav etterspørsel til en nedadgående trend for naturgassprisen. Derimot stiger råoljeprisen i samme periode. Dette kan være en indikasjon på at råoljeprisen ikke lenger fungerer som en god indikator for naturgassprisen.

Prisen på fyringsolje blir hovedsakelig drevet av bevegelser i råoljeprisen. Dette forholdet er i overensstemmelse med det vi ser i Figur 8. Fyringsolje påvirkes også av andre faktorer som størrelse på lagerbeholdninger og vær. Fyringsolje har en prisøkning fra 2004. Denne økningen skyldes stigende råoljepris, og ekstremvær som orkaner i USA. I 2008/2009 nådde prisen på fyringsolje et rekorthøyt nivå. Denne økningen kom i hovedsak fra lave lagerbeholdninger, stigende oljepriser og ekstremvær (Patrick et al., 2009).

Det er vanskelig å peke på en enkelt faktor som driver oljeprisen. Vi har derfor valgt ut noen av de viktigste prisdriverne som bidro til den voldsomme prisstigningen fra 2005. Det første vi kan nevne er at OPEC landene hadde liten mulighet til å øke kapasiteten, og at dette skapte etterspørselsoverskudd. I samme periode var det svak dollar, kombinert med økt vekst i Asia. USA opplevde også mye ekstremvær gjennom 2005, og dette falt sammen med perioden hvor man gikk over fra MTBE til etanol i drivstoff. Finanskrisen i 2008 førte igjen til et drastisk prisfall også for olje, men produksjonskutt fra OPEC landene fikk prisene til å stige raskt i slutten av 2008/ begynnelsen av 2009.

Det kan også være nyttig å se på det relative forholdet mellom bensinprisen og råoljeprisen. Dette fordi bensin er en konkurrent til biodrivstoff. Vi ønsker å se på hvordan bensin og råolje har beveget seg i forhold til hverandre i perioden 2000 til 2012. Figur 9 viser det relative forholdet mellom bensin og råolje ($\frac{\text{bensin}}{\text{råolje}}$), på logaritmisk skala.



Figur 9: Forholdet mellom bensin/råolje. Basert på månedlige observasjoner fra januar 2000 til mars 2012

Bensin og råolje følger hverandre tett gjennom hele perioden. Som vi kan se fra Figur 9, beveger grafen seg rundt 1,03 i hele perioden, med noen unntak. Det er et tydelig sjokk i midten av 2005 som følge av at bensinprisen nesten doblet seg fra juli 2005 til august 2005. Denne økningen kan synes å ha en sammenheng med ekstremværet i Mexicogulven i nettopp denne perioden. Nedgangen i grafen i slutten av 2008 skyldes at bensinprisen har falt mer enn råoljeprisen.

En fellesnevner for samtlige av de oljerelaterte råvarene er at de alle blir påvirket av bevegelser i råoljeprisen. Med unntak av naturgass etter 2009, viser Figur 7 og Figur 8 at samtlige oljerelaterte råvarer følger samme pristrend i mer eller mindre grad gjennom hele perioden. Dette kan indikere at det eksisterer et eget marked for oljerelaterte råvarer.

7. AVKASTNING, RISIKO OG FORDELINGSEGENSKAPER FOR OLJEPRODUKTER OG FEEDSTOCK 2000 – 2012

I dette kapittelet skal vi se på utvikling i avkastninger, standardavvik, risikojustert avkastning og avkastningenes fordelingsegenskaper gjennom perioden 2000-2012. For å gjøre dette er hele perioden delt inn i tre subperioder. Første subperiode går fra 2000- juni 2007, andre subperiode er fra juli 2007-2009 og siste subperiode er fra 2010-2012. I subperioden 2007(7) -2009 isolerer vi effektene ved oppsvingen i biodrivstoffproduksjon, matvarekrisen og finanskrisen, for å se om det har skjedd endringer fra første til siste subperiode.

7.1. RÅVARENES AVKASTNINGER

I denne delen ser vi på hvordan avkastningene til de ulike råvarene har vært for hele perioden og for de ulike periodene. Hovedsakelig benyttes ukentlige avkastninger i dette avsnittet, men priser for raps- og solsikkeolje er kun tilgjengelig på månedsbasis, og disse avkastningene er derfor basert på månedlige priser.

En forutsetning for analysen er at avkastningene er uavhengige av tid. Derfor benytter vi logaritmiske avkastninger ($r = \ln(P_t/P_{t-1})$). Logaritmiske avkastninger (heretter avkastninger) kan konverteres fra ukentlige og månedlige til årlige, ved å multiplisere med henholdsvis 52 og 12. Ukentlige og månedlige standardfeil transformeres til årlige ved å multiplisere med kvadratroten av henholdsvis 52 og 12.

Videre undersøkes det om avkastningene har vært signifikant forskjellig fra null. Dette gjøres ved en standard t-test, $t = \frac{r_{\text{år}} - H_0}{SE_{\text{år}}}$, hvor resultatene fra t-testen måles opp mot et sett kritiske verdier. Dersom beregnet t-verdi er større enn kritisk t-verdi forkastes nullhypotesen, og avkastningen er da signifikant forskjellig fra null.

Tabell 7 viser ukentlige avkastninger for alle råvarene, unntatt for raps- og solsikkeolje som er basert på månedsdata. De fleste avkastningene er signifikant forskjellig fra null, unntatt for subperioden 2007-2009. Grunnen til dette skyldes en bratt prisoppgang i 2007 kombinert med en bratt prisnedgang i 2008. Tabell 7 viser også at alle råvarene med unntak av mais, sukker og solsikkeolje har lave annualiserte avkastninger i denne perioden.

Tabell 7: Annualiserte avkastninger basert på ukesdata for perioden 2000-2012, inkludert subperioder

	2000 -2007 (6)	2007 (7) - 2009	2010- 2012	Hele perioden 2000 - 2012
<i>Råolje</i>	13.9%*	3.5%	12.2%*	11.5%*
<i>Fyringsolje</i>	15.3%*	0.1%	19.3%*	12.9%*
<i>Naturgass</i>	15.2%*	-7.3%	-43.4%*	-0.3%
<i>Bensin</i>	16.6%*	-4.8%	23.0%*	13.5%*
<i>Etanol</i>	19.8%*	-1.5%	9.8%*	9.0%*
<i>Mais</i>	6.2%*	8.6%*	20.8%*	9.4%*
<i>Soyaolje</i>	11.1%*	2.0%	16.9%*	10.3%*
<i>Hvete</i>	11.2%*	-4.2%	8.6%*	7.6%*
<i>Sukker</i>	5.9%*	43.8%*	-4.2%	11.7%*
<i>GSCI</i>	12.7%*	2.1%	12.7%*	10.6%*
<i>Rapsolje</i> ¹	12.2%*	0.7%	15.0%*	10.4%*
<i>Solsikkeolje</i> ¹	6.1%*	20.8%	10.7%*	10.0%*

¹ Basert på månedlige observasjoner

* Signifikant forskjellig fra null på 95%-nivå

Som nevnt innledningsvis er det interessant å se om det har skjedd endringer i avkastninger fra første subperiode til siste subperiode. 7 av 12 råvarer har hatt noe høyere avkastning i siste subperiode (2010-2012) enn i første subperiode (2000-2007(6)). For hele perioden ligger avkastningene noe under de for første og siste subperiode, noe som skyldes subperioden 2007(7)-2009.

Et interessant funn er at råvarene har hatt relativt høye, positive avkastninger for hele perioden. Selv om naturgass, bensin, etanol og hvete hadde negative avkastninger i perioden 2007(7)-2009, var ingen av avkastningene signifikant forskjellig fra null. Den eneste råvaren som har hatt signifikant negativ avkastning er naturgass. Avkastningen til naturgass har gått fra å være positiv (15,2 %) i første subperiode til veldig negativ (-43,4 %) i siste subperiode.

Konklusjonsmessig kan det nevnes at selv om avkastningene i subperioden 2007(7)-2009, med unntak av sukker og mais, ikke var signifikant forskjellig fra null, har de fleste avkastningene i perioden 2010-2012 økt i forhold til første subperiode.

7.2. RÅVARENES STANDARDAVVIK

I dette avsnittet undersøker vi om det har skjedd en risikoendring fra 2000 til 2012. Ji og Fan (2012) argumenterer for at det har skjedd en volatilitetsoverføring fra råolje til feedstocks i perioden etter 2008. Dersom det har skjedd en volatilitetsoverføring fra råolje, vil vi anta at risikoen til feedstock øker i siste subperiode. Som mål på risiko vil vi her benytte standardavvik. «Standardavvik er et godt mål på risiko dersom utfallsrommet for fremtidig avkastning fordeler seg symmetrisk rundt den forventede avkastningen (Finansdepartementet, 2008)».

På samme måte som i delkapittel 7.1, benyttes avkastninger på ukentlig basis for alle råvarer, unntatt for raps- og solsikkeolje.

Analyse av standardavvik forutsetter at avkastningene er uavhengige av tid og normalfordelte. Som nevnt i delkapittel 7.1 bruker vi logaritmiske avkastninger for å oppfylle kravet om uavhengighet. Kravet om normalfordeling kommer vi nærmere inn på i delkapittel 7.4 som omhandler avkastningenes fordelingssegenskaper.

For å kunne sammenlinke ukentlige og månedlige standardavvik velger vi å annualisere avkastningene. For ukentlige standardavvik gjøres dette ved å multiplisere ukentlig standardavvik med kvadratroten av 52, for månedlige multipliserer vi med kvadratroten av 12.

Tabell 8 rapporterer annualiserte standardavvik for hele perioden og alle subperiodene.

Tabell 8: Annualiserte standardavvik basert på ukesdata for perioden 2000-2012, inkludert subperioder

	2000 -2007 (6)	2007 (7) - 2009	2010- 2012	Hele perioden 2000 - 2012
<i>Råolje</i>	37.8%	55.1%	31.1%	40.8%
<i>Fyringsolje</i>	41.0%	40.3%	27.7%	38.7%
<i>Naturgass</i>	57.6%	56.5%	42.1%	54.8%
<i>Bensin</i>	48.4%	51.5%	31.3%	46.3%
<i>Etanol</i>	42.5%	32.2%	29.6%	35.0%
<i>Mais</i>	26.5%	41.0%	33.7%	31.3%
<i>Soyaolje</i>	23.7%	34.9%	20.3%	25.8%
<i>Hvete</i>	27.8%	41.7%	37.8%	33.0%
<i>Sukker</i>	34.1%	40.6%	42.2%	37.1%
<i>GSCI</i>	22.4%	34.4%	21.7%	25.1%
<i>Rapsolje</i> ¹	19.2%	30.0%	14.9%	21.1%
<i>Solsikkeolje</i> ¹	27.2%	60.8%	13.2%	35.0%

¹ Basert på månedlige observasjoner

I perioden 2007(7)-2009 er det bare fyringsolje, naturgass og etanol som har lavere standardavvik i forhold til perioden 2000-2007(6). For perioden 2010-2012 er det kun sukker som har høyere standardavvik i denne perioden i forhold til subperioden 2007(7)-2009. Dersom vi sammenlikner første subperiode med siste, er det kun mais, hvete og sukker som har høyere standardavvik i siste subperiode i forhold til første subperiode. For perioden 2010-2012 finner vi også at etanol (29,6 %), råolje (31,3 %), bensin (31,3 %) og mais (33,7 %) har standardavvik nærmere hverandre i forhold til første subperiode, hvor standardavviket for etanol var 42,5 %, råolje 37,8 %, bensin 48,4 % og mais 26,5 %. Dette kan indikere at standard avviket til råvarer som mais, bensin og etanol har blitt likere standard avviket til råolje.

7.3. RISIKOJUSTERT AVKASTNING

For å se på hvordan råvarene har utviklet seg i forhold til avkastning og risiko har vi beregnet en risikojustert avkastning. For utregning av risikojustert avkastning har vi benyttet en tilnærmet sharpe-ratio ved å dividere avkastninger (fra delkapittel 7.1) på standardavvik (fra delkapittel 0).

Risikojustert avkastning gir et bilde av hvordan avkastningen har utviklet gjennom de ulike periodene når vi justerer for risiko. Tabell 9 gir en oversikt over annualiserte risikojusterte avkastninger.

Tabell 9: Risikojustert avkastning annualisert, basert på ukentlige observasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder

	2000-2007 (6)	2007 (7) - 2009	2010- 2012	Hele perioden 2000 - 2012
<i>Råolje</i>	0.37	0.06	0.39	0.28
<i>Fyringsolje</i>	0.37	0.00	0.70	0.33
<i>Naturgass</i>	0.26	-0.13	-1.03	-0.01
<i>Bensin</i>	0.34	-0.09	0.74	0.29
<i>Etanol</i>	0.47	-0.05	0.33	0.26
<i>Mais</i>	0.23	0.21	0.62	0.30
<i>Soyaolje</i>	0.47	0.06	0.83	0.40
<i>Hvete</i>	0.40	-0.10	0.23	0.23
<i>Sukker</i>	0.17	1.08	-0.10	0.32
<i>GSCI</i>	0.57	0.06	0.58	0.42
<i>Rapsolje</i> ¹	0.63	0.02	1.01	0.49
<i>Solsikkeolje</i> ¹	0.22	0.34	0.81	0.29

¹ Basert på månedelige observasjoner

Som nevnt i delkapittel 7.1 er det kun mais og sukker som har en avkastning signifikant forskjellig fra null. Målt i forhold til risiko kommer disse råvarene best ut i perioden 2007(7)-2009. Naturgass, etanol, hvete og sukker har høyest risikojustert avkastning i perioden 2000-2007(6), men råolje, fyringsolje, bensin, mais, soyaolje, GSCI, rapsolje og solsikkeolje har høyest risikojustert avkastning i perioden 2010-2012. Siste subperiode er derfor den perioden som har gitt best avkastning i forhold til risiko i perioden fra 2000 til 2012.

Totalt ser det ut til at 8 av 12 råvarer har hatt en økning i risikojustert avkastning i perioden fra 2010 til 2012. Dette kan indikere at selv om oljeprodukter og feedstock følger hverandre nærmere i siste subperiode, har det totalt sett bedret forholdet mellom avkastning og risiko. Vi finner som Ji og Fan (2012) at det for hvete, mais og sukker kan ha vært en volatilitetsoverføring fra oljemarkedet.

7.4. AVKASTNINGENES FORDELINGSEGENSKAPER

7.4.1. TRADISJONELLE MÅL FOR SKJEVHET OG KURTOSE

Statistiske analyser benyttet for å beregne standardavvik, PCA og VAR forutsetter at variablene følger en normalfordeling. Dersom variablene ikke er normalfordelte vil vi kunne få spuriøse sammenhenger. Tester for skjevhet og kurtose vil avgjøre om variablene er normalfordelte. Hair og Anderson (2010) kalkulerer z-verdier ut i fra følgende sammenhenger for skjevhet og kurtose;

$$(7.1.) z_{skjevhet} = \frac{skjevhet}{\sqrt{\frac{6}{N}}},$$

$$(7.2.) z_{kurtose} = \frac{excess\ kurtose}{\sqrt{\frac{24}{N}}}.$$

Nullhypotesen her er at variablene er normalfordelte. Ved å sammenlikne kalkulerte z-verdier mot kritiske z-verdier forkastes nullhypotesen når kalkulert z-verdi er høyere enn kritisk z-verdi. Resultater som er signifikante på 95 %-nivå har kritisk z-verdi på 1,96, og for 99 %-nivå er tilsvarende verdi 2,58.

Tabell 10 viser verdier for skjevhet og excess kurtose. Variabler med en og to stjerner er signifikant forskjellig fra nullhypotesen på henholdsvis 95 %- og 99 %-nivå og følger dermed ikke en normalfordeling.

Tabell 10: Verdier for skjevhet og excess kurtose for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. Ukentlige observasjoner.

	2000-2007(6)		2007(7)-2009		2010-2012		Hele perioden 2000 - 2012	
	Skjevhet	Excess kurtosis	Skjevhet	Excess kurtosis	Skjevhet	Excess kurtosis	Skjevhet	Excess kurtosis
Råolje	-0.70 **	1.85 **	-0.96 **	4.12 **	-0.58 *	1.77 **	-0.88 **	4.28 **
Fyringsolje	-0.29 *	1.50 **	-0.23	1.04 *	-0.66 **	1.19 *	-0.31 **	1.63 **
Naturgass	0.09	0.50 *	0.02	0.52	0.33	0.28	0.13	0.62 **
Bensin	-0.17	1.89 **	-0.43 *	2.35 **	-0.14	0.56	-0.27 *	2.34 **
Etanol	0.50 *	6.10 **	0.03	0.80	-0.52 *	2.27 **	0.22	5.19 **
Mais	0.32 *	1.23 **	-0.28	1.29 **	-0.41	0.46	-0.12	1.80 **
Hvete	0.50 **	0.74 **	-0.21	0.11	0.10	0.13	0.10	0.77 **
Soyaolje	0.18	1.33 **	-0.71 **	0.69	-0.32	0.48	-0.33 **	1.69 **
Sukker	-0.06	3.15 **	0.11	0.74	-0.33	0.14	-0.08	1.77 **
GSCI	-0.44 **	0.97 **	-0.98 **	2.74 **	-1.03 **	2.02 **	-0.85 **	3.15 **
Rapsolje ¹	-0.13	1.49 **	-0.22	-0.18	0.88	-0.08	-0.23	1.34 **
Solsikkeolje ¹	-1.10 **	9.70 **	2.30 **	5.97 **	-0.01	-0.02	2.20 **	16.71 **

¹ Basert på månedlige avkastninger
 * = Signifikant forskjellig fra null på 95% nivå
 ** = Signifikant forskjellig fra null på 99% nivå

Perioden fra 2000-2007(6) er den perioden, i tillegg til hele perioden fra 2000-2012, som har flest verdier for excess kurtose og skjevhet signifikant forskjellig fra null. Vi ser at råolje, fyringsolje, GSCI og solsikkeolje har negativ skjevhet i første subperiode. Negativ skjevhet indikerer at negative «sjokk» inntreffer hyppigere enn positive «sjokk». I tillegg indikerer høye verdier for excess kurtose at fordelingen er preget av fete haler. Fete haler indikerer at fordelingen har svært høye eller lave avkastninger hyppigere enn det som er å forvente av en normalfordeling. Ofte omtalt som «black swan effect».

For periodene 2007(7) – 2009 og 2010-2012 er det flere råvarer som følger normalfordeling. Det vil si råvarer hvor hverken kurtose eller skjevhet er signifikant forskjellig fra null. For perioden 2010-2012 er 8 av 12 råvarer normalfordelte, mens for perioden 2007(7)-2009 er 5 av 12 normalfordelte. Soyaolje er den eneste feedstock råvaren med skjevhet i perioden 2007(7)-2009, mens mais er eneste feedstock med excess kurtose.

Resultatene for solsikkeolje og rapsolje er basert på månedsdata, og dataene for subperiodene vil derfor være relativt "tynne". Det er derfor viktig å utvise forsiktighet når en tolker resultatene. For raps finner vi at det ikke er noen skjevhet i observasjonene. Solsikkeolje har utviklet seg fra å være negativ til positiv, og deretter null i subperiodene, men den har signifikant positiv skjevhet for hele perioden.

For å se hvor godt dataene passer inn i en normalfordeling kan vi kjøre en Jarque Bera test. Denne testen krever at utvalget er stort¹. Verdiene vurderes ut i fra en kji-kvadrat fordeling med to frihetsgrader med kritisk verdi på 5,99. For våre resultater beholder vi kun naturgass i perioden 2000-2007(6). I perioden 2007(7)-2009 beholder vi naturgass, etanol, sukker, rapsolje og hvete. For siste subperiode blir naturgass, bensin, mais, hvete, soyaolje, sukker, raps- og solsikkeolje beholdt. Ser vi på hele perioden passer ingen av avkastningene inn i en normalfordeling. Dette stemmer overens med resultatene fra Tabell 10.

7.4.2. ROBUSTE MÅL FOR SKJEVHET OG KURTOSE

Problemet med tradisjonelle mål på skjevhet og kurtose, er vektleggingen av «sjokk» i modellen. Med dette menes vektlegging av ekstreme verdier som kan knyttes til enkelte ekstraordinære hendelser. Ved å benytte mer robuste mål på skjevhet og kurtose, som vektlegger ekstraordinære hendelser mindre enn tradisjonelle metoder, vil vi få færre signifikante resultater (Kat og Oomen (2007)). Det betyr at vi oftere vil beholde nullhypotesen om at avkastningene er normalfordelte.

Bowleys metode gir oss et slikt mål. Denne metoden beregner skjevhet basert på kvantiler som vist i likningen under (Kim og White (2004)).

$$(7.3) \text{ Skjevhet} = SK = \frac{Q_3 + Q_1 - 2Q_2}{Q_3 - Q_1}$$

Hvor;

$N = \text{antall observasjoner,}$

$$Q_1 = N \times \frac{1}{4},$$

$$Q_2 = N \times \frac{2}{4}, = \text{medianen til utvalget og}$$

$$Q_3 = N \times \frac{3}{4}.$$

I Tabell 11 har vi beregnet verdier for skjevhet basert på Bowlers metode. Mål på signifikans er de samme som i Tabell 10. Ut i fra Tabell 11 har ingen av avkastningene skjevhet eller kurtose signifikant forskjellig fra null, det vil med andre ord si at avkastningene er normalfordelte.

¹ Formel benyttet i utregning av Jaraque Beras test for normalitet

$$JB = \frac{n}{6} \left(\text{Skewness}^2 + \frac{1}{4} (\text{Excess Kurtosis})^2 \right) \sim \chi^2. \text{ Kritisk verdi med to frihetsgrader, 2.d.f., er 5,99.}$$

Tabell 11: Robuste mål på skjevhet og excess kurtosis for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. Ukentlige observasjoner.

	2000 - 2007 (6)		2007 (7) - 2009		2010 - 2012		Hele perioden 2000 - 2012	
	Skjevhet	Excess Kurtose	Skjevhet	Excess Kurtose	Skjevhet	Excess Kurtose	Skjevhet	Excess Kurtose
Råolje	0.03	0.02	-0.39	0.17	0.05	0.12	-0.04	0.10
Fyringsolje	-0.06	-0.10	0.00	0.20	0.10	0.43	-0.05	0.03
Naturgass	0.11	0.08	-0.11	0.27	0.00	0.16	0.06	-0.01
Bensin	0.04	0.05	-0.05	0.32	0.16	0.11	0.01	0.18
Etanol	-0.08	0.01	-0.07	0.16	0.10	0.20	-0.10	0.10
Mais	0.00	0.17	-0.18	0.46	-0.15	0.04	0.05	0.22
Hvete	-0.03	0.01	0.20	0.10	-0.21	-0.14	0.02	0.03
Soyaolje	0.10	0.01	-0.11	0.09	-0.20	-0.23	-0.01	-0.05
Sukker	-0.08	0.06	0.31	0.44	0.13	-0.06	0.06	0.13
GSCI	0.06	-0.06	-0.04	0.18	-0.08	0.18	0.05	0.01
Rapsolje ¹	0.14	-0.48	-0.20	-0.14	0.32	1.02	0.10	-0.05
Solsikkeolje ¹	0.01	0.72	-0.05	0.29	0.37	-0.12	0.33	0.96*

¹ Basert på månedlige avkastninger
* Signifikant forskjellig fra null på 95% nivå
** Signifikant forskjellig fra null på 99% nivå

Moors (1988) fant at det opprinnelige målet på kurtose kan tolkes ut fra andelen av en distribusjon som ligger rundt gjennomsnittet eller standardavviket. Dersom store deler av fordelingen er sentrert rundt gjennomsnittet eller i halene til fordelingen får man en stor kurtoseverdi. Moors (1988) utredet et nytt robust mål på kurtose basert på oktilverdier, med ny kurtosekoeffisient på 1,23.

$$(7.4.) Kurtose = KS = \frac{(E_7 - E_5) + (E_3 - E_1)}{E_6 - E_2} - 1,23$$

E er oktilverdiene til utvalget, hvor E_1 er $N * \frac{1}{8}$, E_2 er $N * \frac{2}{8}$ osv. Ved å benytte samme z-verdi som for den opprinnelige kurtoseverdien er det kun solsikkeolje som ikke er normalfordelt i forhold til kurtoseverdi, se Tabell 11.

Konklusjonen er at ved å benytte mer robuste mål på kurtose og skjevhet finner vi, i tråd med forskningen til Kat og Oomen (2007), at avkastningene til råvarene er normalfordelte.

7.5. OPPSUMMERING AV AVKASTNING, RISIKO OG FORDELINGSEGENSKAPENE FOR OLJEPRODUKTER OG FEEDSTOCK FOR PERIODEN 2000-2012

Ut i fra disse analysene finner vi at avkastningene til råvarene har økt fra første subperiode til siste. I tillegg er avkastningene enten på samme eller høyere nivå før krisetidene i perioden 2007(7) – 2009. Det har i tillegg vært en økning i standardavviket til mais, sukker og hvete. Totalt sett observerer vi at risikojustert avkastning har økt for flere feedstokks. Grunnen til dette er fordi avkastningene har økt med mer enn standardavviket. Ved å benytte robuste mål finner vi lite skjevhet i råvarenes avkastninge, for daglige, ukentlig og månedlige observasjoner. Dette gjør at vi kan bruke analyser for standardavvik, PCA og VAR.

8. BIVARIATE KORRELASJONER FOR DAGLIGE, UKENTLIGE OG MÅNEDLIGE AVKASTNINGER

Bivariate korrelasjoner, eller enkle korrelasjoner, viser hvordan en råvare beveger seg i forhold til en annen. I denne oppgaven vil korrelasjonsanalyse være et nyttig virkemiddel for å se om det har skjedd endring i samvariasjonen i avkastningene mellom ulike råvarer.

Tradisjonell gruppering av råvarer baserer seg på at feedstock korrelerer mest med feedstock, mens energi korrelerer mest med energi (Kat og Oomen (2006)). I dette kapitlet vil vi se om det har skjedd endringer i den tradisjonelle grupperingen, særlig med tanke på perioden etter 2007. Dette fordi biodrivstoff og investeringer (både indirekte gjennom indekser og direkte i råvarekontrakter) har økt etter denne perioden (Tang and Xiong, 2010).

Vi vil benytte korrelasjoner for daglige, ukentlige og månedlige avkastninger. Det er verdt å bemerke at etanolkontrakten ikke starter før 30. april 2005 og at etanolkorrelasjonene må tolkes med varsomhet i periodene hvor kontrakten ikke er fullstendig.

For å finne ut om korrelasjonene er signifikante benytter vi oss av en t-test. Her vurderes t-verdien ut i fra et sett kritiske verdier. Denne beregnes på følgende måte:

$$t - verdi = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim t_{n-2}$$

Tabellene er bygget opp slik at alle korrelasjoner som er signifikante på 95 % nivå er uthevet. Vi vil nå gå gjennom alle subperiodene og sammenlikne disse på tvers av dag, uke og måned, før vi til slutt ser på hele perioden under ett.

8.4. RESULTATER FRA KORRELASJONSANALYSEN

Tabell 12 viser månedlige korrelasjoner fra 2000 til juni 2007, mens Tabell 13 viser ukentlige og Tabell 14 viser daglige korrelasjoner. For månedlige og ukentlige korrelasjoner er det tydelig at oljeproduktene korrelerer mest med hverandre og feedstocks mest med feedstocks, noe som stemmer med den tradisjonelle grupperingen av råvarer. I tillegg er etanolkontrakten også korrelert med oljeproduktene for ukentlig og daglige observasjoner. For daglige observasjoner er ikke den tradisjonelle grupperingen like fremtredende. Her korrelerer mais og soyaolje med både råolje og naturgass, mens hvete korrelerer med råolje og fyringsolje.

Tabell 12: Månedlige korrelasjoner mellom 2000 og juni 2007

2000-2007 (6)	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker	Rapsolje	Solsikkeolje
Fyringsolje	0.76										
Naturgass	0.31	0.50									
Bensin	0.71	0.54	0.27								
Etanol	0.39	0.34	0.12	0.24							
Mais	-0.19	-0.19	0.06	-0.09	0.21						
Soyaolje	-0.20	-0.12	-0.05	-0.21	0.36	0.46					
Hvete	-0.02	-0.01	0.15	-0.05	0.20	0.49	0.26				
Sukker	0.16	0.18	0.19	0.17	0.47	-0.03	-0.18	0.12			
Rapsolje	0.12	0.24	-0.02	0.06	0.09	-0.15	-0.34	-0.04	0.05		
Solsikkeolje	-0.03	-0.02	0.07	-0.05	-0.02	0.05	0.04	-0.11	0.01	0.19	
GSCI	0.88	0.85	0.64	0.70	0.43	-0.06	-0.12	0.10	0.26	0.12	0.03

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 13: Ukentlig korrelasjoner mellom 2000 og juni 2007

2000-2007 (6)	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.74								
Naturgass	0.29	0.41							
Bensin	0.69	0.65	0.25						
Etanol	0.21	0.31	0.16	0.44					
Mais	0.06	0.02	0.06	0.04	0.05				
Soyaolje	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05	0.43			
Hvete	0.09	0.06	-0.05	0.07	0.03	0.57	0.26		
Sukker	0.16	0.13	0.12	0.17	0.17	0.07	0.09	0.13	
GSCI	0.84	0.83	0.55	0.73	0.30	0.17	0.13	0.15	0.22

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 14: Daglige korrelasjoner mellom 2000 og juni 2007

2000-2007 (6)	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.70							
Naturgass	0.31	0.36						
Bensin	0.63	0.61	0.28					
Mais	0.07	0.05	0.06	0.02				
Soyaolje	0.08	0.05	0.06	0.02	0.46			
Hvete	0.08	0.07	0.02	0.02	0.60	0.35		
Sukker	0.07	0.06	0.04	0.06	0.08	0.07	0.09	
GSCI	0.82	0.81	0.54	0.70	0.18	0.16	0.18	0.11

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 15, Tabell 16 og Tabell 17 tar for seg korrelasjoner mellom juli 2007 og 2009. Her er det tydelig endring i forhold til første subperiode. For det første er alle korrelasjonene for dag og uke signifikante. Det vil med andre ord si at alt korrelerer. For månedlige korrelasjoner har vi fortsatt tendenser til den tradisjonelle inndelingen. Men det eksisterer også korrelasjoner på tvers av grupperingen ved at mais, soyaolje og rapsolje korrelerer med råolje, fyringsolje, etanol og bensin.

Det er verdt å nevne at denne subperioden er noe spesiell da den inneholder både matvare- og finanskrisen. Dette var store makroøkonomiske hendelser som påvirket hele markedet, og det vil derfor være naturlig å se høyere korrelasjoner i denne perioden.

Tabell 15: Månedlige korrelasjoner mellom juli 2007 og 2009

2007 (7) - 2009	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker	Rapsolje	Solsikkeolje
Fyringsolje	0.91										
Naturgass	0.47	0.47									
Bensin	0.79	0.84	0.19								
Etanol	0.61	0.61	0.39	0.47							
Mais	0.51	0.52	0.45	0.32	0.60						
Soyaolje	0.60	0.56	0.28	0.50	0.54	0.66					
Hvete	0.28	0.34	0.14	0.20	0.24	0.66	0.61				
Sukker	0.16	0.09	-0.06	0.11	0.11	0.00	0.31	0.05			
Rapsolje	0.50	0.58	0.16	0.39	0.39	0.28	0.30	0.33	0.14		
Solsikkeolje	0.29	0.35	0.23	0.23	0.21	0.11	-0.11	-0.22	-0.25	0.43	
GSCI	0.97	0.93	0.53	0.79	0.66	0.63	0.71	0.42	0.18	0.50	0.26

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 16: Ukentlige korrelasjoner mellom juli 2007 og 2009

2007 (7)-2009	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.72								
Naturgass	0.33	0.38							
Bensin	0.62	0.79	0.28						
Etanol	0.37	0.41	0.28	0.36					
Mais	0.45	0.39	0.29	0.38	0.54				
Soyaolje	0.53	0.62	0.39	0.45	0.49	0.64			
Hvete	0.35	0.34	0.20	0.23	0.36	0.65	0.56		
Sukker	0.40	0.38	0.21	0.33	0.32	0.29	0.43	0.26	
GSCI	0.85	0.89	0.43	0.79	0.50	0.60	0.72	0.49	0.47

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 17: Daglige korrelasjoner mellom juni 2007 og 2009

2007 (7)-2009	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.76							
Naturgass	0.28	0.32						
Bensin	0.65	0.70	0.24					
Mais	0.43	0.40	0.20	0.30				
Soyaolje	0.59	0.60	0.27	0.46	0.63			
Hvete	0.35	0.35	0.14	0.22	0.59	0.51		
Sukker	0.35	0.34	0.19	0.25	0.30	0.37	0.29	
GSCI	0.88	0.89	0.37	0.74	0.55	0.71	0.47	0.40

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Det interessante blir å se om de sammenhengene vi så i perioden 2007(7)-2009 fortsetter inn i perioden 2010-2012, hvor de største makroøkonomiske svingningene er over. Korrelasjoner for perioden 2010-2012 finnes i Tabell 18, Tabell 19 og Tabell 20 for henholdsvis månedlige, ukentlige og daglige frekvenser.

Det første å merke seg er at naturgass ikke lenger er signifikant korrelert med noen andre av råvarene på månedlig frekvens og kun GSCI på ukentlig frekvens. Også i denne perioden observeres det korrelasjoner innad i oljeprodukter, og det samme for feedstock. Det interessante her er hvorvidt korrelasjonene mellom feedstock og oljeproduktene fortsatt eksisterer. Her ser vi blant annet at mais og soyaolje korrelerer med råolje, fyringsolje og etanol. Videre ser vi at soya også korrelerer med bensin. Det er også verdt å merke seg at vi finner det samme for hvete på ukentlige og daglige frekvenser. På månedlige frekvenser er ikke korrelasjonen signifikant.

Rapsolje korrelerer kun med solsikkeolje, soyaolje og etanol. Solsikkeolje på sin side korrelerer ikke med noe annet enn rapsolje. Det kan derfor synes som denne ikke har stor sammenheng med noen av råvarene.

Tabell 18: Månedlige korrelasjoner mellom 2010 og 2012

2010-2012	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker	Rapsolje	Solsikkeolje
Fyringsolje	0.85										
Naturgass	0.30	0.13									
Bensin	0.76	0.82	0.01								
Etanol	0.11	0.19	0.18	0.06							
Mais	0.39	0.48	0.26	0.32	0.56						
Soyaolje	0.49	0.52	0.33	0.38	0.40	0.80					
Hvete	0.31	0.38	0.27	0.21	0.40	0.76	0.70				
Sukker	-0.04	0.02	0.30	-0.02	0.37	0.32	0.30	0.22			
Rapsolje	0.27	0.35	0.16	0.31	0.42	0.35	0.47	0.35	0.36		
Solsikkeolje	-0.04	0.18	-0.03	0.19	0.24	0.22	0.13	0.03	0.10	0.60	
GSCI	0.93	0.93	0.30	0.80	0.27	0.60	0.66	0.50	0.12	0.42	0.10

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 19: Ukentlige korrelasjoner mellom 2010 og 2012

2010-2012	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.88								
Naturgass	0.16	0.11							
Bensin	0.75	0.79	0.16						
Etanol	0.20	0.25	0.09	0.17					
Mais	0.20	0.24	0.13	0.08	0.41				
Soyaolje	0.48	0.51	0.07	0.35	0.35	0.56			
Hvete	0.20	0.21	0.16	0.08	0.34	0.76	0.58		
Sukker	0.17	0.14	0.07	0.12	0.14	0.30	0.27	0.25	
GSCI	0.93	0.92	0.20	0.78	0.30	0.39	0.60	0.36	0.29

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 20: Daglige korrelasjoner mellom 2010 og 2012

2010-2012	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.82							
Naturgass	0.10	0.09						
Bensin	0.66	0.74	0.12					
Mais	0.26	0.25	0.10	0.23				
Soyaolje	0.45	0.47	0.06	0.35	0.54			
Hvete	0.25	0.24	0.14	0.23	0.73	0.54		
Sukker	0.23	0.19	0.08	0.17	0.30	0.26	0.23	
GSCI	0.91	0.87	0.17	0.73	0.42	0.58	0.40	0.33

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Ved å se på hele perioden under ett for alle frekvenser fra Tabell 21 til Tabell 23, ser vi den samme sammenhengen som i perioden 2010-2012. Men det vi ser er at alle råvarene med unntak av sukker (både for månedlige og daglige korrelasjoner) korrelerer med GSCI indeksen, som er det samme vi ser for alle subperiodene. Dessuten ser vi at etanol korrelerer både med oljeproduktene og feedstock der vi har data for denne. Dette kan indikere at selv om vi ikke nødvendigvis finner høye korrelasjoner på tvers av grupperinger for hele perioden og flere av subperiodene, har omtrent alle råvarene et fellestrekk ved at alle korrelerer med GSCI indeksen. Av våre råvarer inngår hvete, mais, sukker, råolje, fyringsolje og naturgass i GSCI indeksen og det er derfor naturlig at disse også vil ha en høy korrelasjon med indeksen. Det er interessant at vi finner signifikante korrelasjoner med GSCI for bensin, etanol, soya-, raps- og solsikkeolje selv om disse

ikke inngår i GSCI. Investering i råvarer via indekser som GSCI begynte for alvor i perioden etter 2008. Dette gjør at den trenden vi observerer her er relativt ny.

Tabell 21: Månedlige korrelasjoner hele perioden mellom 2000 og 2012

Hele perioden 2000-2012	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker	Rapsolje	Solsikkeolje
Fyringsolje	0.80										
Naturgass	0.34	0.46									
Bensin	0.72	0.63	0.24								
Etanol	0.40	0.41	0.21	0.30							
Mais	0.15	0.12	0.17	0.09	0.42						
Soyaolje	0.17	0.15	0.07	0.05	0.41	0.57					
Hvete	0.17	0.17	0.15	0.07	0.26	0.62	0.45				
Sukker	0.11	0.12	0.14	0.11	0.28	0.05	0.02	0.12			
Rapsolje	0.29	0.36	0.04	0.18	0.27	0.08	-0.02	0.17	0.11		
Solsikkeolje	0.12	0.13	0.11	0.07	0.10	0.09	-0.02	-0.14	-0.07	0.32	
GSCI	0.92	0.87	0.55	0.72	0.47	0.30	0.29	0.31	0.19	0.31	0.15

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 22: Ukentlige korrelasjoner for hele perioden mellom 2000 og 2012

Hele perioden 2000-2012	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Etanol	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.73								
Naturgass	0.28	0.37							
Bensin	0.67	0.69	0.25						
Etanol	0.27	0.33	0.19	0.36					
Mais	0.22	0.15	0.13	0.14	0.32				
Soyaolje	0.28	0.26	0.16	0.21	0.30	0.52			
Hvete	0.19	0.16	0.05	0.11	0.24	0.64	0.42		
Sukker	0.23	0.19	0.13	0.19	0.20	0.19	0.22	0.19	
GSCI	0.85	0.84	0.46	0.74	0.37	0.36	0.41	0.31	0.30

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Tabell 23: Daglige korrelasjoner for hele perioden mellom 2000 og 2012

Hele perioden 2000-2012	Råolje	Fyringsolje	Naturgass	Bensin	Mais	Soyaolje	Hvete	Sukker
Fyringsolje	0.72							
Naturgass	0.28	0.33						
Bensin	0.63	0.64	0.25					
Mais	0.23	0.18	0.10	0.13				
Soyaolje	0.30	0.25	0.12	0.19	0.53			
Hvete	0.20	0.17	0.07	0.11	0.63	0.43		
Sukker	0.17	0.14	0.08	0.12	0.19	0.18	0.18	
GSCI	0.85	0.83	0.44	0.70	0.35	0.41	0.32	0.23

Fet skrift angir signifikante verdier på 95 % nivå

Dersom vi kun fokuserer på antall signifikante korrelasjoner ser vi en utvikling for både daglige, ukentlige og månedlige korrelasjoner. Her ser vi at antall signifikante verdier øker fra første periode til siste periode, i Tabell 24. Dette er også forenlig med vår teori om økt korrelasjon etter at biodrivstoffproduksjonen startet for fullt.

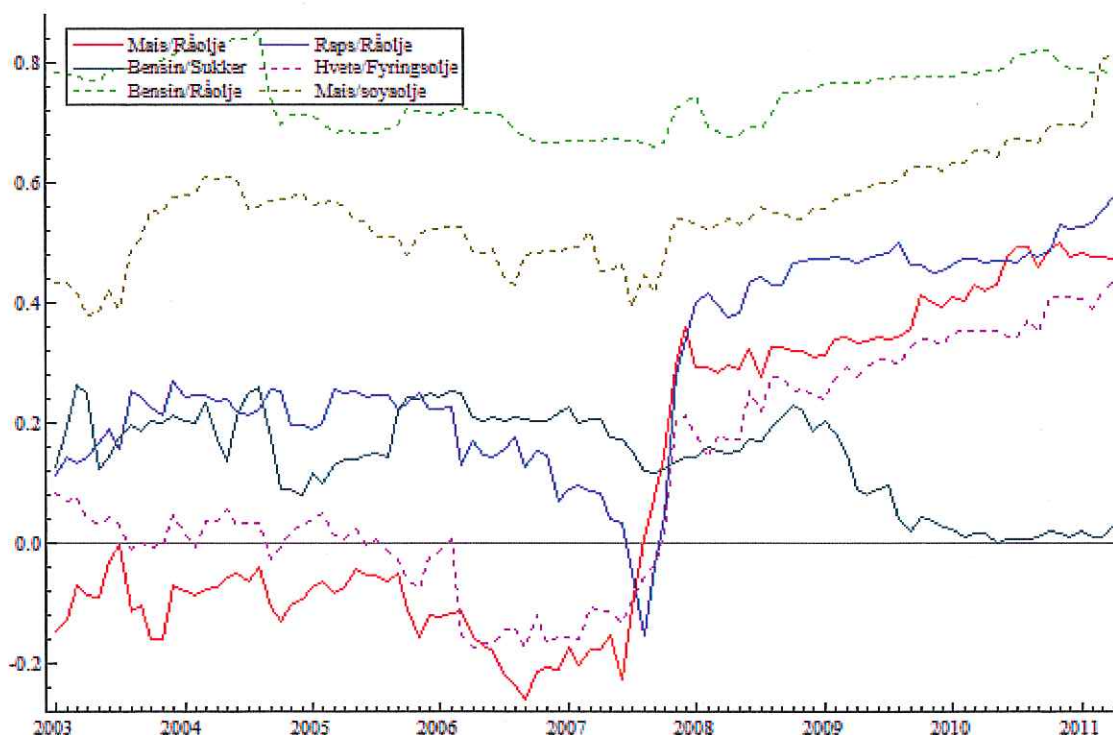
Tabell 24: Antall signifikante korrelasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder

	2000 - 2007(6)	2007(7) - 2009	2010 - 2012	Hele perioden 2000 - 2012
Månedlig	36%	36%	36%	58%
Ukentlig	60%	100%	67%	98%
Daglig	86%	100%	94%	100%

8.5. RULLERENDE KORRELASJONER

For å få en bedre oversikt over korrelasjonsutvikling har vi valgt ut noen eksempler. Vi ser på forholdet mellom mais/råolje, rapsolje/råolje, hvete/fyringsolje, bensin/sukker, bensin/råolje og mais/soyaolje. Korrelasjonen er rullerende for 36 måneders perioder.

Forholdet mellom bensin og råolje holder et høyt korrelasjonsnivå gjennom hele den observerte perioden. Det samme gjelder for forholdet mellom mais og soyaolje, men for disse råvarene er korrelasjonen stigende utover i perioden.



Figur 10: Rullerende korrelasjoner for 36 måneder. Basert på månedlig data i perioden 2000 - 2012

Når vi ser på forholdene mais/råolje og hvete/fyringsolje starter disse med lav og negativ korrelasjon. Korrelasjonene får en kraftig økning fra midten av 2008, før de ender på verdier rundt 0,5. Den kraftige oppgangen sammenfaller med finanskrisen. Det er naturlig å anta at råvarene i

stor grad ble påvirket av de samme makroøkonomiske forholdene og dette er kan være noe av grunnen til den kraftige økningen i korrelasjon på nettopp dette tidspunktet. En slik økning regnes som relativt stor, da disse råvarene så ut til å være ukorrelerte for den første halvdel av perioden vi observerer. Videre finner vi en liknende trend for rapsolje/råolje. Her er korrelasjonen på omtrentlig 0,2 i hele den første perioden. Forholdet mellom de to blir svakere i en liten periode, før korrelasjonen øker til verdier rundt 0,5.

Det siste forholdet vi har valgt å se på, er korrelasjonen mellom bensin og sukker. Denne korrelasjonen har vært på rundt 0,2 helt frem til slutten av 2009. Etter dette har det vært tilnærmet ingen korrelasjon mellom bensin og sukker.

Som vi observerte fra korrelasjonsmatrisene i delkapittel 8.1, ser det ut til at det har skjedd en økning i korrelasjonene mellom ulike råvaregrupperinger fra rundt 2008. Eneste unntaket her er for bensin og sukker, hvor korrelasjonen har blitt mindre. Her er det igjen verdt å påpeke at sukkerkontrakten er noe spesiell.

8.6. OPPSUMMERING AV BIVARIATE KORRELASJONER

Ut i fra analysen i delkapittel 8.1 ser det ut som det har skjedd en endring i korrelasjonene mellom råvarene i den observerte perioden. Ved å benytte data for daglige, ukentlige og månedlige korrelasjoner fant vi signifikant korrelasjon mellom flere av råvarene. Dette finner vi både innad i de tradisjonelle grupperinger for råvarer, og på tvers av grupperinger. Dette er i tråd med funnene til Tang og Xiong (2010) og, Kat og Oomen(2006) som finner at det har blitt økt korrelasjon på tvers av tradisjonelle grupperinger. I tillegg har indeksinvestering bidratt til å øke korrelasjonen mellom tilsynelatende urelaterte råvarer. Tang og Xiong (2010) finner heller ikke bevis for at bioetanolproduksjon kan ha forårsaket økt korrelasjon. Vi vil derfor gå videre med ytterlige analyser for å kunne se om det er hold i resultatene fra korrelasjonsanalysen.

9. RÅVARENES RISIKO

I dette kapitlet skal vi se på hvor stor del av bevegelsene i enkelte råvarer som kan forklares av bevegelser i markedet, her: GSCI. Dette kan defineres som systematisk risiko, eller markedsrisiko. I tillegg vil vi se på den delen av prisbevegelsene som er råvarespesifikk. Dette måles som usystematisk risiko.

9.1. RÅVARENES SYSTEMATISKE RISIKO

Dette kapitlet handler om hvordan de ulike råvarene, både oljeprodukter og feedstock, har beveget seg i forhold til GSCI indeksen. Vår problemformulering baserer seg på en hypotese om at markedene for feedstock og energi har begynt å konvergere mot ett marked. Derfor har vi i denne delen valgt å lage betaverdier til de ulike råvarene som måler hvordan råvarene beveger seg i forhold til GSCI indeksen. Betaverdien forteller oss i hvilken grad råvaren påvirkes av GSCI indeksen. En beta lik 1 vil si at dersom indeksen endres med 1 prosent vil dette føre til en endring i råvarens avkastning med en prosent. Betaverdier mindre enn 1 gjør at dersom indeksen beveger seg med 1 prosent, vil råvarens avkastning bevege seg med mindre enn 1 prosent. Dersom betaverdien er større enn 1, vil en 1 prosent endring i indeksen vil avkastningen endres med mer enn 1 prosent.

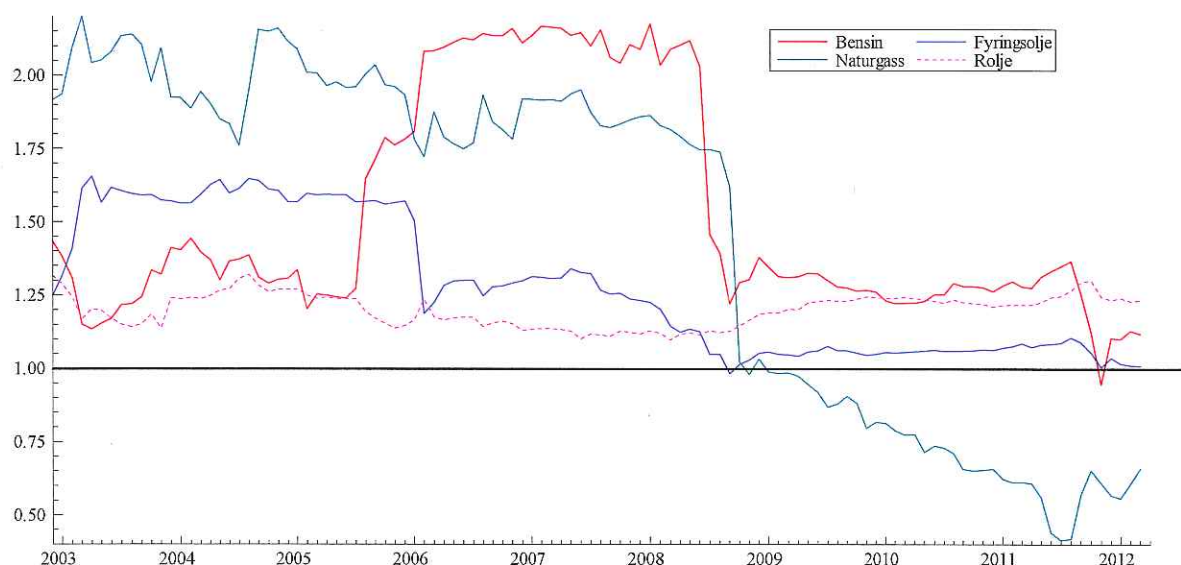
9.1.1. RULLERENDE BETAVERDIER

For å få et bilde av hvordan betaverdiene har utviklet seg over tid, har vi beregnet rullerende betaverdier over 36 måneder. Siden vår periode starter i 2000, vil betaverdiene starte 31. desember 2002. Ettersom etanolkontrakten kun har avkastninger fra 30. april 2005, vil første betaenverdi her være den 30. april 2008. Utregningen av Beta har blitt gjort ved hjelp av følgende sammenheng;

$$(9.5.) r_t^x = \alpha + \beta_x \times r_t^{GSCI} + \varepsilon$$

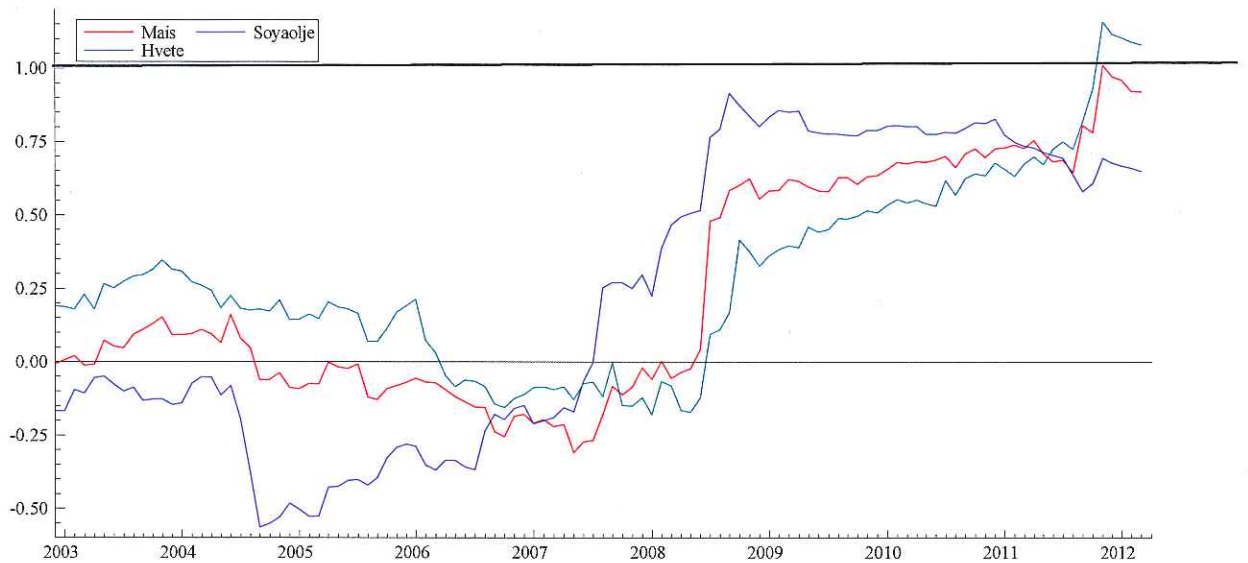
I 2011 bestod 68,85 % av GSCI av oljerelaterte produkter, hvor råolje alene stod for 32,59 %, se Tabell 6. Ut i fra dette vil vi forvente at beta for råolje ligger i nærheten av 1. I Figur 11 under er råolje representert ved stiplet rosa linje. Her ser vi at råolje har hatt en beta på mellom 1 og 1,25 gjennom hele perioden. Bensin (rød graf) og fyringsolje (blå graf) følger råolje tettere i perioden etter oktober 2008, noe som igjen gir betaverdier nærmere 1. Faktisk ser vi at fyringsolje har hatt en betaverdi rundt 1 i perioden fra oktober 2008 til midten av 2011. Sammenlikner vi perioden før slutten av 2008 mot perioden etter, følger de oljerelaterte produktene hverandre og GSCI

nærmere, med unntak av naturgass, i den siste perioden. Naturgass (grønn linje) faller fra å starte perioden med en beta på rundt 2 til å ha en beta rundt 0,6 i 2012. Det vil si at naturgass har gått fra å være veldig sensitiv til bevegelsene i GSCI, til ikke å bli påvirket av indekse. Med andre ord kan det se ut til at naturgassprisen blir påvirket av andre forhold enn GSCI. En grunn til dette kan være overproduksjon fra USA, noe som ble diskutert nærmere i kapittelet «Prisutviklingen i markedet for oljerelaterte produkter». Fra midten av 2005 til midten av 2008 hadde bensin en betaverdi på rundt 2, noe som skyldtes stigning i råolje- og etanolpris.



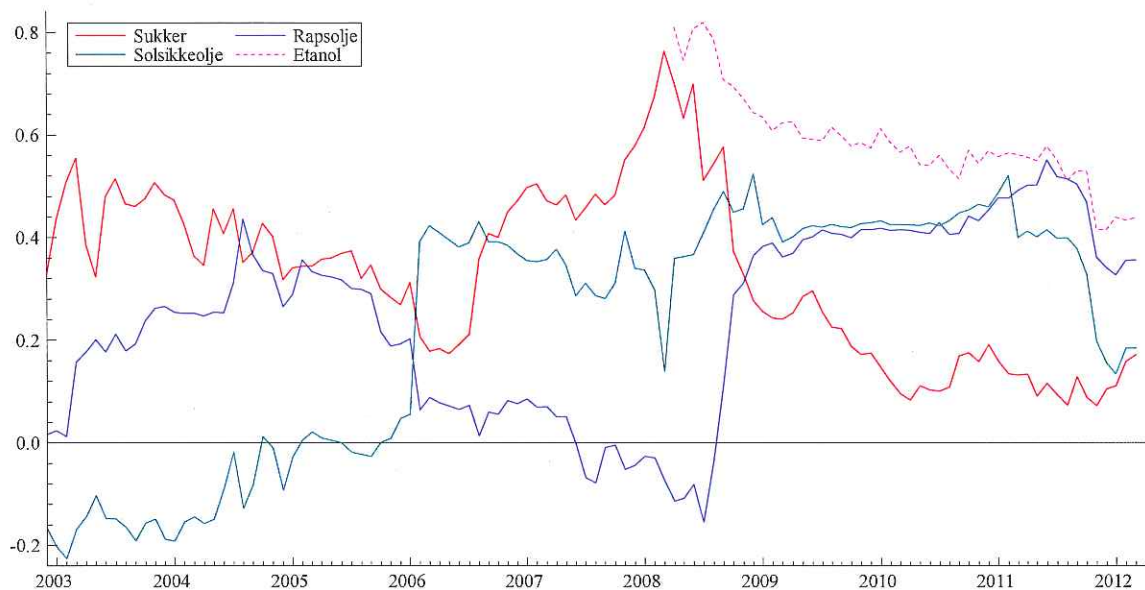
Figur 11: Rullerende beta (36 måneder) mot GSCI for bensin, fyringsolje, naturgass og råolje. Månedlige observasjoner for 2003-2012

I Figur 12 har vi plottet betaverdier for mais, soyaolje og hvete. Her ser vi en klar stigning fra rundt midten av 2007 og frem til i dag for alle råvarene. Både mais og hvete har betaverdier nærmere 1 i slutten av perioden. Dette er en drastisk endring, ettersom samtlige av disse råvarene hadde negative betaverdier. Ved negative betaverdier vil råvarene bevege seg i motsatt retning fra indeksen. Det vil si at dersom GSCI går opp med 1 %, vil en råvare med negativ betaverdi på 1 gå ned med 1 %. Hvete har negativ beta fra begynnelsen av 2006 og mais fra midten av 2004. For soyaolje observerer vi negative betaverdier allerede fra begynnelsen av perioden. Det som er interessant her er at fra midten av 2007 til midten av 2009 gikk mais, hvete og soyaolje over til å ha positive betaverdier. I tillegg beveget mais, soyaolje og hvete seg nærmere indeksen og ender med betaverdier nær 1 i slutten av perioden. Sammenlikner vi utviklingen for disse feedstock råvarene med de oljerelaterte produktene vi så i Figur 11 kan det se ut som at markedene beveger seg nærmere og nærmere hverandre fra rundt 2008.



Figur 12: Rullende betaverdier (36 måneder) for mais, soyaolje og hvete mot GSCI. Månedlige observasjoner for 2003 - 2012

Figur 13 viser betaverdiene til sukker, solsikkeolje, rapsolje og etanol. Her er bildet annerledes enn det vi observert i Figur 11 og Figur 12. Blant annet har samtlige råvarer betaverdier lavere enn 0,4 i slutten av perioden. Her er det verdt å nevne at sukkerkontrakten er noe spesiell da kun rundt 30 % av produsert mengde blir solgt på det åpne markedet. I tillegg er hverken solsikkeolje, rapsolje eller etanol inkludert i GSCI. Det er derfor ikke overraskende at disse råvarene har lavere korrelasjon med indeksen. I tillegg er solsikke-, rapsolje og etanol relativt tynne prisserier. Særlig solsikkeolje og rapsolje vil derfor i større grad bli påvirket av tilbud og etterspørsel etter egen vare, enn av bevegelsene til indeksen. Samtidig er det større sammenheng mellom solsikkeolje og rapsolje fra rundt midten av 2008.



Figur 13 Rullerende Beta (36 måneder) mot GSCI for Sukker, Solsikkeolje, Rapsolje og Etanol basert på månedlige avkastninger 2003 - 2012

En av grunnene til at vi ser økt sammenheng mellom råvarene i perioden etter 2008 skyldes spekulasjon (Tang og Xiong (2010)). Tradisjonelt har investering i råvaremarkedet basert seg på at produsenter og forbrukere vil sikre seg mot prisfluktasjoner i råvarer som benyttes i produksjon. En produsent av en råvare vil derfor sikre seg mot at prisen på råvaren skal gå ned. Dette gjøres ved å shorte (selge) en futureskontrakt på råvaren. Dersom prisen på råvaren går ned vil prisen på den fysiske råvaren bli redusert, mens verdien på futureskontrakten vil gå opp. En forbruker er avhengig av å kjøpe den fysiske råvaren, og vil derfor benytte futuresmarkedet til å sikre seg mot prisstigning. I perioden etter finanskrisen økte investeringer fra aktører som ikke har en «fysisk» tilknytning til råvaremarkedet som produsent eller forbruker, men som kun spekulerer i om prisen på en råvare kommer til å gå opp eller ned. Dette kombinert med økt investering gjennom indekser som består av mange ulike typer råvarer, slik som GSCI, har bidratt til sammenhengene vi finner i Figur 11 og Figur 12.

9.1.2. REGRESJON AV FEEDSTOCK OG OLJERELATERTEPRODUKTER MOT GSCI

Tabell 25 og Tabell 26 oppsummerer betaverdiene for hver enkelt periode basert på ukentlige og månedlige observasjoner. I tillegg rapporteres også standardfeil for beta og R-kvadrat.

Om betaverdiene er signifikante regnes ved hjelp av standard t-test, hvor nullhypotesen (H_0) er at betaverdiene på råvarene er signifikant forskjellig fra beta for GSCI (Beta GSCI = 1). Tabell 25 viser betaverdier basert på ukentlige observasjoner. Her er alle betaverdiene signifikant forskjellig fra 1, med unntak av beta for naturgass for hele perioden.

Fokuserer vi på tabell Tabell 25 har alle oljeproduktene lavere betaverdier i perioden 2010-2012 enn for de to tidligere subperiodene. For eksempel har betaverdien på bensin gått fra å være 1,57 i første subperiode til 1,12 i siste subperiode. Den samme trenden gjelder for alle de oljerelaterte produktene, inklusiv etanol. Men her er det verdt å huske på at etanolkontrakten ikke ble opprettet før i 2005, slik at verdier for første subperiode må tolkes med forsiktighet.

Utviklingen til feedstock for ukentlige observasjoner er motsatt enn den for oljerelaterte produkter. Beta for soyaolje var for eksempel 0,13 i perioden 2000-2007(7), men har steget til 0,56 i perioden 2010-2012. Den samme trenden er tydelig blant de andre feedstock råvarene.

Tabell 25: Resultater av regresjon mellom råvare og GSCI-indeks, basert på ukentlige observasjoner fra 2000-2012, inkludert subperioder

	2000 - 2007 (6)			2007 (7) - 2009			2010 - 2012			Hele perioden		
	β	SE	R ²	β	SE	R ²	β	SE	R ²	β	SE	R ²
Olje	1.43 *	0.05	0.71	1.36 *	0.08	0.71	1.33 *	0.05	0.86	1.39 *	0.03	0.73
Fyringsolje	1.52 *	0.05	0.69	1.04	0.05	0.79	1.18 *	0.05	0.85	1.29 *	0.03	0.71
Naturgass	1.41 *	0.11	0.30	0.70 *	0.13	0.18	0.39 *	0.18	0.04	1.00	0.08	0.21
Bensin	1.57 *	0.08	0.53	1.18 *	0.08	0.62	1.12	0.08	0.61	1.36 *	0.05	0.55
Etanol	0.60 *	0.18	0.09	0.47 *	0.07	0.25	0.40 *	0.12	0.09	0.48 *	0.06	0.14
Mais	0.20 *	0.06	0.03	0.72 *	0.08	0.36	0.60 *	0.13	0.15	0.45 *	0.05	0.13
Soyaolje	0.13 *	0.05	0.02	0.73 *	0.06	0.51	0.56 *	0.07	0.36	0.42 *	0.04	0.17
Hvete	0.18 *	0.06	0.02	0.60 *	0.09	0.24	0.63 *	0.15	0.13	0.40 *	0.05	0.09
Sukker	0.33 *	0.08	0.05	0.56 *	0.09	0.22	0.56 *	0.17	0.08	0.45 *	0.06	0.09

* Beta verdier signifikant forskjellig fra 1, på 95 % nivå

Tabell 26 viser betaverdier basert på månedlige observasjoner. I perioden 2007(7)-2009 har råolje, etanol, hvete, sukker og rapsolje betaverdier signifikant forskjellig fra 1. Mens i perioden 2010-2012 er det bare råolje, etanol, rapsolje og solsikkeolje betaverdier forskjellig fra 1. Dette indikerer at basert på månedlige observasjoner så har mesteparten av råvarene en systematisk risiko tilsvarende den for GSCI.

Tabell 26: Resultater av regresjon mellom råvare og GSCI, basert på månedlige observasjoner fra 2000-2012, inkludert subperioder

	2000 - 2007 (6)			2007 (7) - 2009			2010 - 2012			Hele perioden		
	β	SE	R ²	β	SE	R ²	β	SE	R ²	β	SE	R ²
Olje	1.24 *	0.07	0.77	1.27 *	0.06	0.95	1.21 *	0.09	0.88	1.25 *	0.04	0.85
Fyringsolje	1.43 *	0.10	0.72	1.08	0.08	0.87	0.99	0.08	0.87	1.23 *	0.06	0.75
Naturgass	1.97 *	0.25	0.41	0.88	0.27	0.28	0.53	0.32	0.10	1.34 *	0.17	0.30
Bensin	1.71 *	0.18	0.50	1.28	0.19	0.62	1.02	0.14	0.67	1.44 *	0.12	0.51
Etanol	1.02	0.46	0.17	0.63 *	0.13	0.45	0.42 *	0.25	0.10	0.66 *	0.14	0.22
Mais	-0.08 *	0.13	0.00	0.74	0.17	0.41	1.10	0.26	0.41	0.38 *	0.10	0.09
Soyaolje	-0.15 *	0.14	0.01	0.83	0.15	0.52	0.75	0.16	0.48	0.35 *	0.10	0.08
Hvete	0.11 *	0.12	0.01	0.54 *	0.21	0.19	1.10	0.35	0.29	0.41 *	0.10	0.10
Sukker	0.43 *	0.17	0.07	0.17 *	0.20	0.03	0.16	0.46	0.00	0.30 *	0.13	0.04
Rapsolje	0.10 *	0.09	0.01	0.43 *	0.14	0.25	0.30 *	0.13	0.18	0.26 *	0.07	0.10
Solsikkeolje	0.04 *	0.13	0.00	0.46	0.32	0.07	0.08 *	0.12	0.02	0.21 *	0.12	0.02

* Beta verdier signifikant forskjellig fra 1, på 95 % nivå

Det kan ut i fra analysen over se ut til at feedstock har fått økt systematisk risiko fra 2000 til 2012, basert på ukentlige observasjoner. Det vil si at feedstock blir mer påvirket av bevegelser i

indeksen i siste subperiode i forhold til i første subperiode. De oljerelaterte produktene ser ut til å følge motsatt trend enn feedstock. Her har betaverdiene gått fra verdier rundt 1,5 til betaverdier nærmere indeksbetaen på 1. Altså har oljerelaterte produkter fått lavere systematisk risiko i siste subperiode.

Det er her viktig å se på forklaringskraften til modellen, målt ved R^2 . I perioden 2000-2007(7) er det kun oljerelaterte produkter som har høye verdier for R^2 både for ukentlige og månedlige observasjoner. For ukentlige observasjoner blir 71 % av variasjonen i råoljeprisen forklart av regresjonen. For feedstocks og etanol forklares under 10 % av prisvariasjonen av modellen. Det vil si at 90 % av prisbevegelsene forklares av andre faktorer enn endringer i GSCI.

For perioden 2007(7)-2009 har alle råvarene større verdier for R^2 enn i første subperiode, for ukentlige observasjoner. Unntaket her er igjen naturgass som har gått fra å ha en forklaringskraft på 0,3 til 0,18. Siste subperiode har større forklaringskraft enn første subperiode for alle råvarer, med unntak av naturgass, men ikke større forklaringskraft enn perioden 2007(7)-2009.

Regresjonsmodellen forklarer best bevegelsene i oljerelaterte produkter i perioden 2010-2012. For råolje og fyringsolje forklares henholdsvis 86 % og 85 % av prisvariasjonen fra modellen. For feedstock har regresjonen for soyaolje størst forklaringskraft, hvor rundt 36 % av bevegelsene i soyaoljeprisen kan forklares ut i fra modellen.

9.1.3. OPPSUMMERING AV SYSTEMATISK RISIKO

Selv om feedstocks og oljerelaterte produkter har fulgt motsatt trend gjennom perioden, har begge gruppene fått betaverdier nærmere 1. Dette gjelder også for råvarene som ikke er inkludert i GSCI som rapsolje, solsikkeolje, bensin og etanol.

Ved å se på forklaringskraften til modellen, er det tydelig, særlig for feedstocks, at mesteparten av prisvariasjonen forklares av andre faktorer enn bevegelser i GSCI. Selv om forklaringskraften til modellen har steget fra første subperiode til siste subperiode har modellen fortsatt liten forklaringskraft. Det er altså tydelig at det er andre faktorer enn GSCI som forklarer bevegelsene til råvareavkastningene. For råolje, fyringsolje og bensin har modellen relativt høy forklaringskraft i siste periode og følgelig forklarer modellen en stor del av variasjonen i råvarene.

9.2. RÅVARENES USYSTEMATISKE RISIKO

Forrige delkapittel omhandlet råvarenes *systematiske* risiko. Derfor vil dette delkapittelet ta for seg råvarenes *usystematiske* risiko. Usystematisk risiko kan defineres som den risikoen som ikke forklares av systematisk risiko. Som nevnt over er systematisk risiko den risikoen som kan forklares av en annen variabel, her GSCI, i en regresjonsanalyse. Det vil allikevel alltid være noe risiko som direkte kan knyttes til en spesifikk råvare, og som derfor ikke kan forklares av regresjonsmodellen. Dette er den usystematiske eller råvarespesifikke risikoen.

I regresjonsanalyse måles usystematisk risiko ved $1-R^2$. Hvor R^2 er definert som forklaringskraften til modellen. Regresjonene vi har kjørt har GSCI som avhengig variabel og en råvare som uavhengig variabler. Her vil det si at dersom R^2 er lik 1, vil 100% av bevegelsene i råvareprisen kunne forklares ved bevegelser i GSCI. Som vi så i kapittelet «Råvarenes systematiske risiko» kan mesteparten av variasjonen i feedstock prisene forklares utenfor modellen.

Tabell 27 og Tabell 28 viser usystematisk risiko for henholdsvis ukentlige og månedlige observasjoner.

Tabell 27: Usystematisk risiko, basert på ukentlige observasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. GSCI er brukt som benchmark

	2000 - 2007 (6)	2007 (7) - 2009	2010 - 2012	Hele perioden
	$1 - R^2$	$1 - R^2$	$1 - R^2$	$1 - R^2$
Olje	0.29	0.29	0.14	0.27
Fyringsolje	0.31	0.21	0.15	0.29
Naturgass	0.70	0.82	0.96	0.79
Bensin	0.47	0.38	0.39	0.45
Etanol	0.91	0.75	0.91	0.86
Mais	0.97	0.64	0.85	0.87
Soyaolje	0.98	0.49	0.64	0.83
Hvete	0.98	0.76	0.87	0.91
Sukker	0.95	0.78	0.92	0.91

For perioden 2000-2007(7) forklares mesteparten av variasjonen i prisene på etanol, mais, soyaolje, hvete, sukker, rapsolje og solsikkeolje gjennom usystematisk/råvarespesifikk risiko både for ukentlige og månedlige observasjoner.

For ukentlige observasjoner er det kun naturgass som har høyere usystematisk risiko i perioden 2007(7)-2009 i forhold til første subperiode, mens for månedlige observasjoner har også sukker høyere usystematisk risiko i perioden 2007(7)-2009. Denne perioden er preget av store

makroøkonomiske hendelser. Dette førte til at nesten alle råvarene ble drevet i samme retning, og det er dermed naturlig at vi ser lavere systematisk risiko i denne perioden.

Tabell 28: Usystematisk risiko, basert på månedlige observasjoner for perioden 2000-2012, inkludert subperioder. GSCI er brukt som benchmark

	2000 - 2007 (6)	2007 (7) - 2009	2010 - 2012	Hele perioden
	$1 - R^2$	$1 - R^2$	$1 - R^2$	$1 - R^2$
<i>Olje</i>	0.23	0.05	0.12	0.15
<i>Fyringsolje</i>	0.28	0.13	0.13	0.25
<i>Naturgass</i>	0.59	0.72	0.90	0.70
<i>Bensin</i>	0.50	0.38	0.33	0.49
<i>Etanol</i>	0.83	0.55	0.90	0.78
<i>Mais</i>	1.00	0.59	0.59	0.91
<i>Soyaolje</i>	0.99	0.48	0.52	0.92
<i>Hvete</i>	0.99	0.81	0.71	0.90
<i>Sukker</i>	0.93	0.97	1.00	0.96
<i>Rapsolje</i>	0.99	0.75	0.82	0.90
<i>Solsikkeolje</i>	1.00	0.93	0.98	0.98

Videre er det interessant å se på endringene fra første subperiode (2000 – 2007(6)) til siste subperiode (2010 – 2012). For både ukentlige og månedlige observasjoner har den usystematiske risikoen blitt redusert fra første til siste subperiode. Unntaket her er for uke naturgass og mais, og for måned kommer sukker i tillegg. Selv om usystematisk risiko har blitt redusert i siste subperiode, så vil fortsatt, som nevnt i kapittelet «Råvarenes systematiske risiko», mesteparten av prisendringene for feedstocks, etanol og naturgass forklares av andre faktorer enn bevegelsene i GSCI.

9.3. KONKLUSJON AV RÅVARENES RISIKO

I dette kapittelet har vi sett hvor stor andel av råvarenes risiko som kan forklares ved bevegelser i markedet. Markedet blir her representert ved indeksen GSCI. Selv om den systematiske risikoen for råvarene har økt fra 2000 til 2012, forklares fortsatt en stor andel av prisvariasjonene til feedstocks av andre faktorer enn bevegelser i GSCI. Allikevel kan vi benytte analysene til å se på utviklingen i markedet for feedstock og oljerelaterte produkter. Blant annet ser vi at modellen forklarer mer av variasjonen i siste subperiode enn i første. Dette kan indikere begynnelsen på en trend hvor større deler av variasjonen i råvarene vil kunne forklares av bevegelser i indekser som GSCI.

10. PRINSIPAL KOMPONENT ANALYSE (PCA)

Finansielle markeder er komplekse. En multivariat korrelasjonsanalyse, som ser på sammenhenger mellom flere variabler, vil derfor kunne avdekke andre sammenhenger enn ved bivariat korrelasjonsanalyse.

10.1. FORKLARING AV MODELLEN

En prinsipal komponent analyse (PCA) konverterer ett sett observasjoner som *kan* være korrelerte til et sett verdier som *er* lineært ukorrelerte, også kalt prinsipal komponent.

PCA søker å finne sammenhenger ved å konstruere nye akser som forklarer mest mulig varians gjennom ortogonal transformasjon (rettvinklet omgjøring). Ortogonal transformasjon er en matematisk prosess hvor data blir rotert for å finne sammenhenger som forklarer maksimal varians. Et prinsipal komponent er altså en lineær kombinasjon av hver variabel, hvor vektene er valgt slik at prinsipal komponentene er ukorrelerte med hverandre. Sagt med andre ord vil PCA redusere antall variabler i et datasett ved å konstruere kunstige variabler uten store informasjonstap.

Komponentene er bygget opp slik at den første komponenten forklarer mesteparten av variansen til variablene (PC1), komponent nummer to (PC2) forklarer mesteparten av den resterende variansen, og så videre. Det skal være like mange komponenter som det er variabler (Alexander, 2008). Innad i komponentene vises hvordan de enkelte råvarene beveger seg i forhold til komponentet. Dersom en råvare har negativ egenvektor vil en økning i verdi for denne variablen, bidra til en reduksjon i verdien til komponentet. Dersom en råvare har positiv egenvektor vil en verdiøkning føre til økning av verdien til komponentet.

Komponenter er valgt ut ved egenverdi-én kriteriet, eller kaiserkriteriet, hvor alle komponenter med egenverdi større enn 1 blir beholdt (Kaiser, 1960). I tillegg benyttes "The scree test" (Cattell, 1966). Denne testen går ut på å plote egenverdier for å oppdage «brudd» mellom komponenter med store og små egenverdier ved å beholde komponenter som havner før «bruddet». Med «brudd» menes de variablene som har en egenverdi nært opp mot 1. For eksempel har vi tatt med prinsipal komponent 4 i subperioden fra juli 2007 – 2012 med egenverdi på 0,9803, se Tabell 29.

PCA vurderer ikke fordelingsegenskapene til variablene i modellen. Dette vil igjen ha implikasjoner for tolkningen av analysen. Normalfordelte variabler er et krav for PCA. I avsnitt 7.4 om

avkastningenes fordelingssegenskaper, finner vi at basert på robuste mål er avkastningene til råvarene normalfordelte. Et kriterie for bruk av PCA analyse er at variabelene må være korrelerte. I kapittelet «

Bivariate korrelasjoner for daglige, ukentlige og månedlige avkastninger» fant vi at det eksisterer korrelasjoner mellom råvarene. Kravene for bruk av modellen er dermed oppfylt (Chatfield og Collins (1980)).

10.2. EMPIRISKE RESULTATER FRA PCA ANALYSEN

I denne delen presenteres resultatene fra prinsippal komponent analysen. Vi har valgt å kjøre analysen både for hele perioden og for subperiodene ved hjelp av daglige, ukentlige og månedlige observasjoner for å se om det er noen forskjeller i observasjonene.

Data for rapsolje og solsikkeolje er kun tilgjengelig på månedlig basis, mens data for etanol er tilgjengelig på ukentlig og månedlig basis. I analysen for hele perioden er etanol utelatt, da kontrakten først starter i 2005. Resultater for månedlige observasjoner vil bli presentert i teksten, mens resultater for daglige og ukentlige observasjoner finnes i vedlegg til PCA.

Data for månedlige observasjoner er presentert i Tabell 29. Egenvektorer med absoluttverdi større enn |0,25| har blitt uthevet, slik at små korrelasjoner ekskluderes (Chatfield og Collins (1980)). Vi kan nevne at PCA for månedlig frekvenser forklarer en høyere andel av variansen enn PCA for daglige og ukentlige observasjoner.

Tabell 29: Prinsippal komponent analyse basert på månedlige observasjoner

	2000 - 2007 (6)				2007 (7) - 2012				2010 - 2012			Hele perioden: 2000 - 2012			
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC4
Eigenvalues	2.852	1.831	1.178	1.044	4.772	1.637	1.044	0.9803	4.657	1.857	1.365	3.078	1.0908	1.2	1.013
Andel av variasjonen forklart															
% variasjon	28.52	18.31	11.78	10.44	43.38	14.88	9.49	8.03	42.33	16.88	12.41	30.78	19.08	12	10.13
% kumulativ	28.52	46.83	58.61	69.05	43.38	58.26	67.75	75.78	42.33	59.21	71.62	30.78	49.86	61.86	71.99
Egenvektor															
<i>Energi</i>															
Råolje	-0.51	-0.13	-0.13	0.17	-0.39	0.19	-0.22	-0.10	-0.34	-0.42	-0.1	-0.48	0.21	-0.12	-0.15
Fyringsolje	-0.50	-0.16	0.00	0.16	-0.46	0.23	-0.20	-0.09	-0.37	-0.37	0.07	-0.49	0.22	-0.08	-0.08
Naturgass	-0.30	-0.32	0.14	0.04	-0.21	0.02	0.25	0.53	-0.17	0.17	-0.38	-0.30	0.06	-0.16	0.03
Bensin	-0.45	-0.53	-0.19	0.12	-0.33	0.27	-0.37	-0.31	-0.31	-0.43	0.18	-0.41	0.25	-0.20	-0.17
Etanol					-0.31	-0.08	0.29	0.07	-0.27	0.34	0.03				
<i>Feedstock</i>															
Mais	0.21	-0.54	0.19	0.02	-0.35	-0.30	0.05	0.33	-0.39	0.15	-0.15	-0.26	-0.53	0.16	-0.05
Soyaolje	0.26	-0.43	-0.08	0.39	-0.36	-0.31	-0.14	-0.06	-0.4	0.07	-0.16	-0.22	-0.50	0.02	-0.20
Hvete	0.08	-0.54	0.17	-0.34	-0.27	-0.45	-0.09	0.14	-0.34	0.15	-0.28	-0.26	-0.51	0.00	0.14
Sukker	-0.19	-0.11	0.19	-0.67	-0.09	-0.30	0.54	-0.60	-0.12	0.47	-0.06	-0.13	-0.01	-0.25	0.86
Solsikkeolje	0.00	0.05	0.69	0.45	-0.12	0.55	0.41	0.22	-0.16	0.17	0.45	-0.11	0.17	0.73	0.36
Rapsolje	-0.18	0.24	0.58	-0.10	-0.28	0.19	0.36	-0.24	-0.29	0.23	0.68	-0.25	0.13	0.54	-0.03

I perioden 2000 – 2007 (6) har vi fire komponenter for månedlige observasjoner og tre komponenter for daglige og ukentlige observasjoner, disse forklarer til sammen 69 % av den totale variansen. Komponent en (PC1) er en ren energikomponent bestående av råolje, fyringsolje, naturgass og bensin for daglige (Tabell 40) og ukentlige (Tabell 41) observasjoner, dette komponentet står for ca 30 % av den totale variansen. For månedlige observasjoner inkluderes soyaolje i tillegg. Komponent to (PC2) er et feedstock komponent for daglige og

ukentlige observasjoner, og består av mais, soya og hvete. For måned er også energiråvarene bensin og naturgass inkludert i PC2. For daglig og ukentlig data finner vi også PC3 som en sukkerkomponent.

For perioden 2007 (7) – 2012 har vi kun to komponenter for daglige og ukentlige observasjoner, men fire komponenter for månedlige observasjoner. I PC1 for daglige, ukentlige og månedlige data «klynger» råolje, fyringsolje og bensin seg sammen med feedstockråvarene mais, soyaolje og hvete. For ukentlige data er etanol inkludert i tillegg, og for månedlige data er både etanol og sukker med i PC1. Med «Klynge» menes råvarer med egenvektorverdi større enn 0,25. Disse resultatene kan indikere at markedene for feedstock og energi har blitt noe mer integrert i perioden 2007(7)-2010, PC1 står for hele 45 % av den totale variasjonen. Det er derimot viktig å se på hva som har skjedd av store hendelser i perioden, ikke bare på resultatene i analysen. Perioden mellom juli 2007 - 2012 inneholder store makroøkonomiske hendelser, slik som matvare- og finanskrisen. Disse krisene inkluderte store sjokk, som kan ha ført til at råvarene i periode beveget seg sammen. For å skille ut noe av effekten fra makroøkonomiske hendelser har vi tatt ut perioden 2010-2012 som en egen subperiode.

For alle datafrekvenser er PC1 en felles komponent for feedstocks og oljeprodukter.

Komponenten er den samme for perioden 2007(7)-2012 som for 2010-2012. Variansen forklart er noe lavere, og nå på omtrentlig 40 %.

Det ser også ut til at PC2 for månedlig data i perioden 2007(7) – 2012 er en feedstock komponent. I perioden 2010 – 2012 ser det ut til at komponenten for oljeprodukter forklarer en større andel av variansen, og blir dermed hetende PC2.

For hele perioden består PC1 for månedlige observasjoner av alle energiråvarene i tillegg til mais, hvete og soyaolje. Ved daglige observasjoner er alle råvarene untatt naturgass og sukker inkludert i komponent 1. Sukker er den eneste som ikke er inkludert for ukentlige observasjoner. Derimot er naturgass og bensin inkludert i PC2 for månedlige observasjoner med positive verdier, mens mais, soyaolje og hvete har negative verdier. Den samme trenden observeres også for daglige og ukentlige observasjoner.

10.3. KONKLUSJONER FRA PRINSIPAL KOMPONENT ANALYSEN

Ut fra PCA analysen har vi sett at det eksisterer en større sammenheng mellom råvarene på tvers av de tradisjonelle grupperingene i de senere periodene enn i den første. Dette kan indikere at markedet for energi og feedstock henger mer sammen nå enn tidligere. Blant annet observerer vi rene oljeprodukt- og feedstocks komponenter i perioden 2000 – 2007(6). Derimot finner vi både for perioden 2007 (7) – 2012 og i perioden 2010 – 2012 komponenter bestående av både feedstocks og oljerelaterte produkter. Dette kan indikere at det eksistere en bakenforliggende årsak som bidrar til at ndet har blitt ett "bånd" mellom feedstocks og oljerelaterte produkter. Ettersom vi ikke finner denne sammenhengen i 2000 – 2007 (6), kan dette tyde på at "båndet" som knytter råvaremarkedene sammen er biodrivstoff.

11. BLIR RÅVAREPRISENE PÅVIRKET AV BEVEGELSER I ANDRE RÅVARER?

Videre i analysen er det hensiktsmessig å foreta en Granger-kausaltets test. Dette fordi vi ønsker å se hvor vidt råvarene blir ledet av en annen råvare.

Her er det også hensiktsmessig å dele inn i subperioder for kunne se utviklingen i Granger-kausaltets-foholdet mellom råvarene. Vi ser på hele perioden fra 2000-2012, i tillegg til to subperioder. Første subperiode går fra 2000 - juni 2007, og andre subperiode går fra juli 2007 – 2012.

Vi vil gjennom denne analysen basere oss på ukentlige og månedlige observasjoner. De daglige dataseriene blir utelatt, da vi antar at disse inneholder mye støy som kan lede til falske positive resultater. Med dette menes at vi vil kunne få signifikante sammenhenger selv om det ikke finnes en sammenheng mellom råvarene.

11.1. GRANGER-MODELLEN

En Granger-kausaltets-test er en statistisk undersøkelse av om en variabel forårsaker endringer i en annen. Her undersøker vi om en tidsserie følger en annen. Dersom man får verdier som tyder på at en variabel følger en annen heter dette å «Granger-forårsake».

«X Granger-forårsaker Y, hvis Y bedre predikeres ved historiske verdier for både X og Y, enn den kan ved bare å benytte historiske verdier for Y» (Giles, 2011).

Granger-kausaltet testen baseres på lineær regresjon av en stokastisk prosess (Granger, 1969). Det er viktig å merke seg at Granger-kausaltet ikke er det samme som økonomisk kausalitet. Testen beviser ikke at den uavhengige variabelen forårsaker endringene i den avhengige variabelen, kun at den uavhengige variabelen "leder" den avhengige variabelen. Det kan altså finnes andre forhold utenfor modellen som forklarer sammenhengen.

Vi vil utføre tre analyser som undersøker om prisendringene til råolje ($Y^{\text{råolje}}$), fyringsolje ($Y^{\text{fyringsolje}}$) og bensin (Y^{bensin}) «Granger-forårsaker» endringer i de resterende råvarene.

$$(11.6) \Delta Y_t^x = \alpha + \sum_{i=1}^m a_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n b_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Det er også viktig å undersøke om det motsatte forholdet kan være tilfellet. Her vil det da testes om endringer i de resterende råvarene «Granger-forårsaker» endringer i prisene til råolje ($Y^{\text{råolje}}$), fyringsolje ($Y^{\text{fyringsolje}}$) og bensin (Y^{bensin}).

$$(11.7) \Delta X_t = \beta + \sum_{i=1}^m c_i \Delta Y_{t-1}^x + \sum_{i=1}^n d_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Ved hjelp av regresjoner tester vi først om X «Granger-forårsaker» Y, deretter om Y «Granger-forårsaker» X. For å teste om den uavhengige variabelen signifikant «Granger-forårsaker» den avhengige variabelen, kjører vi en ekskluderings-test. Her vurderes resultatene ut i fra en F-test. Nullhypotesen er her at X ikke «Granger-forårsaker» Y. Altså om alle b_i 'ene til sammen er null. Det samme gjelder når vi tester om Y «Granger-forårsaker» X, men da testes det om d_i 'ene til sammen er lik null.

Det neste steget i Granger-kausaltetstesten er valg av antall lag. Med lag menes hvor mange perioder man skal se bakover. Dersom man har for få lag vil dette kunne føre til autokorrelasjon i feilledet, som igjen gir feil i test statistikken. For mange lag vil derimot kunne redusere forklaringskraften til testen. For test av optimal lag lengde benyttes Akaike's informasjonskriterie (AIC) og Schwarz Kriteriet (SC) (Studenmund, 2011).

$$(11.8) AIC = \text{Log} \left(\frac{RSS}{N} \right) + 2(K + 1)/N,$$

$$(11.9) SC = \text{Log} \left(\frac{RSS}{N} \right) + \text{Log}(N)(K + 1)/N,$$

Hvor den lag lengden som gir lavest verdi for AIC og SC velges som optimal lag lengde. På bakgrunn av disse testene er optimal laglengde for hele perioden basert på månedsdata er ett lag ($n=1$), og to lag for ukedata ($n=2$). For subperiodene er ett lag optimalt ($n=1$).

Modellen inneholder enkelte svakheter vi ønsker å gjøre leseren oppmerksom på. For det første benyttes ikke daglige data. Dette gjør at vi ikke observerer endringer som skjer i løpet av kortere tid enn uke/måned. Dersom en prisserie leder en annen, og endringen korrigeres i løpet av en dag, vil ikke dette plukkes opp i vår analyse. Vi mener allikevel at de daglige observasjonene inkluderer mye støy, som igjen vil kunne gi spuriøse sammenhenger.

I tabellene blir det definert hvilken variabel som er avhengig og hvilken som er uavhengig for de enkelte regresjonene. Alle regresjonene blir kjørt to veier, slik at avhengig variabel i første regresjon, blir uavhengig variabel i neste regresjon. Grunnen til dette er for å se om det eksisterer

en to-veis-kausualitet, altså om de gjensidig påvirker hverandre. I tillegg rapporteres F-verdier for alle regresjonene. F-verdien forklarer hvor stor påvirkningskraft den uavhengige variabelen har på den avhengige variabelen. Nullhypotesen for F-testen er at uavhengige variabel ikke påvirker avhengig variabel. Dersom påvirkningen er signifikant på 95 % og 99 % nivå, blir dette rapportert med henholdsvis en og to stjerner etter F-verdiene.

Resultater for ukentlige observasjoner vil bli presentert i teksten, mens resultater for månedlige resultater er henvist til vedlegg.

11.2. TEST AV RESIDUALER

For å gjennomføre en Granger-kausualitetstest benytter vi regresjoner. Det er derfor viktig at forutsetningene for regresjonen er oppfylt. Vi benytter oss av Ordinary least squares (OLS), og må følgelig oppfylle kravene for en slik type regresjon (Studenmund, 2011).

FEILLEDDET HAR GJENNOMSNIITT LIK NULL

Videre er det viktig å teste hvorvidt gjennomsnittet til feilleddet er null. Etter undersøkelser av regresjonene vi har gjennomført finner vi at residualene har alle gjennomsnitt lik null.

DET ER INGEN AUTOKORRELASJON I FEILLEDDET

Ved å teste for autokorrelasjon i feilleddet ved hjelp av AR-test finner vi at det eksisterer liten autokorrelasjon i feilleddet, kun en noen svært få regresjoner var dette tilfellet. Et eksempel er i regresjonen med olje som avhengig variabel og GSCI som uavhengig variabel.

FEILLEDDET HAR EN KONSTANT VARIANS

For å teste hvor vidt det finnes konstant varians i feilleddet benytter vi oss av en Whites-test. Denne tester med nullhypotese om ingen heteroskedastisitet (Ikke konstant varians) i feilleddet. I nesten alle regresjonene utført finner vi heteroskedastisitet. Når vi har heteroskedastisitet i feilleddet vil standardfeilen være unøyaktig, og feilleddet til regresjonen er mer en forklaringsvariabel i seg selv.

FEILLEDDET ER NORMALFORDELT.

Den siste forutsetningen for OLS regresjonen er at feilleddet er normalfordelt. Et brudd på denne forutsetningen vil ikke ha utslag på de estimerte verdiene i regresjonen. Siden vi skal bruke denne regresjonen til et hypotesetestingsformål er der derimot viktig at fordelingen til feilleddet er

normal. En F-test vil ikke gi korrekte resultater dersom ikke feilleddet er normalfordelt. Dette betyr at resultatene vi oppnår for Granger-kausaltetstesten må tolkes med forsiktighet.

Totalt sett oppfylles de aller fleste kravene til OLS. Vi finner i hovedsak brudd på betingelsen om normalfordeling, og vi finner konstant varians i flere av regresjonenes feilledd. Vi velger allikevel å utføre regresjonen, og bruke forsiktighet når vi tolker resultatene.

11.3. ØKONOMETRISKE RESULTATER FOR RÅOLJE

I dette delkapittelet ønsker vi å se om råolje Granger-forårsaker endringer i de andre råvarene.

Tabell 30 viser resultater for ukentlige observasjoner, mens resultater basert på månedlige observasjoner er henvist til Tabell 42 i vedlegg for «Månedlige Granger resultater for fyringsolje».

Tabell 30 Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner kjørt mot råolje. 2000 til 2012 med subperioder

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2000-2007(6)	2007(7) -2012	Hele perioden 2000-2012 ¹
Fyringsolje	Råolje	0.342	9.590 **	4.195 *
Råolje	Fyringsolje	0.760	0.001	0.568
Naturgass	Råolje	2.649	0.001	0.964
Råolje	Naturgass	6.398 *	1.117	3.498 *
Bensin	Råolje	0.002	6.697 *	1.189
Råolje	Bensin	2.077	0.217	3.101 *
Etanol	Råolje	0.526	2.626	1.320
Råolje	Etanol	0.043	2.765	0.951
Mais	Råolje	4.720 *	1.712	3.595 *
Råolje	Mais	1.216	1.820	5.465 **
Soyaolje	Råolje	0.627	0.193	0.174
Råolje	Soyaolje	3.433	0.050	3.262 *
Hvete	Råolje	0.711	0.210	3.437 *
Råolje	Hvete	0.066	0.001	3.386 *
Sukker	Råolje	2.311	3.362	3.070 *
Råolje	Sukker	0.119	0.129	0.085
GSCI	Råolje	4.719 *	0.911	0.339
Råolje	GSCI	9.517 **	0.166	10.772 **

¹ Verdier for hele perioden er basert på 2-lag

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

I første subperiode (2000-2007(6)) Granger-forårsaker naturgassprisen råoljeprisen, mens råolje Granger-forårsaker maisprisen. I tillegg eksisterer det to-veis-kausaltet mellom Råolje og GSCI. Det vil si at råoljeprisen Granger-forårsaker prisen til GSCI, samtidig som GSCI påvirker råoljeprisen. Basert på månedlige observasjoner ser vi at råoljeprisen Granger-forårsaker både solsikkeoljeprisen og rapsoljeprisen.

For perioden 2007(7)-2012 basert på månedlige observasjoner, eksisterer det to-veis-kausaltetsforhold mellom råolje og rapsolje. Mens for ukentlige observasjoner Granger-forårsaker råoljeprisen fyringsoljeprisen, og bensinprisen.

Ser vi på hele perioden (2000-2012) for månedlige observasjoner Granger-forårsaker råoljeprisen fyringsoljeprisen. For ukentlige observasjoner er det enveis-kausaltet mellom råolje og fyringsolje, og mellom råolje og sukker. Et interessant funn er at naturgass, bensin, soyaolje og GSCI Granger-forårsaker råoljeprisen. I tillegg eksisterer det også toveis-kausaltet mellom råolje og mais, og mellom råolje og hvete.

I delkapittel 11.2 for residualtesting finner vi at feilleddene ikke er normalfordelte. Dette gjør at enkelte sammenhenger vi finner i Granger-testen kan være spuriøse. Slik at selv om vi finner at enkelte råvarer Granger-forårsaker råoljeprisen trenger ikke dette nødvendigvis å være tilfellet. Her er det viktig å kombinere økonometriske resultater med det vi vet av faktiske hendelser. Ettersom råoljeprisen blir påvirket av mange ulike faktorer og er en av de mest omsatte råvarene i futuresmarkedet, er det større sannsynlighet for at funnene der råolje påvirker en annen råvare er korrekte, enn motsatt.

11.4. ØKONOMETRISKE RESULTATER FOR FYRINGSOLJE

Neste steg i analysen er å se om fyringsolje Granger-forårsaker endringer i noen av de andre råvarene. Tabell 31 viser resultater for Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Oppbyggingen av tabellen er den samme som for råolje. Månedlige observasjoner finnes i Tabell 43 i vedlegget «Månedlige Granger resultater for fyringsolje».

Tabell 31: Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner er kjørt mot fyringsolje. 2000 til 2012 med subperioder

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2000-2007(6)	2007(7) -2012	Hele perioden 2000-2012 ¹
Råolje	Fyringsolje	0.755	0.001	0.568
Fyringsolje	Råolje	0.341	9.842 **	4.195 *
Naturgass	Fyringsolje	0.034	0.260	0.268
Fyringsolje	Naturgass	3.070	1.982	2.529
Bensin	Fyringsolje	0.007	0.230	0.019
Fyringsolje	Bensin	0.054	0.294	0.760
Etanol	Fyringsolje	0.199	3.994 *	2.155
Fyringsolje	Etanol	0.347	4.298 *	0.629
Mais	Fyringsolje	3.633	0.056	2.435
Fyringsolje	Mais	0.006	12.550 **	3.345 *
Soyaolje	Fyringsolje	0.887	2.262	1.916
Fyringsolje	Soyaolje	1.939	2.080	0.437
Hvete	Fyringsolje	2.118	0.059	2.604
Fyringsolje	Hvete	0.461	2.266	3.531 *
Sukker	Fyringsolje	0.213	3.419	1.628
Fyringsolje	Sukker	0.173	0.006	0.440
GSCI	Fyringsolje	0.124	0.049	1.187
Fyringsolje	GSCI	2.014	3.141	5.477 **

¹ F-verdier for hele perioden er basert på 2 lag

* Signifikante F-verdier på 95 % nivå

** Signifikante F-verdier på 99 % nivå

I perioden 2000-2007(6) for ukentlige observasjoner finner vi ingen Granger sammenhenger. Dersom vi ser på de månedlige sammenhengene forklares endringer i fyringsoljeprisen ved endringer i bensinprisen, mens endringer i solsikkeoljeprisen forklares ved endringer i fyringsoljeprisen.

For ukentlige observasjoner i siste subperioden (2007(7)-2012) eksisterer det enveis-kausaltitet hvor fyringsolje blir påvirket av råolje og mais. I tillegg finner vi at prisene til etanol og fyringsolje påvirker hverandre. Det er derfor ikke mulig å se om den ene råvaren leder den andre.

Dersom vi ser på hele perioden (2000-2012) for ukentlige observasjoner blir fyringsoljeprisen grager-forårsaket av råolje, mais, hvete og GSCI. For månedlige observasjoner blir fyringsolje påvirket av råolje, bensin, soyaolje og GSCI, mens fyringsolje påvirker prisen på etanol.

I kapittelet «Prisutviklingen i markedet for oljerelaterte produkter» skrev vi at fyringsolje i stor grad påvirkes av råoljeprisen. Dette stemmer overens med resultatene vi finner i denne analysen.

Et annet funn er at fyringsoljeprisen ser ut til å bli påvirket av bevegelser i andre råvarer. Som nevnt i delkapittel 11.3 for råolje, er ikke feilleddene normalfordelte og sammenhengene må derfor tolkes med forsiktighet.

11.5. ØKONOMETRISKE RESULTATER FOR BENSIN

Til slutt vil vi se på om endringer i bensinprisen Granger-forårsaker prisendringer i de andre råvarene. Tabell 32 viser resultater basert på ukentlige observasjoner, resultater for månedlige observasjoner finnes i Tabell 44 i vedlegget «Månedlige granger resultater for bensin».

Tabell 32: Granger-kausaltetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner er kjørt mot bensin. 2000 til 2012 med subperioder.

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2000-2007(6)	2007(7) -2012	Hele perioden 2000-2012 ¹
Råolje	Bensin	2.077	0.217	3.101 *
Bensin	Råolje	0.002	6.697 *	1.189
Fyringsolje	Bensin	0.055	0.277	0.760
Bensin	Fyringsolje	0.007	0.258	0.019
Naturgass	Bensin	3.889 *	0.645	2.588
Bensin	Naturgass	3.215	0.425	3.133 *
Etanol	Bensin	0.011	2.741	0.925
Bensin	Etanol	0.034	1.228	1.086
Mais	Bensin	0.185	0.589	0.256
Bensin	Mais	0.365	3.029	1.826
Soyaolje	Bensin	0.694	1.652	0.118
Bensin	Soyaolje	0.779	0.615	0.360
Hvete	Bensin	0.777	0.693	3.629 *
Bensin	Hvete	0.000	0.113	1.294
Sukker	Bensin	0.103	5.514 *	1.647
Bensin	Sukker	1.097	0.216	0.805
GSCI	Bensin	0.442	0.103	0.277
Bensin	GSCI	1.771	0.217	0.625

¹ Verdier for hele perioden er basert på 2-lag

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

For ukentlige observasjoner i perioden 2000-2007(6) «Granger-forårsaker» bensinprisen naturgassprisen. I samme periode for månedlige observasjoner påvirker bensinprisen prisene på fyringsolje og etanol, mens maisprisen «Granger-forårsaker» bensinprisen, dette forholdet gjelder også for hele perioden (2000-2012).

I siste subperiode 2007(7)-2012 for ukentlige observasjoner blir bensinprisen «Granger-forårsaket» av råolje. Mens bensin «Granger-forårsaker» sukkerprisen. For månedlige observasjoner finner vi ingen Granger-kausaltet i denne perioden. For hele perioden basert på ukentlige observasjoner «Granger-forårsaker» bensinprisen råolje og hvete, mens naturgass Granger-forårsaker bensin.

Ut i fra denne analysen finner vi at bensinprisen blir påvirket av prisene til andre oljerelaterte produkter, mer enn den blir påvirket av feedstock. Basert på månedlige observasjoner for hele perioden påvirker bensin etanolprisen. Denne sammenhengen kan skyldes at etanol benyttes som tilsetningsstoff i bensin.

11.6. ØKNOMETRISKE RESULTATER FOR ETANOL

Til slutt mener vi det er hensiktsmessig å se hvorvidt prisendringer for etanol «Granger-forårsaker» endringer i feedstock råvarene. Denne analysen vil kun gå på 1 periode da etanolkontrakten starter først i 2005. Perioden rangerer derfor fra 2005 til 2012. Resultatene av de månedlige og ukentlige observasjonene er oppsummert i Tabell 33 og Tabell 34.

Tabell 33: Granger kausalitetstest basert på månedsdata. Alle regresjoner er kjørt mot Etanol. 2005 til 2012

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2005 - 2012 F-verdi
Mais	Etanol	0.008
Etanol	Mais	0.731
Soyaolje	Etanol	0.913
Etanol	Soyaolje	1.315
Hvete	Etanol	0.893
Etanol	Hvete	0.025
Sukker	Etanol	0.096
Etanol	Sukker	0.506
Rapsolje	Etanol	6.166 *
Etanol	Rapsolje	0.258
Solsikkeolje	Etanol	0.518
Etanol	Solsikkeolje	0.040

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

Tabell 34: Granger kausalitetstest basert på ukentlige observasjoner. Alle regresjoner er kjørt mot etanol. 2005 til 2012

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2005 - 2012 F-verdi
Mais	Etanol	0.062
Etanol	Mais	9.515 **
Hvete	Etanol	1.290
Etanol	Hvete	2.441
Sukker	Etanol	2.370
Etanol	Sukker	0.866
Soyaolje	Etanol	1.133
Etanol	Soyaolje	1.307

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

Det er få signifikante sammenhenger for etanol. For månedlige observasjoner «Granger-forårsaker» etanolprisen prisen på rapsolje. Mens for ukentlige observasjonene finner vi at mais «Granger-forårsaker» etanolprisen. Årsaken til dette kan være at mais benyttes som input i etanolproduksjon. I tillegg bruker USA en stor andel av total maisproduksjon til å produsere etanol.

11.7. KONKLUSJONER FRA GRANGER-ANALYSEN

Ut i fra denne analysen finner vi at råolje «Granger-forårsaker» fyringsolje, bensin, mais, hvete og sukker. Vi finner også at bensin «Granger-forårsaker» fyringsolje. Skal vi oppsummere funnene finner vi totalt sett svært få signifikante sammenhenger mellom råvarene parvis. Det virker ikke som at det er en råvare som systematisk endrer seg før en annen råvare. Sammenhengene er størst for energiråvarene seg imellom. Vi finner tillegg sammenhenger for råolje og rapsolje.

Av feedstocks finner vi at maisprisen har et toveisforhold med råoljeprisen. Endringer i råoljeprisen «Granger-forårsaker» endringer i maisprisen, og motsatt. I tillegg finner vi at for hele perioden (2000 – 2012) «Granger-forårsaker» endringer i maisprisen endringer i bensinprisen (ukentlige observasjoner) og fyringsoljeprisen (månedlige observasjoner).

12. VEKTOR AUTOREGRESSIV ANALYSE – VAR

Vektor autoregressiv modell (VAR) er en statistisk modell som søker å finne lineære sammenhenger mellom flere tidsserie-variabler. Dette blir gjort ved hjelp av en multipl regressjon. Det vil si en regresjon som avhenger av mer enn en variabel. Altså vil en VAR-modell, i motsetning til Granger, kunne vise sammenhenger mellom flere variabler av gangen.

Den enkleste måten å forklare VAR-metodikken på er ved et eksempel. Vi benytter den enkleste formen for VAR-modell, nemlig en modell med kun to variabler. Her velger vi mais og råolje som eksempler.

$$(12.10) R\ddot{a}olje_t = \beta_0 + \beta_{1,R\ddot{a}olje} R\ddot{a}olje_{t-1} + \dots + \beta_{k,R\ddot{a}olje} R\ddot{a}olje_{t-k} + \alpha_{1,mais} Mais_{t-1} + \dots + \alpha_{k,mais} Mais_{t-k} + u_t$$

$$(12.11) Mais_t = \beta_0 + \beta_{1,mais} Mais_{t-1} + \dots + \beta_{k,mais} Mais_{t-k} + \alpha_{1,R\ddot{a}olje} R\ddot{a}olje_{t-1} + \dots + \alpha_{k,R\ddot{a}olje} R\ddot{a}olje_{t-k} + u_t$$

VAR-modellen er bygget opp slik at den avhengige variabelen avhenger av egne historiske verdier i tillegg til tidligere verdier av de andre variablene. For eksempel avhenger $R\ddot{a}olje_t$ av tidligere verdier for råolje, $R\ddot{a}olje_{t-k}$, i tillegg til historiske verdier for mais, $Mais_{t-k}$. Mens $Mais_t$, avhenger av historiske verdier for mais, $Mais_{t-k}$ i tillegg til historiske verdier for råolje, $R\ddot{a}olje_{t-k}$. Regresjonene for $R\ddot{a}olje_t$ og $Mais_t$ sammen utgjør et system. Enkelt forklart kan «system» defineres som et slags hypotetisk «marked» hvor alle råvarene i modellen er inkludert. Det vi ønsker å oppnå med modellen blir da å se hvilke av råvarene som har en signifikant effekt på «markedet». Det vil derfor ikke være mulig å si om en enkelt råvare påvirker en annen, bare om den har en signifikant effekt på systemet.

VAR modellen som benyttes i denne oppgaven er en modell uten restriksjoner (UVAR). Det vil si at det ikke blir lagt restriksjoner på betakoeffisientene. En UVAR er en modell på redusert form. Med redusert form menes at høyresidevariablene, slik som $Mais_{t-k}$ og $R\ddot{a}olje_{t-k}$ for likning 12.10, kun gir historiske verdier. Ulike kombinasjoner av historiske verdier på høyresiden predikerer verdien til den avhengige variabelen på venstre siden, her; $R\ddot{a}olje_t$. Resultatet fra UVAR modellen viser hvilke av de historiske råvareavkastningene som signifikant påvirker systemet. Om en verdi er signifikant avgjøres med en F-test, noe vi vil komme tilbake til i avsnitt Empiriske resultater. En fordel ved å benytte UVAR er at vi får et bilde av hvilke råvarer som signifikant påvirker systemet.

En viktig del av modellen er avgjørelsen av antall lag. Granger-analysen benyttet AIC som informasjonskriterie, men ettersom UVAR er en multivariat regresjon, benyttes MAIC². MAIC regner ut forholdet mellom summen av residualkvadratene (RSS), og straffen for tap av frihetsgrader ved å inkludere flere parametre. Informasjonskriteriet optimeres ved å velge det antall lag som har lavest verdi. For våre dataserier finner vi at 3 lag er optimalt for hele perioden både for ukentlige og månedlige observasjoner. Når vi deler inn i subperioder er to lag optimalt.

12.1. RESIDUALTESTER

Videre er det viktig å se om UVAR oppfyller kravene for «Ordinary Least Squares (OLS)» eller minste kvadraters metode. For å gjøre dette testes residualene i modellen. Residualtesting skal kontrollere at det ikke er autokorrelasjon i feilleddet, at feilleddene er normalfordelte, og at residualene har konstant varians. Dersom residualene ikke oppfyller kravene, må modellen korrigeres. En måte å korrigere på er å legge til flere lag. Her er det viktig å merke seg at flere lag vil gjøre modellen mer kompleks, noe som igjen kan gjøre det vanskelig å tolke resultatene. Vi har utført testene basert på laglengden foreslått fra MAIC.

For å teste autokorrelasjon i feilleddene bruker vi en Lagrange-multitpler test. Resultatene fra testen er oppsummert i Tabell 35. Nullhypotesen er at det ikke er autokorrelasjon i feilleddene. For ukentlige observasjoner finner vi autokorrelasjon i feilleddet for hele perioden, men ikke for periodene 2000-2007(6) og 2007(7). Ved test av månedlige observasjoner finner vi ingen autokorrelasjon i feilleddene.

Tabell 35 Resultater fra LM-test for autokorrelasjon i feilledd for 2000-2012, subperiode 2000-2007(6), og 2007(7)-2012

	Hele perioden	2000 - 2007 (6)	2007(7) - 2012
<i>Ukentlige observasjoner</i>	1.28 **	1.10	0.97
<i>Månedlige observasjoner</i>	1.11	1.08	1.14

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

Autokorrelasjon i modellen kan skyldes en utelatt variabel. Det vil altså kunne være ytre faktorer som påvirker bevegelsene til variablene.

² $MAIC = \log|\hat{\Sigma}| + \frac{2k}{T}$, hvor Σ er varians-kovarians matrisen for residualene, T er antall observasjoner og k totalt antall regressorer.

Videre ønsker vi å teste om feilleddene er normalfordelte. Dette gjøres ved en multivariat normalitetstest. Denne testen er den samme vi benytter i kapittelet «Råvarenes fordelingssegenskaper» og vi bruker derfor en kjikvadrat test med to frihetsgrader med kritisk verdi 5,99. Nullhypotesen er her at residualene er normalfordelte. Resultatene for normalitetstesten er presentert i Tabell 36. Ut i fra Tabell 36 forkaster vi nullhypotesen og konkluderer med at residualene ikke er normalfordelte.

Tabell 36: Resultater fra normalitetstest i for residualene i VAR-analysen, for 2000 - 2012 og subperioder.

	Hele perioden	2000 - 2007 (6)	2007(7) - 2012
<i>Ukentlige observasjoner</i>	474.27 **	288.29 **	287.00 **
<i>Månedlige observasjoner</i>	226.60 **	123.85 **	58.59 **

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

Konsekvensen av at feilleddene ikke er normalfordelte er at F-statistikken, som benyttes for å vurdere om en råvare har signifikant effekt i UVAR, ikke lenger er gyldig. Det er derfor viktig å tolke resultatene fra UVAR modellen med forsiktighet.

Til slutt tester vi at feilleddene ikke er heteroskedastiske. Dette gjøres ved hjelp av Whites test (White, 1980). Nullhypotesen er at det er konstant varians i feilleddet, altså ikke-heteroskedastisitet. Tabell 37 viser resultatene for heteroskedastisitetstesten.

Tabell 37: Whites test for heteroskedastisitet for 2000 - 2012 og subperioder

	Hele perioden	2000 - 2007 (6)	2007(7) - 2012
<i>Ukentlige observasjoner</i>	2494.40 **	1354.00 **	2079.00 **
<i>Månedlige observasjoner</i>	3132.20	For få observasjoner	For få observasjoner

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

For ukentlige observasjoner er feilleddene heteroskedastiske. Det vil si at feilleddene ikke har konstant varians. Konsekvensen av dette er at feilleddet ikke lenger kan defineres som et feilledd, men utgjør en forklaringsvariabel i seg selv. Et slikt brudd vil ikke påvirke verdien til en estimert koeffisient, derimot vil standardfeilen til koeffisienten bli påvirket. UVAR modellen benytter F-

verdier for å avgjøre om koeffisientene i regresjonen er signifikante. Ettersom F-verdier ikke baserer seg på standardfeil vil vi kunne beholde regresjonskoeffisientene.

For månedlige observasjoner får vi kun testet heteroskedastisitet for hele perioden. For subperiodene har vi flere restriksjoner enn observasjoner, og vi får derfor ikke testet for heteroskedastisitet i den multiple modellen. Ved test av residualene i en enkel regresjon finner vi heteroskedastisitet.

Ut i fra disse testene har vi flere brudd på de klassiske forutsetningene for minste kvadraters metode. Vi har forsøkt å øke antall lag for å få bukt med problemene i residualene. Denne økningen hadde liten effekt på normalfordelingen til residualene og heteroskedastisiteten. Vi velger derfor å beholde det antall lag som MAIC foreslo. Dette resulterer i at resultatene fra UVAR må tolkes med forsiktighet.

12.2. EMPIRISKE RESULTATER

Vi får to ulike F-verdier for UVAR. Den første F-verdien er rapportert øverst i tabell Tabell 38 og Tabell 39. F-verdien tester om summen av alle koeffisientene lik null. Nullhypotesen blir da at verdien til koeffisientene er null. Dette er gitt ved følgende sammenheng;

$$H_0: \sum_{i=1}^n \beta_i = 0.$$

For ukentlige observasjoner er alle F-verdier signifikante på 99 % nivå. Dette forteller oss at koeffisientene samlet er signifikant forskjellig fra null. Altså påvirker koeffisientene systemet. Ved månedlige observasjoner er verdiene for hele perioden og 2000 – juni 2007 signifikante på 99 % nivå. Koeffisienter basert på månedlige observasjoner, for perioden juli 2007 – 2012, er ikke signifikant forskjellig fra null. Det vil si at totalsummen av alle koeffisientene i perioden ikke er signifikant forskjellig fra null, men derimot vil enkelt koeffisienter i perioden kunne ha signifikante verdier.

Neste F-verdi rapporterer hvor signifikant de enkelte råvarene er i systemet. Notasjonen $t-n$ angir «lag-et» råvaren er hentet fra. Der t står for tid og n står for lag lengde. Da vil for eksempel råolje $t-2$ fortelle om råoljeavkastningene for to perioder tilbake har en signifikant innvirkning på systemet.

Resultatene for ukentlige observasjoner finnes i Tabell 38 Den første observasjonen vi gjør oss er at råolje synes å gå igjen i alle periodene, dette gjelder også for månedlige observasjoner i Tabell 39. Dette viser, slik vi har diskutert tidligere i oppgaven, at råolje har innvirkning på de fleste

råvarene. Den regnes som en prisdriver for produkter som bensin og fyringsolje. Fyringsolje og bensin har også signifiante verdier i perioden 2000 – juni 2007 for både ukentlig og månedlige observasjoner. Det som er interessant er at i perioden juli 2007 – 2012 er ikke verdien av fyringsolje signifikant. Bensin er signifikant når vi ser på ukentlige observasjoner. Etanol har signifikant påvirkning i andre subperiode.

Ser vi på ukentlige observasjoner for begge subperiodene og for hele perioden, er mais eneste feedstock med signifikant verdi. For månedlige observasjoner i perioden 2000-2007(6) har soyaolje i forrige periode og sukker to perioder tilbake signifikante verdier. Det kan se ut som systemet preges noe mer av feedstock i den siste subperiode. Her har mais, soyaolje, sukker og solsikkeolje signifikante verdier. For ukentlig er etanol signifikant og for månedlige observasjoner er også soyaolje, sukker og solsikkeolje signifikante.

Ser vi på hele perioden basert på ukentlige observasjoner, har alle oljerelaterte produkter signifikant innvirkning på systemet. Men for feedstocks har bare mais signifikant verdi. Ved ukentlige observasjoner har ikke naturgass signifikant innvirkning. Her har også feedstocks som mais, soyaolje, hvete og solsikkeolje signifikante verdier.

Tabell 38 UVAR-modell, basert på ukentlige observasjoner fra 2000 til 2012, med tilhørende subperioder

	2000 - 2007(6)	2007 (7) - 2012	Hele perioden
	<i>F-test på alle regressorer</i>	<i>F-test på alle regressorer</i>	<i>F-test på alle regressorer</i>
	1.70 **	1.78 **	2.07 **
	<i>F-test på hver enkelt regressorer</i>	<i>F-test på hver enkelt regressorer</i>	<i>F-test på hver enkelt regressorer</i>
Råolje t-1	4.97 **	5.70 **	12.49 **
Råolje t-2	5.91 **	1.10	7.06 **
Råolje t-3			2.93 **
Fyringsolje t-1	2.15 *	1.25	4.77 **
Fyringsolje t-2	5.83 **	1.82	6.67 **
Fyringsolje t-3			3.14 **
Naturgass t-1	1.10	1.20	2.15 *
Naturgass t-2	0.55	1.58	1.14
Naturgass t-3			1.28
Bensin t-1	2.97 **	1.24	3.24 **
Bensin t-2	1.58	3.21 **	3.04 **
Bensin t-3			3.01 **
Etanol t-1		3.08 **	
Etanol t-2		31.21	
Mais t-1	0.55	3.07 **	1.22
Mais t-2	2.62 **	0.87	3.30 **
Mais t-3			0.51
Soyaolje t-1	1.38	0.54	1.36
Soyaolje t-2	0.83	0.91	0.50
Soyaolje t-3			0.64
Hvete t-1	0.73	0.35	0.71
Hvete t-2	1.94	0.85	1.90
Hvete t-3			0.78
Sukker t-1	1.33	0.97	1.11
Sukker t-2	1.42	0.58	1.11
Sukker t-3			1.16

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

Tabell 39: UVAR-modell basert på månedlige observasjoner for perioden 2000 til 2012, inkludert subperioder

	2000 - 2007(6)	2007 (7) - 2012	Hele perioden
	<i>F-test på alle regressorer</i>	<i>F-test på alle regressorer</i>	<i>F-test på alle regressorer</i>
	1.70 **	1.36	1.74 **
	<i>F-test på hver enkelt regressorer</i>	<i>F-test på hver enkelt regressorer</i>	<i>F-test på hver enkelt regressorer</i>
Råolje t-1	3.99 **	1.16	1.30
Råolje t-2	1.55	2.37 *	3.29 **
Råolje t-3			1.39
Fyringsolje t-1	3.76 **	0.89	2.64 **
Fyringsolje t-2	0.98	1.58	2.32 *
Fyringsolje t-3			0.88
Naturgass t-1	1.70	0.54	0.96
Naturgass t-2	1.98	0.67	1.17
Naturgass t-3			0.63
Bensin t-1	2.23 *	0.59	4.34 **
Bensin t-2	2.38	1.29	4.39 **
Bensin t-3			2.83 **
Etanol t-1		1.50	
Etanol t-2		1.92	
Mais t-1	1.01	2.67 *	2.49 *
Mais t-2	1.45	1.17	1.59
Mais t-3			1.89
Soyaolje t-1	2.91 **	2.58 *	5.55 **
Soyaolje t-2	0.90	1.61	1.77
Soyaolje t-3			1.20
Hvete t-1	0.89	1.29	1.57
Hvete t-2	1.78	0.51	0.81
Hvete t-3			3.87 **
Sukker t-1	1.71	2.33 *	0.82
Sukker t-2	2.10 *	3.61 **	0.72
Sukker t-3			1.39
Rapsolje t-1	1.15	1.72	1.87
Rapsolje t-2	1.04	0.98	1.45
Rapsolje t-3			1.50
Solsikkeolje t-1	1.45	2.28 *	4.30 **
Solsikkeolje t-2	1.06	0.53	2.14 *
Solsikkeolje t-3			1.22

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

12.3. OPPSUMMERING AV VAR RESULTATER

Ut i fra UVAR analysen er det råoljeprisen med ett lag for ukentlige observasjoner, og to lag for månedlige observasjoner som har størst innvirkning på systemet. Oljerelaterte produkter har større innvirkning på systemet enn feedstocks. Dette kan indikere at det er oljerelaterte produkter som har størst innvirkning på bevegelsene i råvaremarkedet. For feedstock er det mais som har størst innvirkning.

Som nevnt i delkapittel 12.1. for «Residualtester» oppfyller ikke residualene krav fra minste kvadraters metode. Det vil si at vi må være forsiktige med å trekke konklusjoner ut i fra denne analysen. Analysen kan i stedet benyttes til å få en indikasjon på hvilke råvarer som kan se ut til å ha størst innvirkning på et system bestående både av feedstocks og oljerelaterte råvarer.

13. KONKLUSJON

Oppgaven har sett på risiko og ulike mål for samvariasjon mellom råvarenes avkastninger. Dette leder oss derfor til problemstillingen som ble utledet i starten av oppgaven: «Har markedet for feedstock og oljerelaterte produkter blitt ett marked?».

Vi vil nå raskt gå igjennom våre funn fra analysedelen av oppgaven før vi konkluderer.

Første delen av analysen undersøker avkastning, risiko og fordelingsegenskapene til råvareavkastningene. Her finner vi at for 7 av 12 råvarer har avkastningen økt i perioden 2010-2012 i forhold til tidligere subperioder. Vi finner også økning i risiko for feedstocks som mais, hvete og sukker. I tillegg finner vi at standardavviket for mais, etanol og bensin har blitt likere standardavviket til råolje. I tråd med forskningene til Ji og Fan(2008), Trujillo-Barrera et al. (2011) finner vi også en indikasjon på volatilitetsoverføring fra oljerelaterte produkter til markedet for feedstocks. Et interessant funn er at for 8 av 12 råvarer har risikojustert avkastning økt i perioden 2010-2012. Det vil si at avkastning har økt mer enn risiko for alle råvarer unntatt naturgass, etanol, hvete og sukker. Naturgass og sukker er de eneste råvarene med negativ risikojustert avkastning. Ved analyse av avkastningenes fordelingsegenskaper finner vi, i tråd med forskningen til Kat og Oomen (2007), at basert på robuste mål for skjevhet og kurtose, som i mindre grad vektlegger ekstraordinære hendelser, er avkastningene til råvarene normalfordelte.

Neste del av analysen undersøker om det har skjedd en økning i samvariasjonen mellom feedstocks og oljerelaterte produkter. Ved å benytte bivariate korrelasjoner finner vi økning i korrelasjon både innad og på tvers av tradisjonelle grupperinger. Dette gjelder spesielt for råvarene mais, soyaolje og hvete, som i perioden 2010 – 2012 korrelerer høyere med oljeproduktene enn i perioden 2000 – 2007(6). Vi ser også at oljerelaterte produkter og feedstocks korrelerer mer med GSCI i periodene 2007(7)-2009 og 2010-2012 for daglige, ukentlige og månedlige observasjoner enn perioden 2000-2007(6). Dette gjelder også for råvarer som ikke er inkludert i GSCI.

Fra analysen av systematisk og usystematisk risiko finner vi at selv om feedstock korrelerer mer med GSCI i perioden 2010-2012 enn i første subperiode, forklares mesteparten av variasjonen i feedstock av andre faktorer enn bevegelser i GSCI. Derimot blir en stor andel av systematisk risiko for oljerelaterte produkter forklart gjennom bevegelser til GSCI. For eksempel har fyringsolje og råolje systematisk risiko på henholdsvis 85 % og 86 %. Det vil si at kun 15 % av risikoen er råvarespesifikk.

For å finne sammenhenger mellom flere råvarer simultant benyttes en PCA analyse. Her finner vi at den komponenten som forklarer størst andel av varians kan være et biodrivstoffkomponent. Dette fordi komponentet har signifikante verdier for råolje, fyringsolje, bensin, etanol, mais, soya, hvete og rapsolje, kan det tyde på at en bakenforliggende årsak som biodrivstoff skaper denne sammenhengen. Denne antagelsen forsterkes ved at vi først får komponentet i perioden 2007(7) – 2012, og sammenhengen holder også i perioden 2010-2012 for daglige, ukentlige og månedlige frekvenser. Altså kan dette indikere at det fra 2007 har utviklet seg et "bånd" mellom oljeproduktene: råolje, fyringsolje, bensin og etanol, og feedstocksproduktene: mais, soyaolje og hvete.

Siden vi finner økt samvariasjon mellom råvarene er det interessant å se hvilke av råvarer som eventuelt leder andre. Dette undersøkes ved Grangers kausalitetstest. Denne testen kjøres for råolje, fyringsolje og bensin. Vi finner at råolje «Granger-forårsaker» fyringsolje, bensin, mais, hvete og sukker for hele perioden basert på ukentlige observasjoner. For fyringsolje og bensin finner vi få resultater. Men bensin «Granger-forårsaker» fyringsolje. For hele perioden finner vi to-veis-sammenheng mellom råolje og mais. Mais er også eneste feedstock som «Granger-forårsaker» bensin og fyringsolje for hele perioden basert på henholdsvis ukentlige og månedlige observasjoner. Det kan virke som mais har fått en økende sammenheng med flere av oljeproduktene.

Siste analyse er en vektorautoregressiv modell uten restriksjoner (UVAR). I denne modellen ser vi hvilke råvarer som har størst påvirkning på et system bestående av alle råvarene. Resultatene her indikerer at oljeproduktene har størst påvirkning på systemet, mens for feedstock er det kun mais som signifikant påvirker systemet i flere perioder.

Ut i fra disse analysene ser vi at det er en trend mot at markedene for oljerelaterte produkter og feedstocks er nærmere knyttet i perioden 2010-2012 i forhold til perioden 2000-2007(6). Vi ser at denne sammenhengen er tydeligst for mais. Spørsmålet blir derfor om markedet for feedstock og oljeprodukter har blitt ett. Ut i fra våre undersøkelser finner vi at markedene *har blitt likere*. Funnene baserer seg i hovedsak på at mais korrelerer høyere med oljeproduktene i siste periode, og er den av feedstockråvarene som gir signifikante verdier for både Granger-kausaltets-testen og UVAR. Det å si at markedene har blitt ett er en overdrivelse. At det er kun mais som har denne sammenhengen med oljeproduktene tyder ikke på at det har blitt en større sammenheng mellom feedstocks og oljemarkedet generelt. Markedene har fortsatt store forskjeller i avkastning og risikoprofil. Selv om det finnes en økt korrelasjon mellom enkelte feedstocks og oljeprodukter er denne fortsatt lav i forhold til korrelasjonene innad i de tradisjonelle grupperingene.

13.1. FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING

En mulig forbedring av denne oppgaven vil kunne være å se på andre faktorer som påvirker prisene på råvarer. Her kan vi blant annet nevne effekten av indeksinvesteringer og dollarkursen. Dette er noe vi har nevnt gjennom oppgaven, men ikke har gått inn på i særlig grad. Her kunne det vært spennende og sett spesifikt på effekter fra disse to.

Det vil også være interresant og se om inndelingen av periodene ville hatt stor innvirkning på resultatene vi får i denne analysen. Med dette kunne det også vært aktuelt å øke den totale perioden. Eksempelvis å starte perioden fra 1990. Det kunne også vært interessant å utført denne type analyse på et senere tidspunkt. Man ville da hatt tilgang på en større mengde datapunkter fra en periode med høy biodrivstoffproduksjon.

14. REFERANSER

- ABBOTT, P. C., HURT, C. & TYNER, W. E. 2009. What's driving food prices? : Farm Foundation.
- AJANOVIC, A. 2011. Biofuels versus food production: Does biofuels production increase food prices? *Energy*, 36, 2070-2076.
- AL-RIFFAI, P., DIMARANAN, B. & LABORDE, D. 2010. European Union and United States Biofuel Mandates - Impacts on World Markets.
- ALEXANDER, C. 2008. *Quantitative Methods in Finance*, John Wiley & Sons, Ltd.
- ARADHEY, A. 2010. India Biofuels Annual. Global Agricultural Information Network.
- ARSHAD, F. M. & HAMEED, A. A. A. 2009. The Long Run Relationship Between Petroleum and Cereals Prices. *Global Economy & Finance Journal*, 2, 91 -100.
- BROWN, S. P. A. & YÜCEL, M. K. 2007. What drives natural gas prices?
- CATTELL, R. B. 1966. *The Scree Test For The Number Of Factors*.
- CHATFIELD, C. & COLLINS, A. J. 1980. *Introduction to multivariate analysis*, USA, Chapman and Hall.
- CIAIAN, P. & KANCS, D. A. 2010. Interdependencies in the energy-bioenergy-food price systems: A cointegration analysis. *Resource and Energy Economics*, 33, 326-348.
- COLARES, J. F. 2008. A Brief History of Brazilian Biofuels Legislation. *SSRN eLibrary*.
- COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION 2003. Restructuring the community framework for the taxation of energy products and electricity. *Official Journal of the European Union*.
- DAHLGRAN, R. A. Ethanol Futures: Thin but Effective? - Why? NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management, 2010 St. Louis, MO.
- DARBY, M. 2011. Australia Biofuels Annual. *Global Agricultural Information Network*.
- DE ALMEIDA, E. F., BOMTEMPO, J. V. & DE SOUZA E SILVA, C. M. 2007. The Performance of Brazilian Biofuels: An Economic, Environmental and Social Analysis. Rio de Janeiro, Brazil: Joint Transport Research Centre.
- DILLON, H. S., LAAN, T. & DILLON, H. S. 2008. Biofuels - at what cost?: Government support for ethanol and biodiesel in Indonesia. Geneva, Switzerland: Global Subsidies Initiative (GSI) of the International Institute for Sustainable Development (IISD).
- DU, X. & MCPHAIL, L. L. 2012. Inside the Black Box: the Price Linkage and Transmission between Energy and Agricultural Markets. *The Energy Journal*, 33, 171 - 194.
- DUNSBY, A., ECKSTEIN, J., GASPAR, J. & MULHOLLAND, S. 2008. *Commodity Investing: Maximizing returns through fundamental analysis*, John Wiley & Sons.
- EARTH POLICY INSTITUTE. 2011. *World Fuel Ethanol Production, 1975-2010*

- World Biodiesel Production, 1991-2010 [Online]. Available: http://www.earth-policy.org/data_center/C23.
- EURACTIVE. 2007. *EU Renewable Energy Policy* [Online]. Available: <http://www.euractiv.com/energy/eu-renewable-energy-policy-links dossier-188269>.
- FINANSDEPARTEMENT, D. K. 2010. Prop. 1LS, Skatter, avgifter og toll 2011. In: FINANSDEPARTEMENT, D. K. (ed.). Oslo.
- FINANSDEPARTEMENTET 2008. Om forvaltningen av Statens pensjonsfond i 2007. In: FINANSDEPARTEMENTET (ed.).
- FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE 2011. World Agricultural Outlook Database. In: DEPARTMENT OF ECONOMICS, I. S. U. (ed.). Food and Agricultural Policy Research Institute.
- FRANK, J. & GARCIA, P. How Strong are the Linkages among Agricultural, Oil, and Exchange Rate Markets? NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management 2010 St. Louis, Missouri.
- GILES, D. 2011. Testing for Granger Causality. *Econometrics Beat; Dave Giles Blog* [Online]. Available from: <http://davegiles.blogspot.com/2011/04/testing-for-granger-causality.html>.
- GOHIN, A. & CHANTRET, F. 2010. The long-run impact of energy prices on world agricultural markets: The role of macro-economic linkages. *Energy*, 38, 333-339.
- GOLDEMBERG, J. 2006. The Ethanol Program in Brazil. *Environmental Research Letter*.
- GRANGER, C. 1969. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37, 424 -438.
- HAIR, J. F. & ANDERSON, R. E. 2010. *Multivariate data analysis*, Prentice Hall.
- HAMILTON, A. C. 2006. *Tactical Gas Trends* [Online]. Available: <http://www.zeallc.com/2006/tacgas.htm>.
- HARRI, A., NALLEY, L. & HUDSON, D. 2009. The Relationship between Oil, Exchange Rates, and Commodity Prices. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41, 501 - 510.
- HOH, R. 2011. Biofuels Annual, Malaysia. USDA Foreign Agricultural Service.
- Jl, Q. & FAN, Y. 2012. How does oil price volatility affect non-energy commodity markets? *Applied Energy*, 89, 273-280.
- KAISER, H. F. 1960. The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- KAT, H. M. & OOMEN, R. C. A. 2006. What every Investor Should Know About Commodities, Part II Multivariate Return Analysis.
- KAT, H. M. & OOMEN, R. C. A. 2007. What every investor should know about commodities, Part 1. *Journal of Investment Management*, 5.
- KIM, T.-H. & WHITE, H. 2004. On more robust estimation of skewness and kurtosis. *Finance Research Letters*, 1, 56-73.

- KRISTOUFEK, L., JANDA, K. & ZILBERMAN, D. 2012. Correlations Between Biofuels and Related Commodities Before and During the Food Crisis: A Taxonomy Perspective. Berkley, California: Center for Energy and Environmental Economics.
- MOORS, J. J. A. 1988. A Quantile Alternative for Kurtosis. *The Statistician*, Vol. 37, No. 1 (1988), pp. 25-32.
- PATRICK, D. L., BOWLES, I. A., MURRAY, T. P. & GIUDICE, P. 2009. State Heating Oil & Propane Program Final Report winter 2008/2009. Commonwealth of Massachusetts Division of Energy Resources.
- PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS 2009. Excessive Speculation in the Wheat Market. *In: SENATE, U. S. (ed.)*. Washington D.C.: Committee on Homeland Security and Governmental Affairs.
- PINZÓN, L. 2011. Colombian Ethanol Production Well Below Capacity. Global Agricultural Information Network.
- PLUMMER, R. 2006. The rise, fall, and rise of Brazil's biofuel. Available: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/4581955.stm>.
- RUTZ, D., THEBAUD, A., JANSSEN, R., SEGURA, S., RIEGELHAUPT, E., BALLESEOS, M., MANZABARES, P., ST. JAMES, C., SERAFINI, D., COELHO, S., GURADABASSI, P., AROCA, G., SOLER, L., NADAL, G. & BRAVO, G. 2009. Biofuel Policies and legislation in Latin-America. *BioTop Project*.
- S&P INDICES 2011. S&P Indices Announces 2012 Weights for the S&P GSCI.
- SANDERS, D. R. & IRWIN, S. H. 2011. The Impact of Index Funds in Commodity Futures Markets: A System Approach. *The Journal of Alternative Investments*, 14, 40 -49.
- SCOTT, R. R. & JUNYANG, J. 2011. Biofuels Annual Report, China - Peoples Republic of.
- SORDA, G., BANSE, M. & KEMFERT, C. 2010. An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 38, 6977-6988.
- STATE ENERGY CONSERVATION OFFICE. 2006. *MTBE & Ethanol* [Online]. Texas. Available: http://www.seco.cpa.state.tx.us/re_ethanol_mtbe.htm.
- STOLL, H. R. & WHALEY, R. E. 2009. Commodity Index Investing and Commodity Futures Prices. 1 - 69.
- STUDENMUND, A. H. 2011. *Using Econometrics*, 616, Pearson.
- TANG, K. & XIONG, W. 2010. Index Investment and Financialization of Commodities. *SSRN eLibrary*.
- TANG, K. & XIONG, W. 2012. *The Financialisation of commodities* [Online]. Available: <https://www.wolfrisk.com/docs/whitepapers/The%20Financialisation%20of%20Commodities%20-%20vox.pdf>.
- TROSTLE, R. 2008. Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices. *In: AGRICULTURE, U. S. D. O. (ed.)*.

- TRUJILLO-BARRERA, A., MALLORY, M. & GARCIA, P. 2011. Volatility Spillovers in the U.S. Crude Oil, Corn, and Ethanol Markets. *NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management*. St. Louis, MO.
- U.S CONGRESS 2005. Energy Policy Act of 2005. 109-58.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2007. State Actions Banning MTBE (Statewide).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2009. *Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)* [Online]. Available: <http://www.epa.gov/mtbe/water.htm>.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2012. *Renewable Fuel Standard (RFS)* [Online]. Available: <http://www.epa.gov/otaq/fuels/renewablefuels/documents/420f11044.pdf>.
- US EPA 2007. Energy Independence Security Act (EISA). *In: AGENCY, U. S. E. P. (ed.)*.
- WESTHOFF, P. 2010. *The Economics of Food*, Upper Saddle River, New Jersey 07458, Pearson Education, Inc.
- WHITE, H. 1980. A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, 48, 817-838.
- WISNER, B. & JOHANNNS, A. Ethanol Basis Data. Agricultural Marketing Resource Center.
- ZHANG, Z., LOHR, L., ESCALANTE, C. & WETZSTEIN, M. 2009. Ethanol, Corn, and Soybean Price Relations in a Volatile Vehicle-Fuels Market. *Energies*, 320-339.

VEDLEGG – DAGLIGE OG UKENTLIGE PCA RESULTATER

Tabell 40: Prinsipal komponent analyse basert på daglige observasjoner

Prinsipal komponent analyse, daglige data

	2000 - 2007 (6)			2007 (7) - 2012		2010 - 2012		2000 - 2012	
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
Eigenverdier	2.562	1.909	0.9758	3.729	1.251	3.416	1.505	3.01	1.664
Andel av variasjonen forklart									
% variasjon	32.03	23.86	12.20	46.61	15.64	42.70	18.81	37.62	20.80
% kumulativ	32.03	55.89	68.09	46.61	62.25	42.70	61.51	37.62	58.42
Eigenvektor									
<i>Energi</i>									
Råolje	-0.53	-0.15	-0.02	-0.42	0.31	-0.43	0.36	-0.46	0.28
Fyringsolje	-0.53	-0.17	-0.03	-0.43	0.35	-0.44	0.39	-0.45	0.33
Naturgass	-0.33	-0.08	-0.05	-0.19	0.11	-0.10	-0.07	-0.24	0.20
Bensin	-0.49	-0.20	-0.02	-0.37	0.43	-0.39	0.38	-0.40	0.36
<i>Feedstock</i>									
Mais	-0.18	0.59	-0.09	-0.36	-0.49	-0.35	-0.49	-0.35	-0.49
Soyaoelje	-0.16	0.49	-0.08	-0.42	-0.16	-0.40	-0.20	-0.35	-0.35
Hvete	-0.17	0.55	-0.05	-0.32	-0.53	-0.35	-0.49	-0.31	-0.49
Sukker	-0.10	0.10	0.99	-0.24	-0.18	-0.22	-0.19	-0.20	-0.14

Tabell 41: Prinsipal komponent analyse basert på ukentlige observasjoner

Prinsipal komponent analyse, ukentlig data

	2000 - 2007 (26)			2007 (7) - 2012		2010 - 2012		Hele perioden: 2000 - 2012	
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
Eigenvalues	2.677	1.84	0.9367	4.088	1.38	3.61	1.837	3.097	1.678
Andel av variasjonen forklart									
% variasjon	33.46	23.00	11.71	45.42	15.33	40.12	20.42	38.72	20.97
% kumulativ	33.46	56.46	68.17	45.42	60.75	40.12	60.54	38.72	59.69
Eigenvektor									
<i>Energi</i>									
Råolje	-0.53	-0.13	-0.12	-0.38	0.34	-0.42	-0.37	-0.45	0.27
Fyringsolje	-0.53	-0.16	-0.13	-0.40	0.39	-0.43	-0.36	-0.45	0.33
Naturgass	-0.31	-0.10	0.08	-0.21	0.05	-0.13	-0.01	-0.26	0.17
Bensin	-0.50	-0.13	-0.09	-0.35	0.46	-0.36	-0.44	-0.41	0.33
Etanol				-0.30	-0.23	-0.26	-0.22		
<i>Feedstock</i>									
Mais	-0.14	0.62	-0.13	-0.35	-0.45	-0.34	-0.46	-0.32	-0.52
Soyaoelje	-0.14	0.48	-0.07	-0.40	-0.14	-0.41	-0.16	-0.34	-0.36
Hvete	-0.14	0.56	-0.04	-0.31	-0.49	-0.33	-0.45	-0.29	-0.51
Sukker	-0.19	0.10	0.97	-0.24	-0.08	-0.20	-0.18	-0.23	-0.09

VEDLEGG – MÅNEDLIGE GRANGER RESULTATER

MÅNEDLIGE GRANGER RESULTATER FOR RÅOLJE

Tabell 42 Granger-kausaltetstest basert på månedlige observasjoner for råolje i perioden 2000-2012, inkludert subperioder

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2000-2007(6)	2007(7)-2012	Hele perioden 2000-2012
Fyringsolje	Råolje	2.106	1.769	6.447 *
Råolje	Fyringsolje	0.739	0.000	0.253
Naturgass	Råolje	0.156	0.173	0.235
Råolje	Naturgass	0.000	0.692	0.336
Bensin	Råolje	0.006	1.162	0.676
Råolje	Bensin	2.144	1.353	2.080
Etanol	Råolje	2.122	2.681	2.924
Råolje	Etanol	0.698	0.672	0.124
Mais	Råolje	0.231	1.100	0.049
Råolje	Mais	1.939	0.383	1.243
Soyaolje	Råolje	1.216	0.601	3.816
Råolje	Soyaolje	1.069	0.025	3.349
Hvete	Råolje	0.016	0.050	0.159
Råolje	Hvete	0.096	0.987	0.020
Sukker	Råolje	0.000	0.757	0.629
Råolje	Sukker	1.886	0.206	0.086
Rapsolje	Råolje	7.574 **	10.116 **	0.537
Råolje	Rapsolje	0.480	4.272 *	2.046
Solsikkeolje	Råolje	12.530 **	3.170	0.109
Råolje	Solsikkeolje	0.122	2.602	3.692
GSCI	Råolje	0.032	0.001	0.033
Råolje	GSCI	0.343	0.056	1.141

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå

MÅNEDLIGE GRANGER RESULTATER FOR FYRINGSOLJE

Tabell 43 Granger-kausaltetstest basert på månedlige observasjoner for fyringsolje i perioden 2000-2012, inkludert subperioder

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2000-2007(6)	2007(7) -2012	Hele perioden 2000-2012
Råolje	Fyringsolje	0.739	0.022	0.253
Fyringsolje	Råolje	2.106	1.509	6.447 *
Naturgass	Fyringsolje	0.001	0.581	0.109
Fyringsolje	Naturgass	0.558	0.024	0.704
Bensin	Fyringsolje	0.001	0.912	0.436
Fyringsolje	Bensin	5.234 *	0.011	6.348 *
Etanol	Fyringsolje	2.367	4.932 *	6.394 *
Fyringsolje	Etanol	0.843	0.016	0.276
Mais	Fyringsolje	0.104	1.111	0.062
Fyringsolje	Mais	1.959	0.043	3.544
Soyaolje	Fyringsolje	0.031	0.168	0.425
Fyringsolje	Soyaolje	0.900	3.192	6.144 *
Hvete	Fyringsolje	0.050	0.067	0.000
Fyringsolje	Hvete	0.072	0.052	0.330
Sukker	Fyringsolje	0.046	0.000	0.132
Fyringsolje	Sukker	2.101	0.101	0.508
Rapsolje	Fyringsolje	3.539	7.527 **	0.057
Fyringsolje	Rapsolje	3.570	5.380 *	0.124
Solsikkeolje	Fyringsolje	4.031 *	6.779 *	0.297
Fyringsolje	Solsikkeolje	0.247	2.663	1.552
GSCI	Fyringsolje	0.010	0.012	0.273
Fyringsolje	GSCI	1.346	4.312 *	8.200 **

* Signifikante F-verdier på 95 % nivå

** Signifikante F-verdier på 99 % nivå

MÅNEDLIGE GRANGER RESULTATER FOR BENSIN

Tabell 44 Granger-kausaltetstest basert på månedlige observasjoner for bensin i perioden 2000-2012, inkludert subperioder

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	2000-2007(6)	2007(7)-2012	Hele perioden 2000-2012
Råolje	Bensin	2.144	1.353	2.080
Bensin	Råolje	0.006	1.162	0.676
Fyringsolje	Bensin	5.234 *	0.000	6.348 *
Bensin	Fyringsolje	0.001	1.103	0.436
Naturgass	Bensin	0.349	0.450	0.697
Bensin	Naturgass	0.017	0.020	0.000
Etanol	Bensin	3.453	2.929	8.362 **
Bensin	Etanol	0.249	0.178	0.769
Mais	Bensin	0.660	0.508	0.058
Bensin	Mais	4.764 *	2.389	8.635 **
Soyaolje	Bensin	2.194	0.167	3.819
Bensin	Soyaolje	3.840	2.482	8.303
Hvete	Bensin	0.309	0.022	0.144
Bensin	Hvete	0.032	0.059	0.197
Sukker	Bensin	0.052	0.083	0.224
Bensin	Sukker	0.053	0.203	0.273
Rapsolje	Bensin	2.345	3.615	0.030
Bensin	Rapsolje	0.983	2.496	0.191
Solsikkeolje	Bensin	6.355 *	0.715	0.874
Bensin	Solsikkeolje	0.000	2.290	1.660
GSCI	Bensin	2.485	0.562	1.775
Bensin	GSCI	0.016	3.073	2.185

* Signifikant på 95 % nivå

** Signifikant på 99 % nivå