



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for samfunnsvitenskap
Handelshøyskolen

Driver oljeprisen maisprisen? En empirisk analyse av olje- og maispriser i perioden 1985 og 2015.

Are Oil Prices Driving the Price of Corn?
An Empirical Analysis of Oil and Corn Prices During
the Period 1985 to 2015.

Svein Harald Frøberg Skjerstad
Master i økonomi og administrasjon

Forord

Denne avhandlingen er skrevet som en avslutning på mastergraden i økonomi og administrasjon ved Handelshøyskolen på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, våren 2016.

Takk til oppgavens veiledere Ole Gjølberg og Marie Steen for tett oppfølging og gode innspill underveis i arbeidet. En takk må også rettes til mine medstudenter. Spesielt takk til Den X-Clusive Stiftelse PB, som har vist meg at studentlivets medalje så definitivt har en fremside.

Undertegnede tar fullt ansvar for innholdet i denne oppgaven.

Svein Harald Frøberg Skjerstad

Ås, 14. mai 2016

Abstract

This master thesis in economics from the Norwegian University of Life Sciences is addressing the relationship between oil and corn prices from the beginning of 1985 until the end of 2015 through time series analysis. Based on monthly and quarterly data, the evolving relations are analyzed through linear regressions, a Vector Error Correction Model and Impulse Response Functions. The scope of the thesis is the American market.

In addition to corn and oil prices, the models include data for ethanol prices, inventory levels of corn and indices for US dollar, other agricultural commodities and global economic activity. Three subsamples of data from 1985 to 1999, 1999 to 2009 and 2009 through 2015 are analyzed.

The thesis has found strong relationships between oil and corn prices between 1999 and 2009. The findings suggest that the expansion of the Ethanol Industry through the Renewable Fuel Standard has played a vital role in linking the prices together. In recent times of falling oil prices and slowing economic growth, the relationship seem to be weakened.

Sammendrag

Denne masteroppgaven i økonomi og administrasjon ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet omhandler forholdet mellom olje- og maispriser fra begynnelsen av 1985 til slutten av 2015. Oppgaven bruker i hovedsak økonomiske tidsseriemodeller basert på månedlige og kvartalsvise data i form av lineære regresjoner, kointegrasjonsmodeller, VAR-modeller og impulsresponsfunksjoner. Oppgavens omfang er det amerikanske markedet.

I tillegg til olje- og maispriser brukes priser for etanol, indekser for dollar, andre landbruksråvarer og konjunktur, samt lagernivåer for mais. Analysen er delt opp i periodene 1985 til 1999, 1999 til 2009 og 2009 til 2015.

Analysen avdekker sterke forhold mellom olje- og maispriser mellom 1999 og 2009, noe som indikerer at utviklingen i den amerikanske bioetanolindustrien har spilt en viktig rolle i å forsterke sammenhengen mellom prisene. I nyere tid med lave oljepriser og lav økonomisk vekst ser forholdet ut til å ha blitt svakere.

Innholdsfortegnelse

Forord	ii
Abstract	iii
Sammendrag	iv
Figurliste	vi
Tabelliste	vii
1. Innledning	1
2. Teori for forholdet mellom olje- og maispriser	3
2.1 Hvordan råoljeprisen kan påvirke maisprisen	3
2.2 Prisdynamikk mellom bioetanol og mais.....	4
2.3 Andre faktorer for prisdannelsen av mais	7
3. Foreliggende litteratur om forholdet mellom olje- og maispriser	10
4. Data til bruk i oppgaven	14
5. Økonometriske metoder	20
5.1 Test for stasjonæritet	20
5.2 Lineære regresjoner på endringsform	21
5.3 Test for strukturelle brudd.....	21
5.4 Vector Error Correction Model.....	22
5.5 VAR-Modell	23
5.6 Impulsresponsfunksjoner	23
6. Økonometriske resultater	25
7. Drøfting av resultatene	34
8. Konklusjon og videre forskning	38
Kilder	40

Figurliste

Figur 1 Sammenhenger mellom olje- og maispris basert på Harri et al. (2009).....	3
Figur 2 Tilbud og etterspørsel for mais med påvirkning av olje.....	4
Figur 3 Tilbud og etterspørsel for bioetanol basert på Zilberman (2012).....	6
Figur 4 Tilbud og etterspørsel for mais med hensyn til lager	8
Figur 5 Prisutvikling for Olje og Mais fra januar 1985 til desember 2015 Data fra Stevenson Futures.....	15
Figur 6 Mais- og etanolpriser fra 1985 til 2015 Data fra Stevenson Futures og USDA.....	15
Figur 7 Maispris og dollarindeks 1985 til 2015. Data fra Stevenson Futures og FRED	16
Figur 8 Maispris og ARM indeks 1985 til 2015. Data hentet fra Stevenson Futures og IMF.	17
Figur 9 Maispris og REA-indeksen 1985 til 2015. Data fra Stevenson Futures og Lutz Kilian.	17
Figur 10 Utvikling i bruk av mais fra 1980 til 2015 Data fra USDA *FSI: Food, seed and industrial use	18
Figur 11 Andel mais til etanol 1980-2015 Data fra USDA	19
Figur 12 Impulsresponsfunksjon oljepris mot maispris 1985-1999	32
Figur 13 Impulsresponsfunksjon oljepris mot maispris 1999-2009	33
Figur 14 Impulsresponsfunksjon oljepris mot maispris 2009-2015	33
Figur 15 Prisutvikling for Olje og Mais delt på eget gjennomsnitt 2009 til 2015	35
Figur 16 Satsningsområder og produksjonsmål for RFS i fremtiden. Hentet fra USDA.	37

Tabelliste

Tabell 1 Deskriptiv statistikk på nivå i perioden 1985-2015	18
Tabell 2 Wald-test for strukturelle brud mellom olje- og maispris og underperioder for datasettet.	25
Tabell 3 Dickey-Fuller og Phillips-Perrontester for data.....	26
Tabell 4 Lineære regresjoner for de ulike periodene. Standardfeil i parenteser.....	27
Tabell 5 Deskriptiv statistikk (nivå) for perioden 1985-1999	27
Tabell 6 Deskriptiv statistikk (nivå) for perioden 1999-2009	28
Tabell 7 Deskriptiv statistikk (nivå) for perioden 1999-2009	28
Tabell 8 Kvartalsvise lineære regresjoner 1986-2015. Robuste standardfeil i paranteser.....	28
Tabell 9 Test for rang.....	29
Tabell 10 Resultater, VECM-modell 1999 til 2009. Standardfeil i paranteser.....	30
Tabell 11 Resultater fra VAR-modell for de ulike periodene.....	31

1. Innledning

Denne masteroppgavens hovedproblemstilling er hvorvidt oljeprisen driver maisprisen. For å behandle en slik problemstilling er det nødvendig å analysere de fundamentale forholdene som påvirker prisdannelsen til begge råvarer og ta hensyn til andre relevante faktorer som kan påvirke maisprisen.

Petroleumsprodukter er en viktig innsatsfaktor i industrielt landbruk, da kunstgjødsel og sprøytemidler inneholder oljeprodukter som kan påvirke produksjonskostnadene til mais. En annen del av kostnadene er transportmidler som lastebiler og traktorer som er avhengige av diesel.

I tillegg til å bli påvirket av petroleumsprodukter gjennom innsatsfaktorer, har mais siden slutten av 1990-tallet i økende grad blitt brukt til biodrivstoff. Biodrivstoff kan være bioetanol som tilsetning i konvensjonelt drivstoff som bensin eller som rent drivstoff. Utviklingen er på den ene siden drevet av skjerpede krav fra myndigheter og på den andre gjennom teknologisk utvikling og økte incentiver i markedet. Mellom 2005 og 2007 innførte amerikanske myndigheter RFS (*Renewable Fuel Standard*) av hensyn til utslipp av drivhusgasser og utvikling av landets etanolindustri. RFS setter et minstekrav til innholdet av fornybart drivstoff i bensin solgt i landet. På begynnelsen av 2000-tallet var det også en stor omveltning hvor bruken av oktantilsetningsstoffet MTBE¹ ble faset ut og i mange stater avvirket til fordel for bioetanol. Eksempler på incentiver i markedet er skatteletter for etanolindustrien, avgift på import av bioetanol og kjøp av biler med nyere motorer som er tilpasset bruk av flere typer drivstoff.

USA er verdens største produsent av mais og står for om lag 35% av global produksjon etterfulgt av Kina og Brasil (USDA, 2016)². Det kinesiske landbruket er i stor grad styrt av subsidier og reelle sammenhenger med oljeprisen kan derfor være vanskelig å påvise (Zhang og Reed, 2008). I Brasil utvinnes bioetanol hovedsakelig av sukkerrør (Balcombe og Rapsomanikis, 2008). Oppgaven vil derfor i hovedsak omhandle det amerikanske markedet. I USA blir i dag om lag 40% av maisavlingene brukt til å fremstille bioetanol i følge data fra USDA. Utviklingen i energimarkedet for mais kan antas å styrke forbindelsen mellom mais- og oljepriser betydelig.

¹ Metyl-tert-butyleter: Giftig kjemikalie som har ført til omfattende forurensning av grunnvann.

² US Department of Agriculture

Både olje- og maispriser krever en viss forsiktighet når de skal forklares eller modelleres. Etter en gjennomgang av relevant økonomisk teori vil oppgaven ta for seg empiriske modeller av prisutviklingen til råvareprisene og andre relevante data, samt tolke estimatene for de ulike modellene. For å kunne danne et realistisk bilde av utviklingen mellom de to råvarene brukes prisdata for de siste 30 årene.

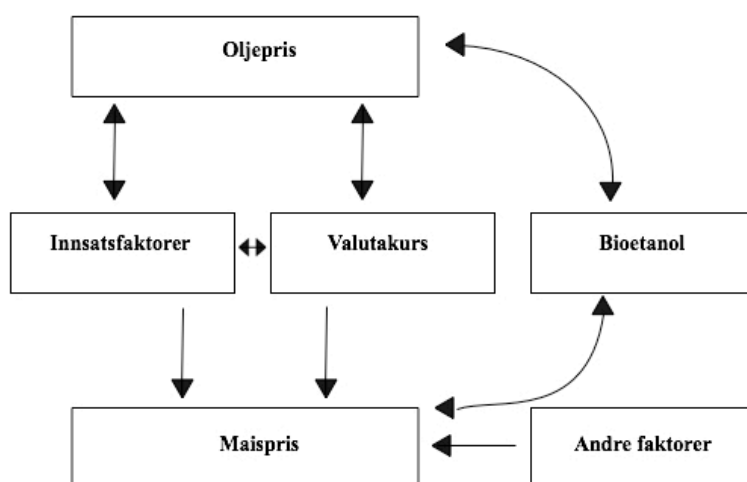
2. Teori for forholdet mellom olje- og maispriser

I dette kapitlet følger en kort gjennomgang av økonomisk teori som ligger til grunn for oppgaven. I denne oppgaven analyseres oljeprisens påvirkning på maisprisen og oljeprisen er derfor behandlet som en eksogen variabel.

2.1 Hvordan råoljeprisen kan påvirke maisprisen

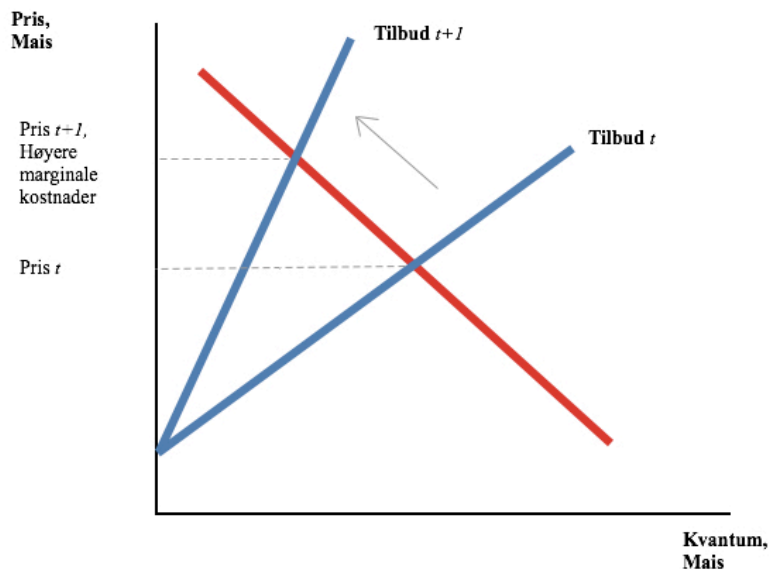
Olje er en råvare med komplekse tilbud- og etterspørselsforhold. Olje er sårbart med hensyn til geopolitiske faktorer og er en ikke-fornybar ressurs. Ett av de sentrale kjennetegnene ved oljeprisen er en lav priselastisitet grunnet den lange tiden mellom lokalisering av oljen og produksjon på tilbudssiden. På etterspørselssiden har man tilsvarende effekt av omstillingstiden for konsumenter til alternativ teknologi (Hamilton, 2008). En mer inngående analyse av prisdannelse for olje vil være utenfor denne oppgavens omfang, men de nevnte egenskapene taler for at kausaliteten i hovedsak går fra oljepris mot maispris, noe oppgaven i hovedsak vil undersøke nærmere.

Figur 1 konseptualiserer de kausale sammenhengene som oppgaven vil omhandle. Det er tydelig at forholdene er kompliserte og at sammenhengene mellom olje- og maisprisen er mer omfattende enn gjennom kunstgjødsel og sprøytemidler. Harri et al. (2009) analyserer sammenhengene på en lignende måte. Dollar vil brukes som en forklarende variabel i denne oppgaven og hvorvidt oljeprisen driver dollarprisen eller omvendt er et omstridt tema. All olje handles i dollar og vil dermed påvirkes dermed av andre faktorer som appresierer eller depresierer dollaren, men dollaren blir også påvirket av drivkrefter i oljemarkedet.



Figur 1 Sammenhenger mellom olje- og maispris basert på Harri et al. (2009)

Oljeprisen kan påvirke maisprisen gjennom innsatsfaktorer i landbruket. De fleste sprøytemidlene til landbruk inneholder biprodukter av petroleum i form av hydrokarboner. Til kunstgjødsel brukes petroleum til å utvinne ammoniakk som nitrogenkilde. I tillegg bruker de aller fleste maskiner i landbruket fossilt drivstoff i form av diesel. Man kan anta at en økning i oljeprisen vil øke marginalkostnadene og skape en brattere tilbudskurve for mais. Figur 2 illustrerer hvordan en økning i oljeprisen kan antas å føre til en økning i maisprisen.



Figur 2 Tilbud og etterspørsel for mais med påvirkning av olje

Olje antas også å påvirke produksjonen og dermed prisen av enkelte råvarer gjennom å konkurrere i sluttprodukt (Serra et al., 2011). Her kommer effekten av bioetanol versus fossile drivstoff inn i bildet. Bioetanol kan antas å påvirke maisprisen, men også bli påvirket av mais- og oljeprisen.

2.2 Prisdynamikk mellom bioetanol og mais

Nye retningslinjer for drivstofftilsetninger samt økt fokus på alternative drivstoff har ført til at etanol har blitt langt mer etterspurt. Mellom 2000 og 2008 vokste etanolproduksjonen i USA med 460% og andelen mais brukt til etanol vokste fra 6% til 38% (Elmarzougui og Larue, 2013). Utviklingen i etanolindustrien de siste 15 årene antas i flere forskningsartikler å forsterke forbindelsen mellom olje- og maispriser, da mais har gått fra å være en matvare til

også å være en energikilde. Den store veksten i total produksjon har også krevd store mengder kunstgjødsel og sprøytemidler. Som tidligere nevnt er dette biprodukter av råolje.

Bioetanol er ikke en direkte konkurrent til petroleum, men brukes i ulikt omfang avhengig av ulike nasjoners politikk som tilsetningsmiddel i konvensjonelt drivstoff³. Etanol øker oktantallet og gir en renere forbrenning. Biodiesel kan erstatte konvensjonell diesel, men har en svært liten markedsandel og er mest utbredt i Europa (Trostle, 2008). Land som produserer bioetanol har som regel store landbruksressurser, for høye drivhusgassutslipp eller er i stor grad avhengig av importert olje. I USA er E10 den vanligste drivstoffblandingen med 10% tilsatt etanol mens E85 (85% etanol) er forventet å ta større markedsandeler i årene som kommer. I de følgende avsnittene vil forholdet mellom mais, bioetanol og bensinpris undersøkes nærmere. Man kan anta en sammenheng mellom bioetanol og bensinpris da flere studier har påpekt at etterspørselen etter etanol øker ved høyere bensinpris. Teorien som gjengis er i hovedsak hentet fra Zilberman et al. (2012).

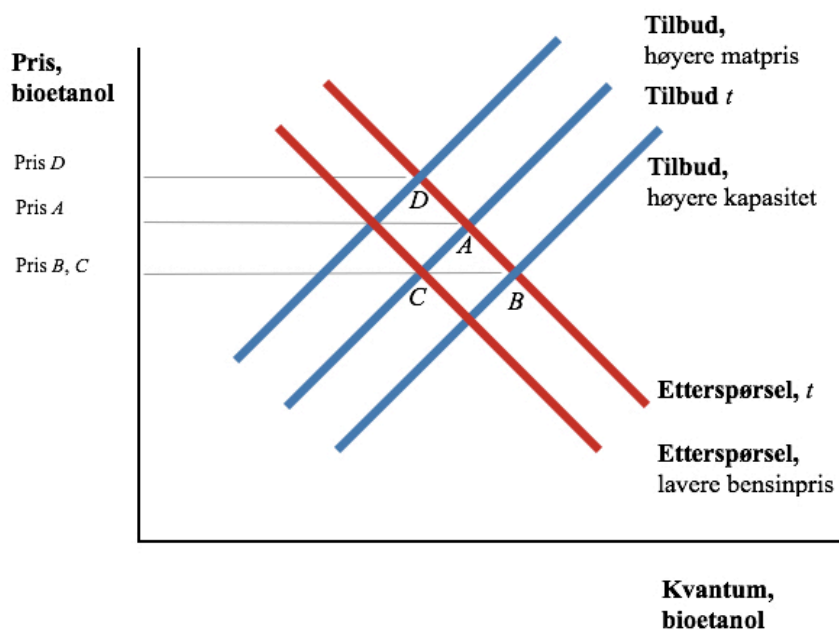
Bioetanolprisen kan påvirkes av endringer i etterspørsel som følge av prisendringer i bensinpriser eller endringer i tilbud som følge av kapasiteten til å utvinne bioetanol. Dersom bensinprisen synker antas etterspørselen for bioetanol å skifte negativt og skape en lavere likevektspris. Dette prisskiftet for bioetanol kan også redusere det avsatte landbruksarealet, øke arealet tilgjengelig for matproduksjon og redusere matprisen deretter. Med andre ord er prisseffekten for mais og etanol den samme dersom den forårsakes av endring i bensinpris. Motsatt vil en økning i bensinprisen⁴ øke etterspørselen etter etanol og mais. Bønder kan bytte avlinger fra mindre lønnsomme planter over til mais.

Dersom kapasiteten for å utvinne bioetanol økes, bensinprisen holdt konstant, skifter tilbudet positivt og likevektsprisen synker. Her vil i midlertid arealet til matproduksjon reduseres og matprisen øke deretter. Prisseffekten av bioetanol på matvarer kan derfor ha ulike fortegn avhengig av hvorvidt prisendringen stammer fra tilbud- eller etterspørselssiden (Zilberman et al., 2012). Denne todelte dynamikken kan gjøre det vanskelig å påvise entydige effekter i en empirisk analyse.

³ I Brasil brukes etanol også som rent drivstoff.

⁴ Bensinpriser kan påvirkes av andre faktorer enn oljeprisen. Avgifter og i noen tilfeller subsidier kan påvirke priselastisiteten for bensin mot oljeprisendringer beroende på hvilket marked man opererer i. For det amerikanske markedet antas bensinprisen å følge oljeprisen tett.

Figur 3 illustrerer hvordan prisene på mais og bioetanol påvirker hverandre. Tilbudskurven for bioetanol antas å skifte innover i diagrammet som følge av høyere matpris eller utover som en følge av høyere kapasitet. Etterspørselskurven antas å skifte negativt ved lavere bensinpris. Dersom matprisen øker skifter tilbudet innover til likevektspunktet *D*. En økning i bensinpris vil gi et positivt skift i etterspørsel og oppnå en pris tilsvarende *D*. Når flere destilleri for bioetanol bygges og høyere kapasitet skifter tilbudskurven og flytter likevektspunktet fra *A* til *B*. Dette medfører mindre areal tilgjengelig for matproduksjon og øker matprisen forutsatt at arealet er begrenset. Dersom bensinprisen faller skifter etterspørselen negativt og gir likevektspunktet *C*. En reduksjon i etterspørselen av bioetanol vil føre til mer at mindre areal brukes til å utvinne bioetanol og forutsatt at arealet er begrenset, øke arealet til matproduksjon. Dette vil føre til lavere matpriser. Med andre ord gir en reduksjon i pris for bioetanol fra ekvilibrium *A* til *B* en høyere matpris, mens en reduksjon fra *A* til *C* gir en lavere.



Figur 3 Tilbud og etterspørsel for bioetanol basert på Zilberman (2012)

Utviklingen i etanolindustrien har i stor grad vært drevet av amerikanske myndigheter gjennom RFS. Tilsvarende lovforslag har med jevne mellomrom vært oppe i den amerikanske kongressen siden slutten av 1970-tallet, men har ikke vært økonomisk lønnsomme. Etter hvert som miljøkravene for drivstoff⁵ har utviklet seg har lønnsomheten steget. Hvorvidt bioetanol

⁵ Clean Air Act (1990), MTBE Ban (fra 2003)

bidrar positivt i reduksjon av drivhusgasser er et omstridt tema da man trenger store mengder fossilt drivstoff for å utvinne bioetanol fra mais gjennom økt bruk av sprøytemidler og kunstgjødsel. Etanol kan ikke fraktes i rørledninger som olje og må derfor fraktes av trailere, tog og skip. For å utvinne 1 Btu⁶ energi fra det aktuelle bioetanolproduktet kreves 0,8 Btu energi fra fossilt drivstoff (Carter et al., 2012). Bioetanol har også 2/3 av effekten til et tilsvarende volum bensin. Et annet argument for å øke produksjonen av bioetanol i USA er å bli mindre avhengig av utenlandsk olje. Jamfør bruken av fossilt drivstoff er også dette argumentet kontroversielt (Carter og Schaefer, 2015).

2.3 Andre faktorer for prisdannelsen av mais

Eksport- og importnivåer kan påvirke maisprisen gjennom valutakursen. Amerikanske dollar depresierer mot økt oljepris. En depresiering av dollaren fører til høyere etterspørsel for eksport fra utlandet og kan øke maisprisen innlands på det amerikanske markedet.

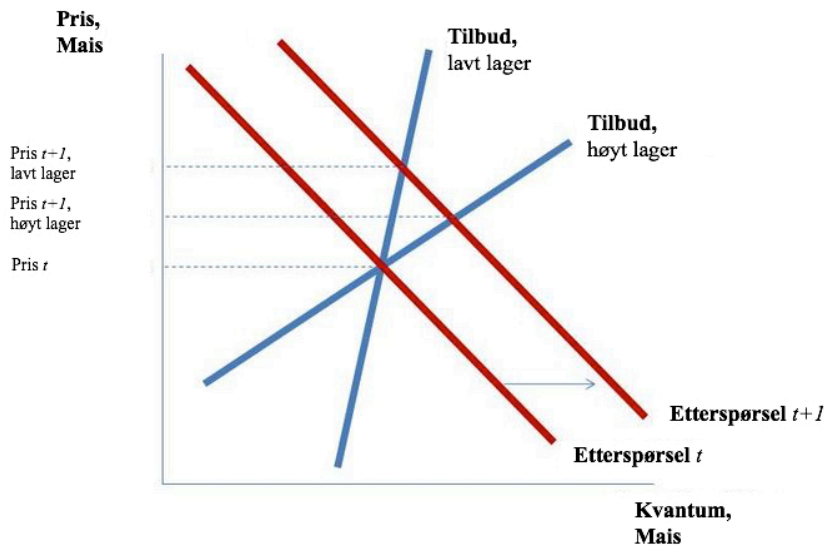
Etterspørsel fra land som Kina og India har i perioder holdt eksportnivåene høye til tross for en økende maispris (Harri et al., 2009).

Økonomisk vekst og industriell utvikling har en tendens til å være sammenfallende. Slik utvikling vil øke etterspørselen av råvarer og energi (Carter et al., 2012). I matvaremarkedet brukes mais primært til dyrefôr og sekundært til søtningsstoffer, stivelse og andre bi-produkter. I tider med høykonjunktur øker etterspørselen av mais da etterspørselen av matvarer med mais som innsatsfaktor øker. Som eksempel har etterspørselen etter kjøtt økt i takt med økonomisk utvikling og mais er her en viktig innsatsfaktor i form av dyrefôr. Økt global handel fører til økt etterspørsel av energi for å frakte råvarene. Når mais også brukes som en råvare for energi gjennom bioetanol kan dette antas å forsterke prisveksten.

En viktig faktor for prisdannelsen av mais er lagernivåer. Da mais høstes én gang årlig er priselastisiteten for etterspørsel lav. Dersom lagernivåene er høye kan dette utligne store potensielle prisendringer da prisen holdes lav. Dersom lagernivåene er lave vil selgere kreve en høyere pris for varen (Serra et al., 2011). Prisresponsen til et tilbuds- eller etterspørselskift påvirkes dermed av lagernivået. Da mais høstes i september vil lagernivåene som regel være høye i kvartal fire og mindre i kvartal to avhengig av størrelsen på avlingen og forventningene til markedet. Dette kan gi sesongeffekter i prisen for mais. De tre siste årene har lagrene vært uvanlig høye og bidratt til å presse prisene ned (Singh og Wilson, 2016).

⁶ British Thermal Unit 1 Btu = 1,055 kJ

Figur 4 viser to ulike likevektspunkter med henholdsvis høye og lave lagernivå ved en positiv endring i etterspørsel. Et lavt lagernivå gir en brattere tilbudskurve som fører til større prisendringer.



Figur 4 Tilbud og etterspørsel for mais med hensyn til lager

Mais produseres i ulike områder av verden og er dermed i likhet med olje sensitiv for geopolitiske forhold. Landbruksråvarer har vært gjenstand for omfattende politiske prosesser i moderne tid. På begynnelsen av 1980-tallet bar det internasjonale landbruksmarkedet preg av proteksjonisme som resulterte i høy volatilitet i det internasjonale markedet som etter beste evne ble utlignet av subsidier i de nasjonale markedene (Elmarzougui og Larue, 2013). Den såkalte subsidiekrigen stod i all hovedsak mellom USA og EU og gikk hardt ut over andre eksportører av landbruksråvarer som Canada, Australia og Argentina. I 1986 ble Uruguayrunden innledet i regi av GATT⁷ hvor det aller meste som kan selges og kjøpes globalt ble forhandlet om, men landbruksråvarer ble viet særlig stor oppmerksomhet. Forhandlingene varte til april 1994 og kulminerte i dannelsen av WTO⁸. Utover 1990-tallet ble maismarkedet mer liberalisert.

Da USA er verdens største produsent av mais vil landbrukspolitikken innenlands kunne ha innvirkning på prisdannelsen. Under depresjonen på 1930-tallet ble det innført subsidier på blant annet mais for å kontrollere produksjonen av mais og dermed øke prisene (Leary, 2015).

⁷ General Agreement on Tariff and Trade

⁸ World Trade Organization

I praksis kunne bønder få tilskudd for å ikke dyrke mais. Med årene endret fokuset seg til å øke produksjonsvolumet. Hvert femte år vedtas en fornying av amerikanske myndigheters rolle i landbruket gjennom *US. Farm Bill*. I 1996 ble flere programmer byttet ut med direkte overføringer for jordbruksareal gjennom *Freedom to Farm Act*. Overføringene ble beregnet ut fra arealets potensiale og størrelse og hvorvidt man brukte arealet til jordbruk hadde liten betydning. Denne ordningen ble avvirket i 2014 til fordel for forsikringsprogrammet *Agriculture Risk Coverage* som gir en garanti på inntekt avhengig av område og råvare. En annen ordning som har gitt subsidier er *Counter-Cyclical Payments* som gir tilskudd for å dekke tap dersom prisen faller under en viss terskel. I 2014 ble denne ordningen fornyet med *Price Loss Coverage* som har tilsvarende effekt (USDA, 2014). Amerikanske myndigheter gir også gunstige lån med sikkerhet i avlingen og erstatning ved naturkatastrofer (EWG, 2016). Utover subsidiene for mais er det egne subsidier for etanol for å gjøre den konkurransedyktig mot en lav bensinpris. Dette fører til at produsenter kan betale en relativt høy pris for mais som igjen kan drive opp prisen for andre bruksområder (Elam, 2007). Selv om landbruket har blitt mer liberalisert med årene dekker oppgaven perioder hvor subsidier har spilt en viktig rolle. Subsidier vil forstyrre sammenhenger i markedet og vanskeliggjøre modellering av markedet i form av økonometriske undersøkelser.

En høy maispris er gode nyheter for bønder og spekulanter, spesielt om den er drevet av høy etterspørsel. For verdenssamfunnet i sin helhet representerer høye matpriser, deriblant mais, et stort problem. Blant andre store maisproduserende nasjoner som Kina kan økte matpriser føre til redusert eksport for å sikre nasjonale interesser. Carter og Schaefer (2015) anslår at mange av de 700 millioner menneskene som i dag lever i alvorlig fattigdom kan få situasjonen betydelig forverret av høye matpriser. I 2013 var 14,3% av husstander i USA, om lag 17,5 millioner, ute av stand til å skaffe rimelig og næringsrik mat (Coleman-Jensen et al., 2014).

3. Foreliggende litteratur om forholdet mellom olje- og maispriser

De siste årene har forskningen på relasjoner mellom energi- og landbruksråvarer tiltatt og mange artikler har koblet bioetanol som en avgjørende faktor til forholdet mellom olje og mais. Det har i midlertid vært noen motstridende resultater og sammenhengen kan tenkes å være mer komplisert enn veksten av en ny industri. Enkelte studier danner et noe statisk bilde av sammenhengene. I de kommende avsnittene gjennomgås noen velfundamenterte studier i korthet sortert etter utgivelsesdato.

Harri et al. (2009) analyserer forholdet mellom oljepriser, priser på landbruksråvarer og valutakurser mellom 2000 og 2008. Studien bygger på VECM (*Vector Error Correction Model*) etter Johansen (1992) og finner sammenhenger mellom olje og mais, bomull og soyabønner og at valutakurs har en effekt på disse sammenhengene. Kointegrasjonen påvises i midlertid kun i perioden mellom april 2006 og september 2008 og gir dermed et noe snevert bilde av sammenhengene. Studien konkluderer at sammenhengen mellom olje- og maispriser har blitt styrket av etanolindustrien. Implikasjonene for dette er at maisprodusenter bør revurdere risikohåndtering i lys av disse fundamentale endringene og at myndigheter i større grad bør være oppmerksomme på hva lovendringer som eksempelvis RFS i USA gjør med markedet.

Natanelov et al. (2011) analyserer prisbevegelser mellom futurespriser på olje, landbruksråvarer og gull mellom 1989 og 2010 med hjelp av en VECM-modell. Studien argumenterer for at kointegrasjon er et dynamisk fenomen, og at forholdet mellom råvarer kan og vil endres over tid på bakgrunn av fundamentale endringer i økonomi og politikk. Et gjennomgående tema er at de komplekse underliggende forholdene utover effekten av bioetanol ikke vies nok oppmerksomhet i lignende studier. Studien konkluderer med at kointegrasjon mellom råvarepriser har en klar tendens til å forekomme periodevis. Den finner også at olje- og maisprisen får en mer tydelig sammenheng når oljeprisen er over en pristerskel på \$75 per fat. De argumenterer for at subsidier av bioetanol har en buffereffekt som har gjort forholdet mellom olje- og maispriser svakere når oljeprisen er under denne terskelen.

Serra et al. (2011) bruker en glattet VECM-modell og impulsresponsfunksjoner for å vurdere prisrelasjoner i etanolindustrien mellom 1990 og 2008. De analyserer månedlige data for mais, etanol, olje og bensin. De argumenterer for at påvirkningen av politiske virkemidler, transaksjonskostnader, markedskrefter og risiko gjør at etanolindustrien kan ha ikke-lineære

sammenhenger. Studien konkluderer med at det er en sterk sammenheng mellom energi- og maisindustrien og at kausaliteten går begge veier mellom mais- og etanolpris. Maisprisen kan i fremtiden svekke konkurransedyktigheten til etanol da tilgjengelig areal etter hvert vil bli en kritisk faktor. De finner også at en økning i etanolprisen fører til en økning i bensinprisen, men at en økning i bensinprisen fører til lavere etanolpris.

Trujillo-Barrera et al. (2012) undersøker overføring av volatilitet fra olje til mais og etanol. De finner sammenhenger i volatilitet mellom 2006 og 2011 ved hjelp av GARCH- modeller, hvor utslag i futurespriser for mais og etanol måles mot prissjokk for olje. De finner sammenhenger fra olje til mais, olje til etanol og mais til etanol, men ikke fra etanol til mais. I perioder hvor volatiliteten til oljeprisen er svært høy er det overføringseffekter på opptil 45%. Studien er i hovedsak rettet mot aktører som hedger risiko eller spekulerer i landbruksråvarer. I diskusjonen drøfter de bruk av straddle-strategier med opsjoner og instrumenter som VIX-futurekontrakter⁹.

Carter et al. (2012) analyserer den fremvoksende etanolindustriens påvirkning på maispriser. De bruker en strukturell VAR-modell med data for futurespriser på mais, convenience yield, lagernivåer og Kilians konjunkturindeks. De påviser at markedet reagerte tidlig på forventningene til "etanolbomben" og at etterspørselen etter mais på lager økte. Dermed økte prisene dramatisk i forkant av den store etanolutbyggingen i 2007-2008. De estimerer at maisprisen i snitt hadde vært 30% lavere mellom 2006 og 2011 dersom etterspørselen ikke hadde økt like kraftig. De påviser at lave avlinger i 2010 og 2011 førte til kraftig reduserte lagre, og at 2012 ble et år med svært knappe lagerbeholdninger på et relativt nivå med den store depresjonen på 1930-tallet. I 2012 førte en omfattende tørke kombinert med rekordlave lagernivå til et stort prissjokk. Artikkelen gir verdifull innsikt i forholdet mellom bioetanol og mais i det amerikanske markedet og hvordan sammenhengene er uten olje som en sentral forklarende variabel.

Zilberman et al. (2012) gjør en gjennomgang av industrielle analyser for bioetanol og matvarepriser. Flere av studiene sammenligner den amerikanske etanolindustrien med Brasils, som domineres av henholdsvis mais og sukkerrør. Blant de sentrale argumentene finner man at profitten fra etanolproduksjon vil kunne få bønder til å utvide jordbruksarealet og investere i ny teknologi som vil øke tilbudet av mais. De nevner De Gorter og Just (2010) som argumenterer for at skattlegging av import fra Brasiliansk etanol har bidratt til å øke

⁹ VIX: Volatility Index Futures

matprisene. Charkravorty et al. (2010) argumenterer for at to tredjedeler av økte matvarepriser kommer av økt etterspørsel fra utviklingsland. Hochman et al. (2011) analyserer lagerhold av ulike råvarer og konkluderer med at disse har stor betydning i å utligne prisøkninger. Da lagrene var på et lavt nivå i 2008 eskalerte dette prisøkningen kombinert med høyere energipriser som olje. Artikkelen til Zilberman et al. argumenterer for at bioetanol påvirkes av både oljepriser og matvarepriser, men at effekten av bioetanol på matvareprisen er mindre enn antatt. De avskriver ikke effekten, men mener at empiriske analyser av landbruksråvarer og drivstoff ikke er i stand til å måle bioetanol-effekten tilstrekkelig. Utviklingen i bioetanolindustrien fra mais har hatt signifikant betydning for matvareprisen, men har langt på vei blitt utlignet av ny teknologi for matvareproduksjon, slik som genmodifisering. Sammenhengen mellom bioetanol og matvarer kan bli svakere i fremtiden grunnet andregenerasjons biodrivstoff fra råvarer som i mindre grad konkurrerer med matvarer.

Elmarzougui og Larue (2013) analyserer tidsseriedata for olje- og maispriser fra 1957 til 2012 og etanolprisen fra 1999 til 2012 gjennom kointegrasjon, Grangerkausalitet og impulsresponsfunksjoner. De argumenterer for at det finnes påviselige sammenhenger historisk, men fokuserer på en tydeligere sammenheng etter 1999. De påviser strukturelle brudd i forholdet mellom olje og mais fra den andre oljekrisen i 1979, Uruguayrunden rundt 1987 og veksten av etanolindustrien fra 1999. Et oppsiktsvekkende funn er at de påviser stasjonæritet i maisprisen i perioder, noe ingen andre lignende artikler kan påvise. De påviser kointegrasjon etter 1999 uavhengig av pristærskel for råvarene og at mais responderer signifikant til den voksende etanolindustrien. De påviser også en systematisk påvirkning av oljepris på mais- og etanolpris uavhengig av pristærskel. De argumenterer for at geopolitiske begivenheter som uroligheter i Midtøsten vil påvirke maisprisen gjennom oljeprisen, men at det sterke forholdet kan forstyrres av handel- og landbrukspolitik i land med betydelig maisindustri.

Natanelov et al. (2013) er en oppfølger av Natanelov et al. (2011) som analyserer forholdet mellom prisene på olje, mais og etanol mellom 2006 og 2012. De påviser at det finnes en sammenheng mellom prisene på olje og mais på en side og olje og etanol på en annen side. De argumenterer for at sammenhengen mellom mais og etanol bidrar til å komplisere forholdet mellom olje- og maispriser, og at det i stor grad drives av USAs drivstoffpolitikk. Studien antyder at maisindustrien har blitt mer sensitiv for lekkasje av volatilitet grunnet etanolproduksjon, især når etterspørselen etter mais er høy og/eller oljeprisen er tilstrekkelig høy nok til å skape et konkurransedyktig marked for etanol.

En gjennomgående antagelse i studiene ovenfor er at den voksende etanolproduksjonen i USA har bidratt til å styrke sammenhengen mellom olje- og maispriser gjennom økt etterspørsel etter mais. Enkelte av studiene poengterer at dette er et komplisert forhold som ikke lett kan modelleres og at oljeprisen også har en sterk påvirkning gjennom prisen på kunstgjødsel og sprøytemidler. Kointegrasjon har vært en gjennomgående metode for å analysere forholdene, hvor de ulike studiene har forskjellige tidshorisonter.

Forholdet mellom mais og bioetanol har i følge flere av artiklene sammenhenger begge veier. Med subsidier på etanol og høy etterspørsel har produsenter av bioetanol kunnet kjøpe mais til høye priser og har dermed vært med på å drive maisprisen opp. Ved lave bensinpriser blir etanol mindre konkurransedyktig på grunn av lavere etterspørsel. Dersom subsidiene avvikles vil en prisøkning i mais som stammer fra andre faktorer, for eksempel tørke, kunne gjøre bioetanol mindre lønnsomt.

Samtlige studier er tre år eller eldre og analyserer priser som er påvirket av markedet frem til senest 2013. Resultatene fra nåværende marked og med annen tidshorisonter kan gi andre resultater.

4. Data til bruk i oppgaven

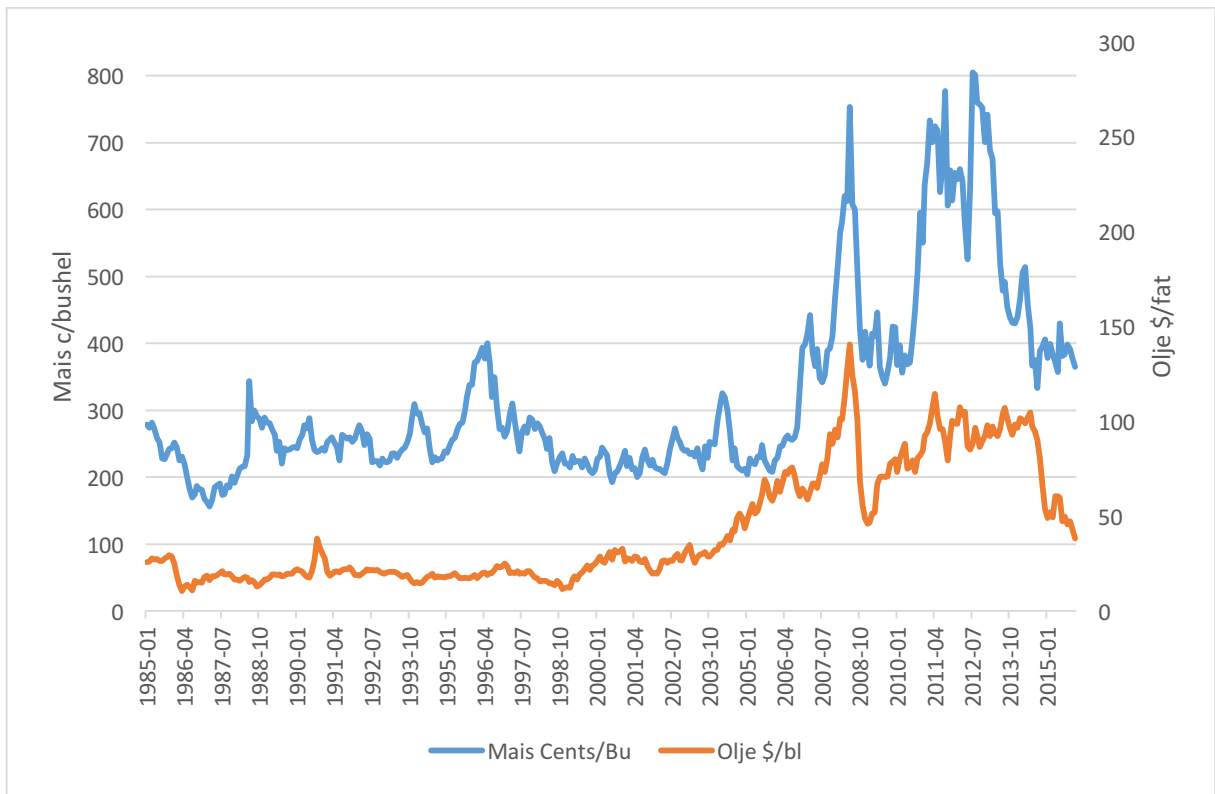
De nevnte artiklene er blant de nyeste bidragene i forskningen på energi- og matvaremarkedet i USA. Siden 2014 har både maisprisen og oljeprisen falt til nivåer som tilsvarer prisene før finanskrisen. I nyere tid har oljeprisen falt til rekordlave nivåer. En oppdatert studie med tilsvarende metoder er derfor aktuelt for å avdekke hvordan forholdet mellom råvarene har utviklet seg. Enkelte av metodene brukt i litteraturstudien befinner seg imidlertid utenfor oppgavens omfang.

Litteraturen identifiserer flere faktorer som kan påvirke maisprisen. Blant faktorene finner vi rask økonomisk vekst i utviklingsland, landbrukspolitik, lave lagernivåer, tilbudssjokk i viktige områder, styrken til amerikanske dollar og høye energipriser i tillegg til utviklingen i etanolindustrien. For å kunne analysere effekten av råolje på mais må det korrigeres for disse faktorene.

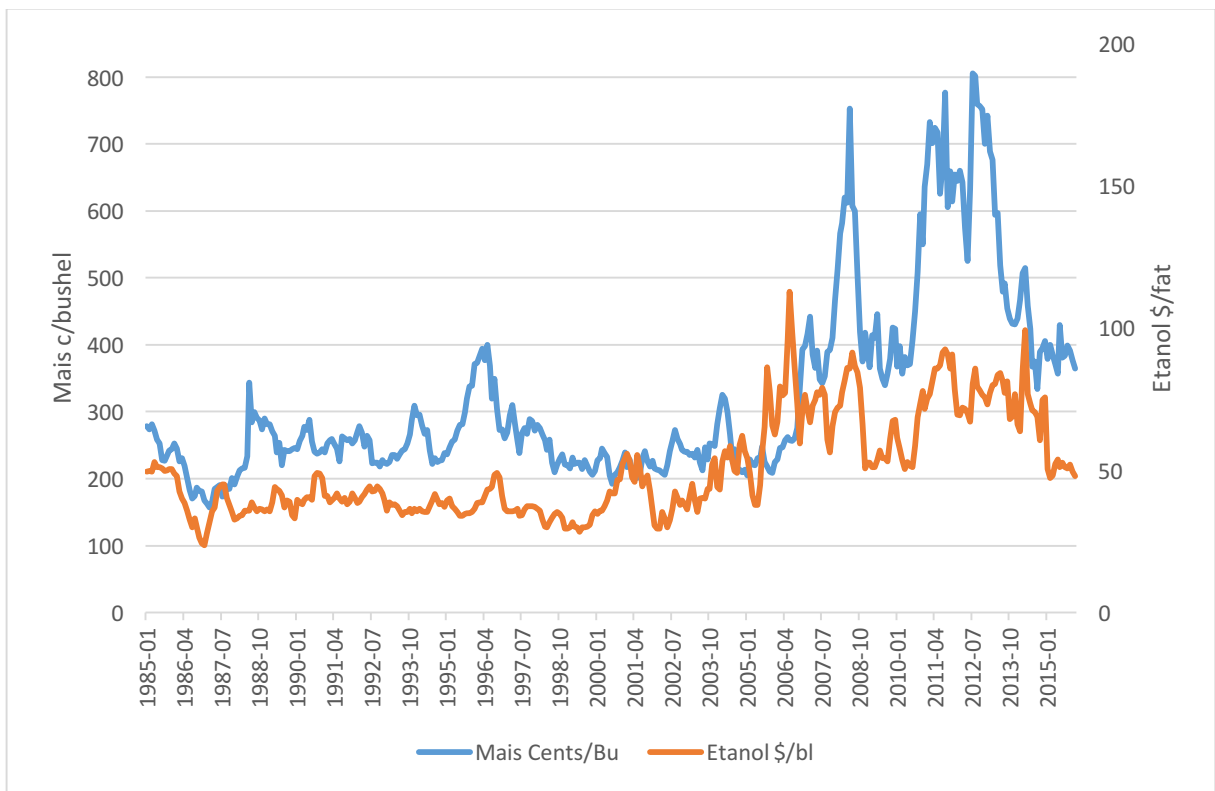
Historiske priser for råolje og mais er hentet fra Stevenson Futures og er justerte kalendervektede futurespriser fra januar 1985 til desember 2015. Figur 5 viser utviklingen i olje- og maispriser fra januar 1985 til desember 2015. Grafen antyder at prisene følger et tettere mønster etter 2002 og gir et bilde av at forholdet mellom olje- og maispris har endret seg over tid. Etanolpriser med samme tidshorisont er hentet fra United States Department of Agriculture (USDA) og er en proxyvariabel da det ikke finnes et futuresmarked med historiske data i tidsrommet oppgaven omhandler¹⁰. Olje og etanol er målt i amerikanske dollar per fat og mais er målt i cent per bushel. En bushel er et standard volummål på en viss mengde mais og tilsvarer i overkant av 35 liter.

Futurespriser for olje og mais er brukt fremfor spotpriser da de handles kontinuerlig og antas å representere markedets forventninger bedre. Finansielle aktører justerer ofte posisjonene sine raskt etter nyheter som kan være av betydning for fremtidige priser (Natanelov et al., 2011). Dermed inkluderes den finansielle handelen av råvarene i større grad ved å bruke futurespriser.

¹⁰ Etanolprisen representerer forbrukerpriser i USA.



Figur 5 Prisutvikling for Olje og Mais fra januar 1985 til desember 2015 Data fra Stevenson Futures

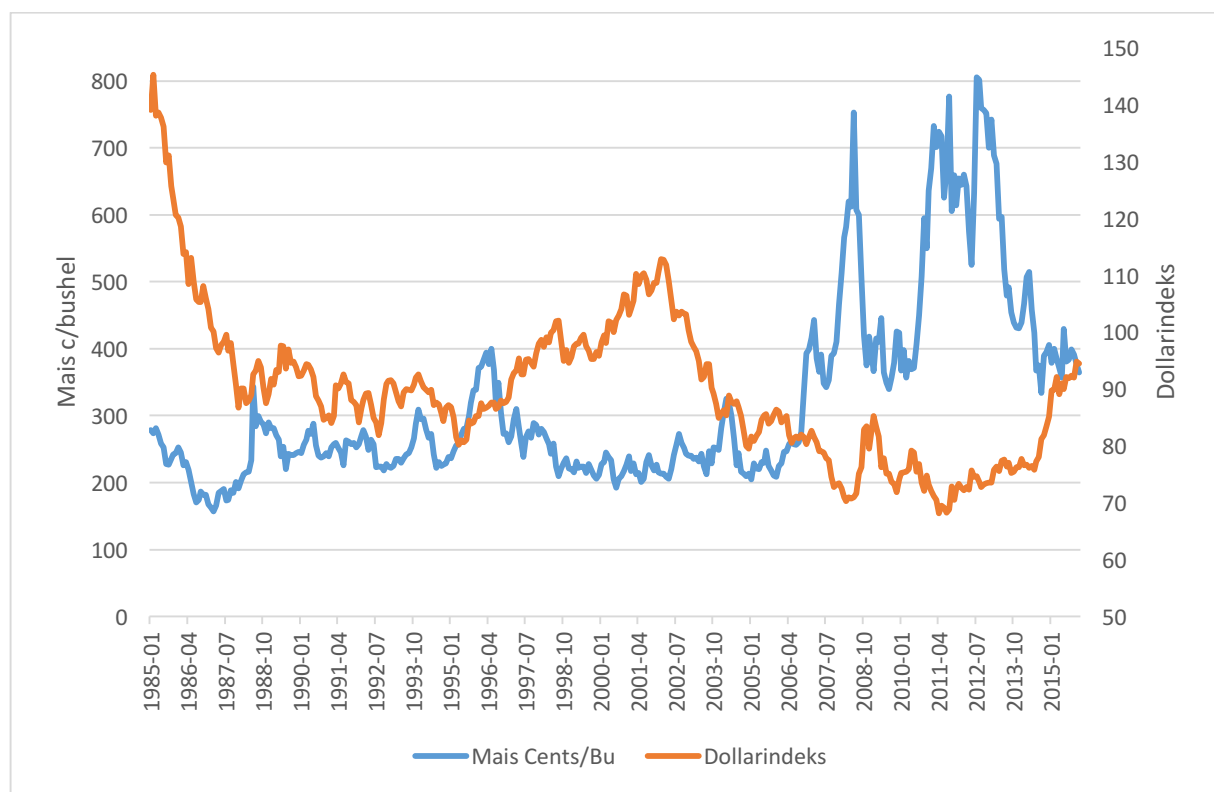


Figur 6 Mais- og etanolpriser fra 1985 til 2015 Data fra Stevenson Futures og USDA

Månedlige data for dollar er representert ved Trade Weighted US Dollar Index fra Federal Reserve Economic Data (FRED). Denne indeksen er en bred dollarindeks målt mot et utvalg større valutaer.

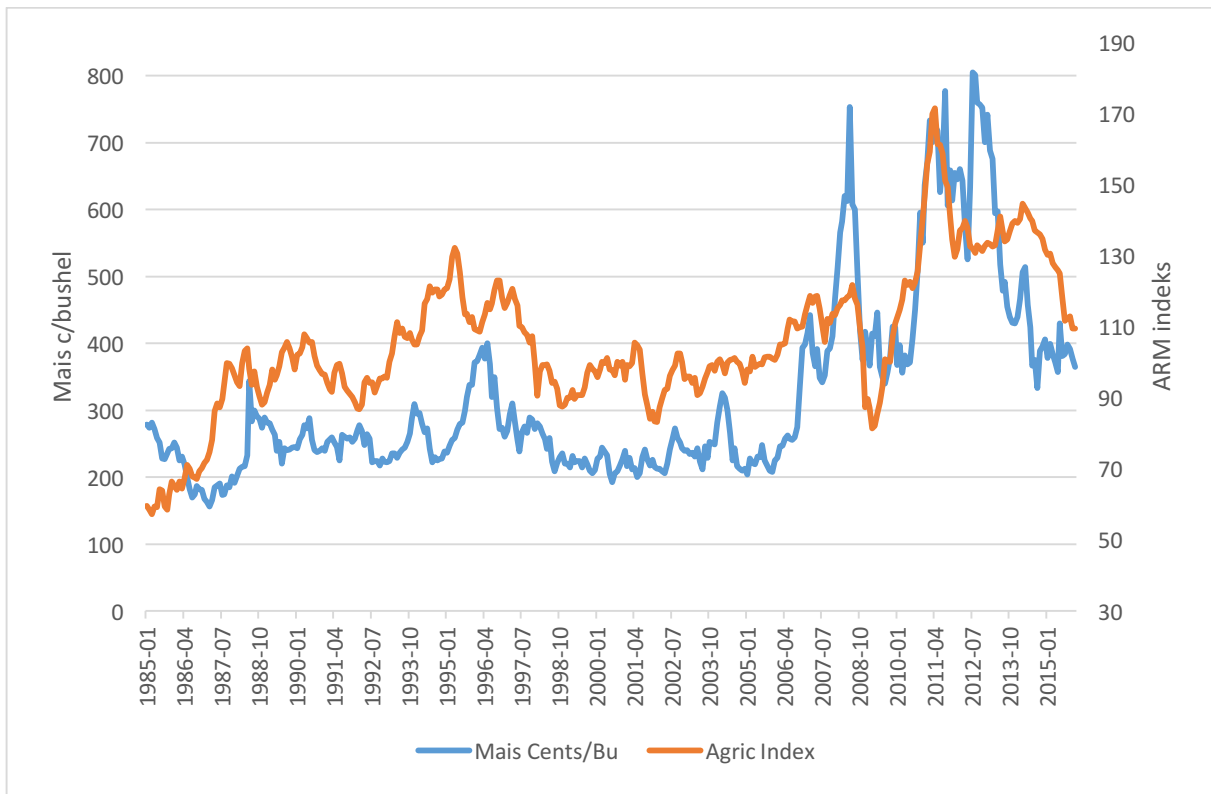
En indeks for råvarer som ikke er direkte substitutter til mais er representert ved Agricultural Raw Materials Index fra IMF¹¹. Maisprisen kan påvirkes av bevegelser i markedet for landbruksråvarer generelt gjennom spekulasjon og makroøkonomiske forhold. Indeksen består av materialer som trevirke, bomull og gummi.

Som et mål på fraktpriser og makroøkonomiske forhold brukes månedlige data fra Index of Global Real Economic Activity/Kilianindeksen. Indeksen er utviklet av professor Lutz Kilian og brukt i artikkelen ”Not all oil price shocks are alike” (Kilian, 2006). Denne indeksen bruker historiske fraktrater for tørrbulk og er en populær makroøkonomisk indikator på konjunktur brukt i en mengde artikler. Indeksen er laget for å måle endringer i global etterspørsel for industrielle råvarer og viser månedlige prosentvise avvik fra trend. I denne oppgaven fremstilles den med 100 som snitt slik at eksempelvis en 30% negativ endring vil vises som 70.

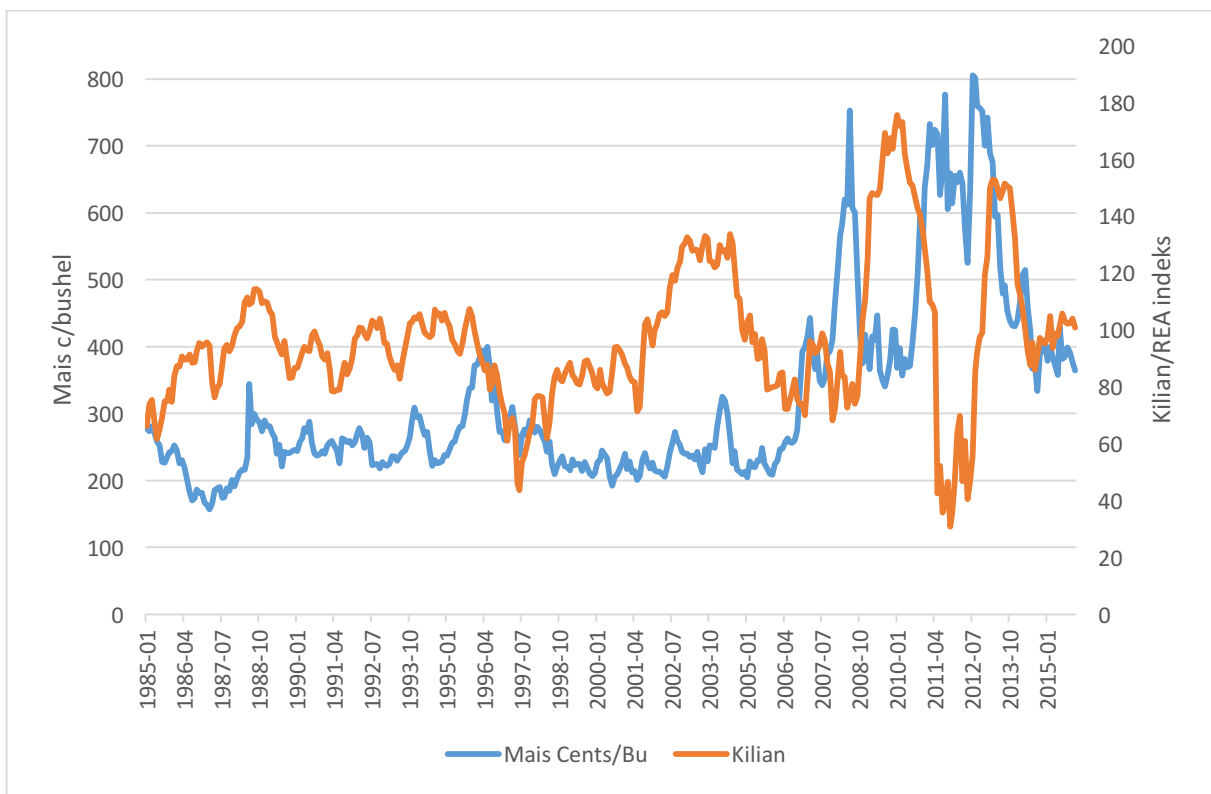


Figur 7 Maispris og dollarindeks 1985 til 2015. Data fra Stevenson Futures og FRED

¹¹ International Money Fund



Figur 8 Maispris og ARM indeks 1985 til 2015. Data hentet fra Stevenson Futures og IMF.



Figur 9 Maispris og REA-indeksen 1985 til 2015. Data fra Stevenson Futures og Lutz Kilian.

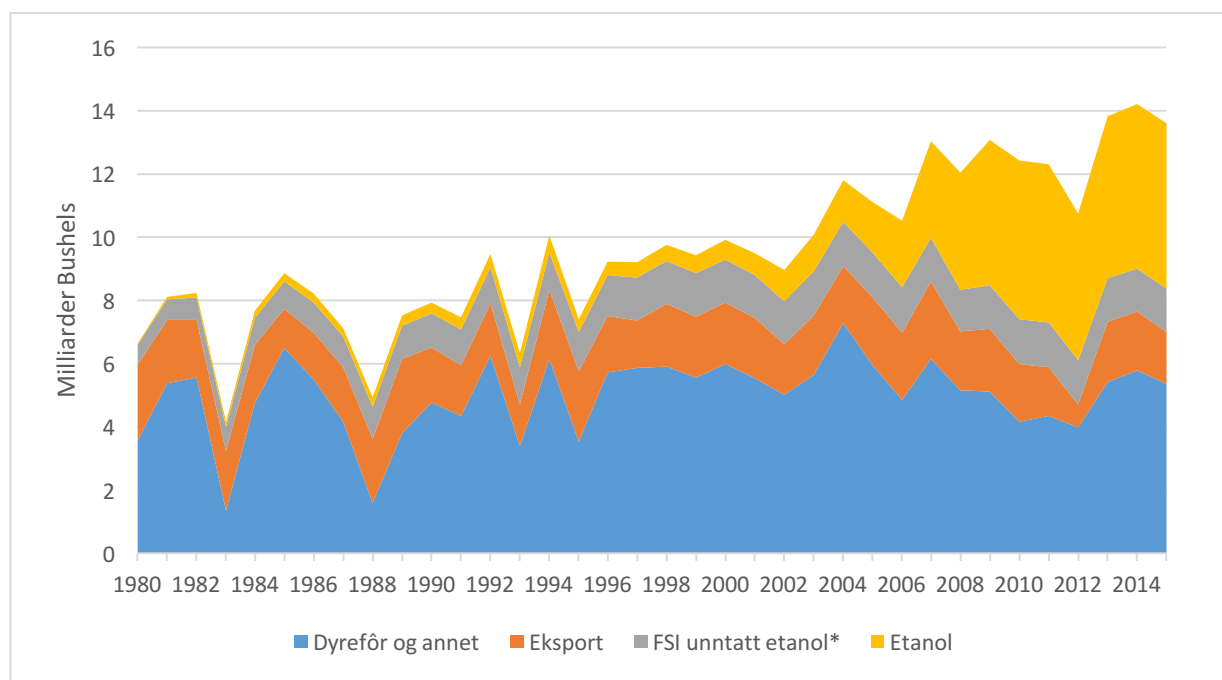
Tabell 1 vier at oljeprisen relativt sett er den mest volatile dataserien over hele perioden. Jamfør figur 5 kan man anta at de største svingningene har kommet i perioder og av dramatiske begivenheter. Indeksenes gjennomsnitt vil avhenge av hvor man starter dem, derfor angis ikke gjennomsnitt, minimum eller maksimum. Variasjonskoeffisienten er i midlertid regnet ut med deres respektive gjennomsnitt. Frem til midten av 2000-tallet var oljeprisen tilsynelatende stabil. Maisprisen er også preget av dette fenomenet, men utslagene er tilsynelatende mindre.

Tabell 1 Deskriptiv statistikk på nivå i perioden 1985-2015

	Maispris c/bushel	Oljepris \$/fat	Dollar indeks	ARM indeks	REA indeks	Etanolpris \$/fat
Gjennomsnitt	320,91	42,62	-	-	-	50,29
Standardavvik	140,38	30,65	13,08	19,98	25,29	17,52
Var. Koeff.	43,75 %	71,92 %	14,57 %	18,90 %	26,08 %	34,84 %
Minimum	156,55	10,63	-	-	-	23,63
Maksimum	805,25	140,58	-	-	-	112,77
Antall	372,00	372,00	372,00	372,00	372,00	372,00

Årlig maisproduksjon, kvartalsvise lagernivå, etanolproduksjon og bruksområder for mais i USA tilbake til 1980 er hentet fra USDA. Mais høstes mellom september og november hvert år og produksjonen kan derfor ikke måles med kortere intervaller enn årlige.

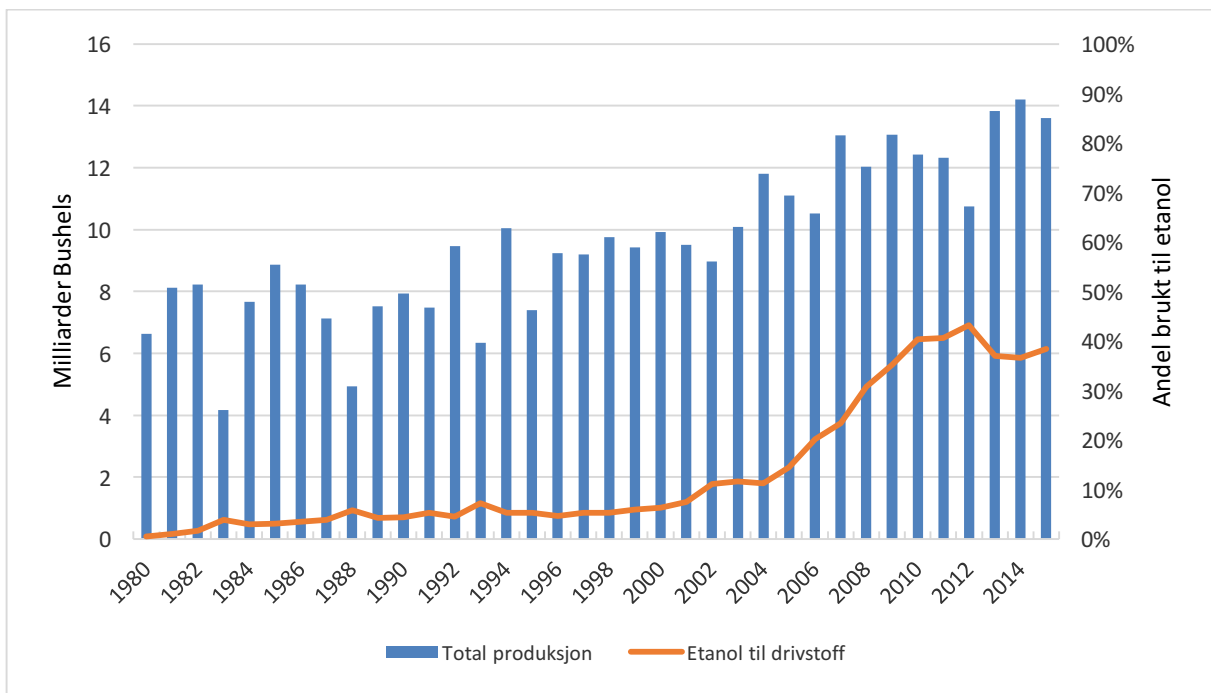
I figur 7 ser man at produksjonen av bioetanol har økt betydelig siden 2004. Produksjonen av mais har økt fra 9,4 milliarder bushels i 1999 til 14,2 milliarder bushels i 2014.



Figur 10 Utvikling i bruk av mais fra 1980 til 2015 Data fra USDA *FSI: Food, seed and industrial use

Fra figur 7 kan man observere at etanolproduksjonen tilsynelatende ikke har gått ut over andre bruksområder for mais. Dette indikerer at den økte etterspørselen av etanol har blitt møtt av en generell økning i produksjon og at substitusjonseffekten mot andre bruksområder har vært begrenset¹². I midlertid kan den økte produksjonen av mais hatt en substitusjonseffekt på andre landbruksråvarer hvor bønder har endret avling fra for eksempel hvete til mais.

Figur 8 gir et tydeligere bilde av hvordan andelen av mais brukt til etanol har økt siden år 2000. Produksjonsvolumet av bioetanol økte fra i underkant av 2 milliarder gallons i år 2000 via 5 milliarder gallons i 2005 til 9 milliarder gallons i 2008 (Serra et al., 2011).



Figur 11 Andel mais til etanol 1980-2015 Data fra USDA

¹² Figuren gir ingen indikasjoner på priseffekten

5. Økonometriske metoder

I dette kapittelet presenteres metodene som brukes for å analysere relevante tidsseriedata. Dataene deles opp i underperioder og testes for stasjonærhet. Lineære regresjoner for underperiodene vil påvise hvordan de relevante faktorene påvirker maisprisen og hvorvidt de er signifikante. Ved hjelp av Johansens rangtest for kointegrasjon vil det påvises hvorvidt det kan forekomme kointegrasjon i periodene. En dekomponering av en VECM-modell og en VAR-modell presenteres. Avslutningsvis utredes prosessen bak impulsresponsfunksjoner som i resultatkapittelet vil danne et bilde av omfang og varighet av oljeprissjokk på maispris.

5.1 Test for stasjonærhet

En sentral forutsetning for flere modeller er at prosessene er stasjonære. For å teste for stasjonærhet brukes en ADF-test¹³ og Phillips&Perron. Formlene under forklarer i korthet hvordan testen gjennomføres og her hentet fra STATA (2013a). Den velkjente dickey-fuller-testen kan skrives som:

$$(1) \Delta y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \delta_t + \varepsilon_t$$

Hvor man tester hvorvidt $\rho = 1$ og dermed tilstedeværelsen av en enhetsrot. Enhetsrot impliserer at variabelen er ikke-stasjonær. En mer presis test (ADF) kan skrives som:

$$(1.1) \Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \delta_t + \varsigma_1 \Delta y_{t-1} + \varsigma_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \varsigma_k \Delta y_{t-k} + \varepsilon_t$$

Hvor k er antall laggede observasjoner i modellen og man tester for hvorvidt $\beta = 0$. Man kan også teste for trendstasjonærhet ved å ikke legge restriksjoner på α og δ_t . Nullhypotesen er at variabelen følger en prosess med en enhetsrot og er ikke-stasjonær. Tilsvarende test kan gjøres på de samme variablene i endringer. Dersom variablene er ikke-stasjonær på nivå og stasjonære på endringsform er variablene integrerte av orden $I(1)$. Testen er følsom for antall laggede observasjoner man velger å inkludere, derfor gjennomføres også en phillips&perron-test som bruker Newey-West-kriteriet¹⁴ for antall inkluderte lags. Utover denne egenskapen er testene svært like i oppbygning og har samme kritiske verdier.

¹³ Augmented Dickey-Fuller Test

¹⁴ $k=4(T/100)^{2/9}$

5.2 Lineære regresjoner på endringsform

For å undersøke hvorvidt oljeprisendringer har en signifikant effekt på oljeprisen gjøres det en lineær regresjon for endringer i maispris mot endringer i oljepris, dollarindeks, råvareindeks (ARM) og konjunkturindeks (REA):

$$(2) \Delta PMais_t = a_t + \beta_1 \Delta Polje_t + \beta_2 \Delta Dollar_t + \beta_3 \Delta ARM_t + \beta_4 \Delta REA_t + \varepsilon_t$$

Det har ikke lyktes å finne lagernivåer på månedlig basis. Det gjøres derfor kvartalsvise regresjoner med maispris, oljepris og lager for å inkludere lager i beregningene. Tilsvarende tester for stasjonærhet gjøres. I tillegg til lagernivåene inkluderes en dummyvariabel for lave lagernivåer som er gjennomsnittlig lagerbeholdning minus et halvt standardavvik.

$$(3) \Delta PMais_t = a_t + \beta_1 \Delta POlje_t + \beta_2 Lager * DUMLager + \varepsilon_t$$

$$(3.1) DUMLager = 1 \text{ hvis } Lager \leq \frac{\sum Lager}{N} - \frac{\sigma_{Lager}}{2}$$

Lagernivåer under ett standardavvik fra gjennomsnittet forekommer svært sjelden i datasettet, derfor brukes en noe høyere terskel for å kunne gi en indikasjon på effekten av lave lagernivåer.

5.3 Test for strukturelle brudd

Sammenhengene mellom Olje- og Maispris vil åpenbart endre seg over tid. For å få nøyaktige analyser av tidsepokene deles datasettet opp i tre ulike perioder. Fra figur 5 kan man finne datoer som gir en ex ante indikasjon på hvor det kan forekomme strukturelle brudd. En Chow-test for hver dato brukes for å bekrefte dette. Det gjøres her en lineær regresjon for olje- og maispris:

$$(4) maispris_t = oljepris_t \beta + \varepsilon_t$$

En Wald-test kan gjøres for nullhypotesen om at det ikke forekommer et strukturelt brudd ved tidspunkt b . Dersom det forekommer et strukturelt brudd lar modellen koeffisienten endre seg:

$$(4.1) maispris_t = \begin{cases} oljepris_t \beta + \varepsilon_t & \text{hvis } t \leq b \\ oljepris_t (\beta + \delta) + \varepsilon_t & \text{hvis } t > b \end{cases}$$

Hypotesetesten blir dermed:

$$(4.2) H_0: \delta = 0, \quad H_a: \delta \neq 0$$

5.4 Vector Error Correction Model

Dersom to eller flere tidsserier ikke er stasjonære på nivå men i forskjeller, kan man i noen tilfeller måle en lineær sammenheng mellom variablene i form av kointegrasjon. I den første perioden er olje, dollar og etanol stasjonære på nivå, derfor brukes modellen for periode 2 og 3. Variablene undersøkes i par for å kunne isolere kointegrasjoner mellom dem. Utredningen av formlene er hentet fra STATA (2013b).

To ikke-stasjonære variabler kan skrives som:

$$(5) y_t + \beta x_t = \epsilon_t, \quad \epsilon_t = \epsilon_{t-1} + \omega_t$$

Med sammenhengen:

$$(5.1) y_t + \alpha x_t = v_t, \quad v_t = v_{t-1} + \varphi_t \quad |\rho| < 1$$

Hvor ω_t og φ_t er feilledd som er korrelert med hverandre og ϵ_t er random walk og demred en ikke-stasjonær prosess og er v_t en stasjonær prosess. y_t og x_t kointegreres med en kointegrasjonsvektor $(1, \alpha)$.

Dette kan omskrives som:

$$(5.3) \Delta y_t = \beta \delta z_{t-1} + \eta_{1t}$$

$$(5.4) \Delta x_t = -\delta z_{t-1} + \eta_{2t}$$

Hvor $\delta = \frac{1-\rho}{\alpha-\beta}$, $z_t = y_t + \alpha x_t$ og feilleddene η_{1t} og η_{2t} er stasjonære, lineære

kombinasjoner av ω_t og φ_t . Koeffisienten til z_t forklarer hvordan systemet responderer på å ikke være i likevekt. Når y_t og x_t er i likevekt er $z_t = 0$. I et stabilt system er $z_t < 0$ for den kointegrerte variabelen.

En VECM-modell av typen STATA bruker (Johansen VECM) kan skrives som:

$$(6) \Delta y_t = v + \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t$$

$$(6.1) \Delta y_t = \alpha \beta' y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + v + \delta t + \epsilon_t$$

Hvor y er en vektor av priser, Π og Γ_1 til Γ_{p-1} og δt er parametere representert i matrisform ($k \times k$) og ϵ er et feilledd antatt å ha gjennomsnitt lik 0 og kovariansmatrisen Ω . Dersom alle variablene som representerer y_t er integrerte av orden $I(1)$ har matrisen Π en rang $0 \leq r < K$. Dersom $r = 0$ er det ingen kointegrasjon mellom variablene. Det legges ikke restriksjoner på trend.

5.5 VAR-Modell

For å danne et bilde av effekten og varigheten av en endring i oljepris på maispris er VAR-modeller (*Vector Autoregressive model*) et egnet verktøy. En VAR-modell behandler alle variablene i modellen som både avhengige og uavhengige og er rekursive med et forhåndsbestemt antall lags/måneder. VAR-modeller er ikke spesifisert med de samme restriksjonene som en OLS-regresjon og koeffisientene er derfor ikke egnet til å lese av beregninger med samme presisjon som BLUE-estimer¹⁵, men kan danne et troverdig bilde av utvikling over tid. I tillegg til å generere parametere for de forskjellige månedene vil modellen brukes for å fremstille impulsresponsfunksjonene som beskrives i neste avsnitt. For impulsresponsfunksjoner gir prosentvise endringer et mer håndgripelig bilde av utviklingen og modellen estimeres dermed slik.

For denne analysen kan modellen skrives:

$$(7) y_t = \alpha + \phi y_{t-1} + \phi y_{t-2} + \dots + \phi y_{t-p} + \varepsilon_t \text{ hvor } y_t = \begin{bmatrix} y_{it} \\ y_{jt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \ln POlje_t \\ \Delta \ln PMais_t \end{bmatrix}$$

Hvor ϕ er parametere og p er antall lags.

5.6 Impulsresponsfunksjoner

Utover å estimere koeffisienter til lineære sammenhenger er VAR-modeller egnet til å fremstille endringer over tid grafisk gjennom impulsresponsfunksjoner. Formler er tolket fra Inoue og Kilian (2011).

En impulsresponsfunksjon kan beskrives gjennom en VMA (*Vector Moving Average*)-representasjon som:

$$(8) y_t = \phi(L)^{-1} \alpha + \phi(L)^{-1} \varepsilon_t = \mu + \sum \theta_s \varepsilon_{t-s}; \theta_s = I$$

Hvor vi ønsker å se hvordan y_{jt} , mais reagerer på et uventet sjokk i ε_{it} for olje.

$$(8.2) \frac{\partial y_{jt}}{\partial \varepsilon_{it-s}} = \theta_{ij} \text{ for } s = 0, 1, 2, \dots$$

Hvor s indikerer step: $s=0$ er den umiddelbare reaksjonen og $s=1$ er en måned etter. I denne analysen brukes 24 måneder. Impulsresponsfunksjonene som presenteres i neste kapittel måler hvordan et uventet prissjokk på ett standardavvik i oljepris påvirker maisprisen.

¹⁵ Best Linear Unbiased Estimates

I analysen brukes ortogonale impulsresponsfunksjoner. Det vil si at feilleddet er modifisert for å ta høyde for autokorrelasjon. Ved å gange funksjonen med en matrise med konstanten c , $C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ c & 1 \end{bmatrix}$, oppnår man det ortogonale feilleddet u_t hvor variansen av u_t er gitt ved $\begin{bmatrix} \sigma & 0 \\ 0 & \sigma \end{bmatrix}$.

Dette gir funksjonen:

$$(9) Cy_t = C\alpha + C\phi y_{t-1} + u_t$$

Ved å dekomponere denne ser vi at:

$$(9.1) \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ c & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \ln POLje_t \\ \Delta \ln PMais_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \ln POLje_t \\ c\Delta \ln POLje_t + \Delta \ln PMais_t \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \Delta \ln POLje_t \\ \Delta \ln PMais_t \end{bmatrix} = -c\Delta \ln POLje_t$$

Dermed er oljepris en forklarende variabel for maispris, mens maispris ikke kan brukes til å forklare oljepris. Dermed kan impulsresponsfunksjonen skrives som

$$(9.2) \frac{\partial y_{jt}}{\partial u_{it-s}} = \theta_{ij}$$

6. Økonometriske resultater

Fra foreliggende litteratur ble det valgt ut to datoer for å markere strukturelle brudd. Elmarzougui og Larue (2013) bruker juli 1999 som en av sine datoer gjennom en Bai&Perron-test for å påvise endogene strukturelle brudd. Wald-testen avviser at det ikke har forekommet et strukturelt brudd på dette tidspunktet. Wald-testen sier ikke noe om hva som forårsaket de strukturelle bruddene. Jamfør [Figur 5](#) kan man tyde et tettere forhold mellom dataseriene etter 1999. Dette er forenelig med en antagelse om at forholdet mellom olje- og maispriser har blitt tettere grunnet bioetanol etter 1999. I juni 2008 lå oljeprisen på 140 dollar per fat og maisprisen på 753 cents per bushel, noe som var historiske rekorder. I januar 2009 var prisene henholdsvis 46 dollar og 390 cents. Prisene sank på dette halvåret med henholdsvis 111% og 65%. I 2010 steg maisprisen kraftig, noe Carter et al. (2012) tilskriver knappe lagre. Man kan dermed anta at det har skjedd et strukturelt brudd i forholdet mellom olje- og maispris etter januar 2009. Testen støtter denne antagelsen og avviser at det ikke har forekommet et slikt brudd da p-verdien er svært lav.

Tabell 2 Wald-test for strukturelle brud mellom olje- og maispris og underperioder for datasettet.

Dato	χ^2	Prob > χ^2
jul.99	32,822	0,0000
jan.09	34,876	0,0000

Periode	fra	til	ant. Obs
1.	jan.85	jul.99	175
2.	aug.99	jan.09	114
3.	feb.09	des.15	83

Datasettet ble dermed delt i tre perioder, fra januar 1985 til juli 1999, august 1999 til januar 2009 og februar 2009 til desember 2015.

For å teste for stasjonæritet ble *Augmented Dickey-Fuller test* og *Phillips-Perron test* brukt. Lag-lengder er basert på henholdsvis Schwert-kriteriet og Newey-West-kriteriet. I den første perioden var oljepris, dollarindeks og etanolprisen stasjonære. Maisprisen var som forventet ikke stasjonær. For de andre periodene gjelder sistnevnte egenskap for alle variablene. Endringene er stasjonære og kan dermed ansees som Random Walk-prosesser integrert av orden I(1).

Tabell 3 Dickey-Fuller og Phillips-Perrontester for data

Variabel	1985-1999			
	Augmented Dickey Fuller		Phillips-Perron	
	Drift	Trend	Drift	Trend
5% Kritisk	-2,885	-3,44		
Mais	-2,302	-2,459	-2,665	-2,873
▲ Mais	-11,448		-21,572	
Olje	-4,461	-4,452	-3,783	-3,765
▲ Olje	-8,867		-16,443	
Dollar	-5,526	-4,257	-4,222	-3,082
▲ Dollar	-13,819		-60,211	
Etanol	-3,662	-3,844	-3,275	-3,464
▲ Etanol	-9,681		-22,758	
ARM	-2,422	-1,806	-2,231	-1,384
▲ ARM	-9,451		-21,356	
REA	-2,838	-3,02	-2,69	-2,921
▲ REA	-9,985		-17,13	
	1999-2009			
	Augmented Dickey Fuller		Phillips-Perron	
	Drift	Trend	Drift	Trend
5% Kritisk	-2,889	-3,448		
Mais	-1,981	3,024	-1,694	-2,574
▲ Mais	-7,196		-10,619	
Olje	-1,82	-2,649	-1,756	-2,413
▲ Olje	-6,438		-7,509	
Dollar	-0,934	-2,02	-0,904	-1,994
▲ Dollar	-5,112		-8,965	
Etanol	-2,101	-2,999	-2,274	-2,999
▲ Etanol	-6,438		-7,586	
ARM	-2,794	-3,168	-2,268	-2,217
▲ ARM	-5,112		-9,065	
REA	-1,937	-1,883	-1,659	-1,616
▲ REA	-7,35		-7,84	
	2009-2015			
	Augmented Dickey Fuller		Phillips-Perron	
	Drift	Trend	Drift	Trend
5% Kritisk	-2,904	-3,467		
Mais	-1,444	-1,527	-1,544	-1,612
▲ Mais	-6,443		-9,871	
Olje	-1,483	-1,551	-1,428	-1,444
▲ Olje	-5,891		-7,905	
Dollar	0,389	-1,314	0,044	-1,528
▲ Dollar	-5,768		-10,268	
Etanol	-1,514	-1,375	-2,061	-1,942
▲ Etanol	-5,889		-8,798	
ARM	-2,004	-1,433	-1,931	-1,207
▲ ARM	-4,449		-5,498	
REA	-1,825	-1,86	-1,522	-1,558
▲ REA	-4,048		-8,849	

OLS-modellene fra kapittel 5 ble brukt for hver underperiode og testet for heteroskedastisitet og seriekorrelasjon. Ingen av de nevnte testene har gitt signifikante utslag på månedlige endringer.

Tabell 4 Lineære regresjoner for de ulike periodene. Standardfeil i parenteser.

Δ Maispris	Konstant	Δ Oljepris	Δ Dollar	Δ ARM	Δ REA	R ²
1985-1999	0,065 (1,315)	-0,847 (0,684)	1,943*** (0,278)	-0,0938 (0,428)	0,472* (0,305)	0,61
1999-2009	0,678 (2,587)	2,309*** (0,490)	-1,792 (1,513)	-0,594 (0,891)	0,298 (0,432)	0,22
2009-2015	1,375 (5,174)	-0,491 (1,051)	-10,799*** (3,756)	-1,039 (1,383)	-0,532 (0,457)	0,18

*, ** og *** indikerer signifikans på henholdsvis 10%, 5% og 1% nivå

Mellom 1985 og 1999 er det ingen signifikante indikasjoner på at oljeprisen påvirket maisprisen. Fortegnet til koeffisienten for oljepris har også et annet fortegn enn hva man kan forvente. Dollarindeksen er signifikant på høyeste signifikansnivå og forklarer en stor del av modellen i denne perioden. Konjunkturindeksen er signifikant på laveste nivå.

Tabell 5 Deskriptiv statistikk (nivå) for perioden 1985-1999

	Maispris c/bushel	Oljepris \$/fat	Dollarindeks	ARM indeks	REA indeks
Gjennomsnitt	252,21	19,34	-	-	-
Standardavvik	44,85	4,10	12,24	16,99	13,60
Var. Koeff.	17,78 %	21,23 %	12,88 %	17,48 %	15,27 %
Minimum	156,55	10,63	-	-	-
Maksimum	400,00	38,31	-	-	-
Antall	175,00	175,00	175,00	175,00	175,000

I tabell 5 kan man se at oljeprisen ikke var spesielt volatil i perioden sammenlignet med hele perioden som ble presentert i kapittel 4.

Mellom 1999 og 2009 er oljeprisen signifikant på høyeste signifikansnivå og har et forventningsrett fortegn. En dollar økning i prisen for et fat olje fører til 2 cents økning i prisen for en bushel mais i følge koeffisienten. Dette er forenelig med en antagelse om at effekten fra bioetanol har hatt betydning. Forklaringskraften til modellen er relativt svak med en R² på 0,22. Dette kan tyde på at modellen ikke dekker alle hensyn når det kommer til prisdannelsen for mais.

I tabell 6 kan man se at samtlige dataserier hadde langt høyere volatilitet enn i perioden før. For mais og olje er det relative standardavviket over dobbelt så høyt, dollaren er omtrentlig lik forrige periode og REA-indeksens standardavvik er svært høyt.

Tabell 6 Deskriptiv statistikk (nivå) for perioden 1999-2009

	Maispris c/bushel	Oljepris \$/fat	Dollarindeks	ARM indeks	REA indeks
Gjennomsnitt	288,85	49,06	-	-	-
Standardavvik	112,20	26,91	12,01	8,81	92,690
Var. Koeff.	38,84 %	54,85 %	13,28 %	8,65 %	95,13 %
Minimum	192,25	19,64	-	-	-
Maksimum	753,15	140,58	-	-	-
Antall	114,00	114,00	114,00	114,00	114,000

Mellom 2009 og 2015 gir ikke oljeprisen signifikante utslag. Dollarindeksen er signifikant på høyeste konfidensnivå. R² indikerer at modellen har svak forklaringskraft. I tabell 7 kan man se at maisprisene var høyere og er mindre volatile enn i forrige periode. Det samme gjelder for oljeprisen. Dollaren var noe svakere enn i forrige periode.

Tabell 7 Deskriptiv statistikk (nivå) for perioden 1999-2009

	Maispris c/bushel	Oljepris \$/fat	Dollarindeks	ARM indeks	REA indeks
Gjennomsnitt	509,78	82,83	-	-	-
Standardavvik	141,21	19,11	6,74	18,75	40,030
Var. Koeff.	27,70 %	23,07 %	8,69 %	14,51 %	35,49 %
Minimum	333,50	76,26	-	-	-
Maksimum	805,25	114,43	-	-	-
Antall	83,00	83,00	83,00	83,00	83,000

Tabell 8 viser resultatene av regresjonen med lager som en av de forklarende variablene.

Tabell 8 Kvartalsvise lineære regresjoner 1986-2015. Robuste standardfeil i paranteser.

Δ Maispris	Konstant	Δ Oljepris	DUM lavt lager	R ²
1986q1-2015q4	6,558	2,326***	-0,35***	0,16
	(5,559)	(0,830)	(0,151)	

*, ** og *** indikerer signifikans på henholdsvis 10%, 5% og 1% nivå

Dummyvariabelen for lavt lager er signifikant på 1% nivå. En Breusch-Pagan-test for heteroskedastisitet kunne avvise nullhypotesen om konstant varians i restleddet og modellen er derfor presentert med robuste standardfeil. Dummyvariabelen for lavt lager er stasjonær for

perioden. Koeffisienten for dummyvariabelen har et forventningsrett fortegn da en økning i lagernivå vil redusere prisen.

I tabell 9 presenteres testresultater for rangen til matrisen Π i VECM-modellen. Fra stasjonærhetstestene finner man at olje og etanol var stasjonære på nivå, noe som gjør at det ikke er mulig å teste for kointegrasjon. Testen indikerer at det finnes kointegrasjonsforhold mellom 1999 og 2009 som kan undersøkes nærmere.

Tabell 9 Test for rang

Test for kointegrasjon (Johansen)		
	1999-2009	2009-2015
Variabler	Trace $r = 0$ vs 1	Trace $r = 0$ vs 1
Mais-Olje	15,95**	7,1
Mais-Dollar	9,56	3,77
Mais-Etanol	15,62**	10,51
Etanol-Olje	16,58**	17,9856*

** indikerer signifikans på 5% nivå

Man kan forvente sammenhenger i form av kointegrasjon mellom mais og olje, mais og etanol samt etanol og olje. Dersom koeffisienten til feiljusteringsparameteret $\hat{\alpha}$ er negativ og signifikant er det et langsiktig kointegreringsforhold mellom variablene. Koeffisientene til variablene man måler mot i modellen representerer de kortsiktige, sterkere kointegrasjonsforholdene. Disse må være signifikante for at det skal påvises et kortsiktig forhold. I tabell 10 presenteres resultatene.

Som eksempel er uttrykkene fra metodekapittelet estimert for forholdet mellom olje- og mais:

$$\hat{\alpha} = -0,11; 0,001$$

$$\hat{\beta} = 1; -0,71 \quad \hat{\nu} = 0,004; 0,22$$

$$\hat{\Gamma} = \begin{pmatrix} 0,02 & \dots & 0,03 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -0,67 & \dots & 0,02 \end{pmatrix}$$

Den negative og signifikante koeffisienten for feiljusteringsparameteret α impliserer at dersom maisprisen er for høy eller lav i forhold til oljeprisen justerer den mot likevekt med oljeprisen. I hvert par av priser finner man et negativt og signifikant feiljusteringsparameter. Man kan dermed se at mais og olje, etanol og mais samt etanol og olje var langsiktig kointegrerte. Etanol var kortsiktig kointegrert med mais og olje. Med andre ord justerte

maisprisen mot avvik i kointegrasjonsforholdet med oljeprisen, mens etanolpriser justerte mot både maispriser og oljepriser.

Tabell 10 Resultater, VECM-modell 1999 til 2009. Standardfeil i parenteser.

		Mais-Olje		Mais-Etanol		Etanol-Olje	
		Mais	Olje	Mais	Etanol	Etanol	Olje
α	L1	-0,11**	0,001	0,54	-0,10**	-0,17***	0,05
		(0,04)	-(0,01)	(0,19)	(0,04)	(0,05)	(0,05)
ΔP Mais	L1	0,02	0,03	-0,14	0,06***	-	-
		(0,10)	(0,01)	(0,09)	(0,02)		
	L2	0,38***	0,04**	0,31	0,04***	-	-
		(0,11)	(0,02)	(0,10)	(0,02)		
ΔP Olje	L1	0,15	0,21	-	-	0,38***	0,33***
		(0,56)	(0,11)			(0,09)	(0,09)
	L2	-0,67	0,02	-	-	-0,08	0,15
		(0,57)	(0,11)			(0,10)	(0,11)
ΔP Etanol	L1	-	-	-1,03***	0,38***	0,40***	-0,10
				(0,48)	(0,09)	(0,09)	(0,10)
	L2	-	-	-0,18	-0,31***	0,29***	-0,03
				(0,52)	(0,10)	(0,10)	(0,11)
Konstant		0,004	0,22	0,17	0,95	0,08	0,25
		(2,67)	(0,49)	-3,08	-0,63	(0,46)	(0,50)
β	1	-3,71***	1	-76,57***	1	-0,67***	
R ²		0,15	0,2	0,36	0,41	0,41	0,14

** og *** representerer henholdsvis 5% og 1% signifikansnivå

I tabell 11 presenteres resultatene av estimatene for mais fra VAR-modellen for de ulike periodene. For alle periodene er det brukt 4 lags og en tidshorisont på 24 måneder.

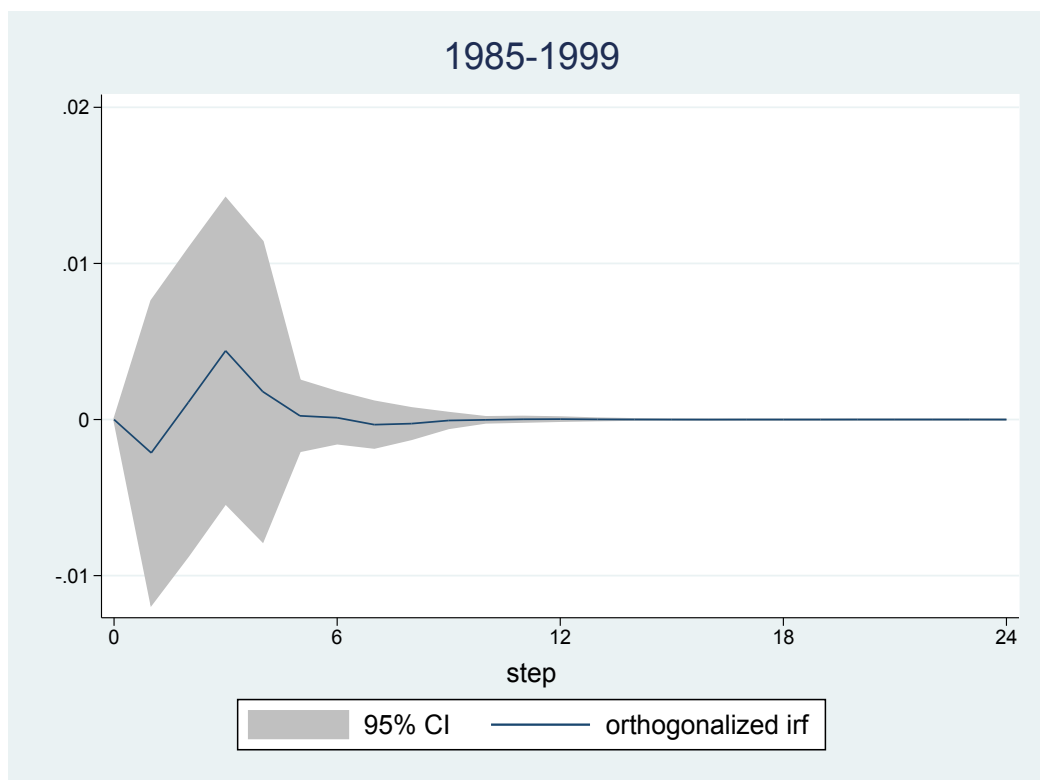
Tabell 11 Resultater fra VAR-modell for de ulike periodene

$\Delta \ln$ Mais		1985-1999	1999-2009	1999-2015
Konstant		-0,001 (0,005)	0,002 (0,007)	-0,001 (0,009)
$\Delta \ln$ Mais	L1	0,079 (0,077)	0,080 (0,092)	-0,06 (0,111)
	L2	0,042 (0,077)	0,225** (0,095)	0,071 (0,113)
	L3	0,058 (0,077)	0,017 (0,096)	0,011 (0,114)
	L4	-0,021 (0,077)	-0,160* (0,097)	0,031 (0,114)
$\Delta \ln$ Olje	L1	-0,023 (0,054)	-0,008 (0,076)	-0,064 (0,130)
	L2	0,015 (0,056)	-0,060 (0,076)	-0,046 (0,132)
	L3	0,045 (0,056)	0,147** (0,077)	-0,200 (0,128)
	L4	0,015 (0,055)	0,036 (0,075)	0,148 (0,115)
R^2		0,06	0,08	0,06

* og ** indikerer henholdsvis 10% og 5% signifikansnivå

Verken periode 1 eller periode 3 har indikasjoner på at maisprisen påvirkes av nylige bevegelser i mais- eller oljepris. I periode 2 ser man signifikante utslag henholdsvis 2- og 3 måneder før. Dette gir en indikasjon på et lead-lag-forhold hvor maisprisen reagerer på endringer i oljeprisen etter tre måneder i perioden.

Impulsresponsfunksjonene på de neste sidene gir et anslag på hvor mye maisprisen endret seg (y-aksen) over tid angitt i måneder (x-aksen) som følge av et prissjokk på olje på ett standardavvik. Formålet med grafene er primært å sammenligne effekten i de ulike periodene. Da både olje- og maisprisendringer er stasjonære vil ikke et prissjokk være vedvarende slik de presenteres her. Modellen sier dermed ikke noe om langvarige effekter på maisprisen.

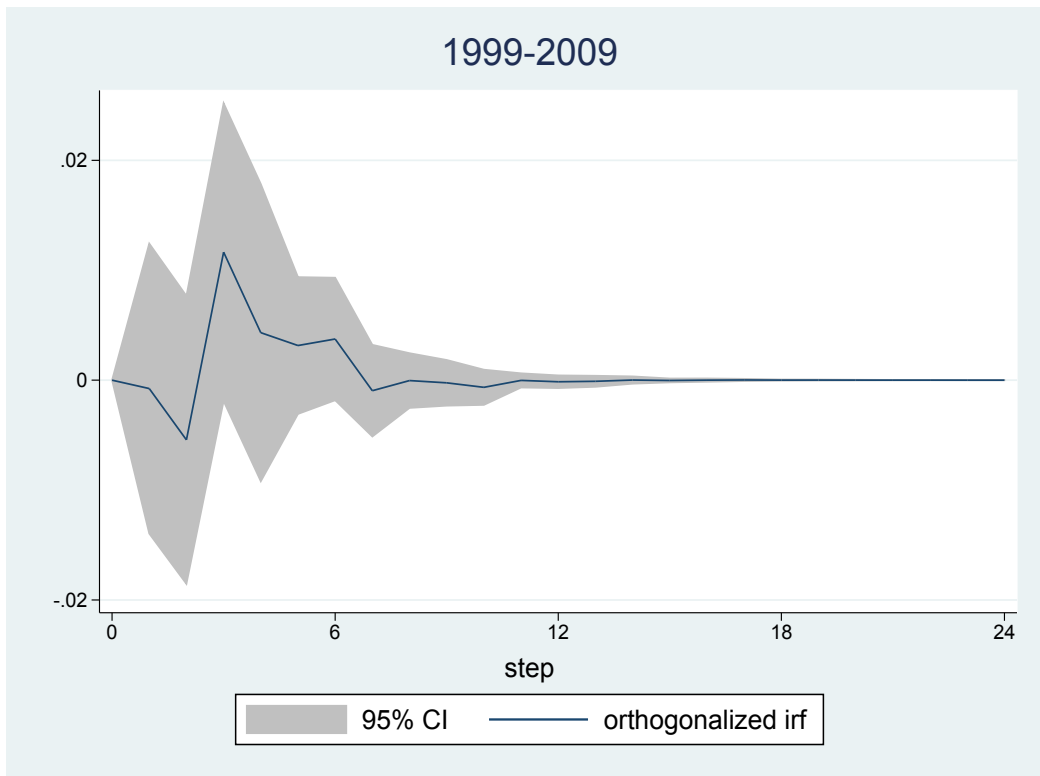


Figur 12 Impulsresponsfunksjon oljepris mot maispris 1985-1999

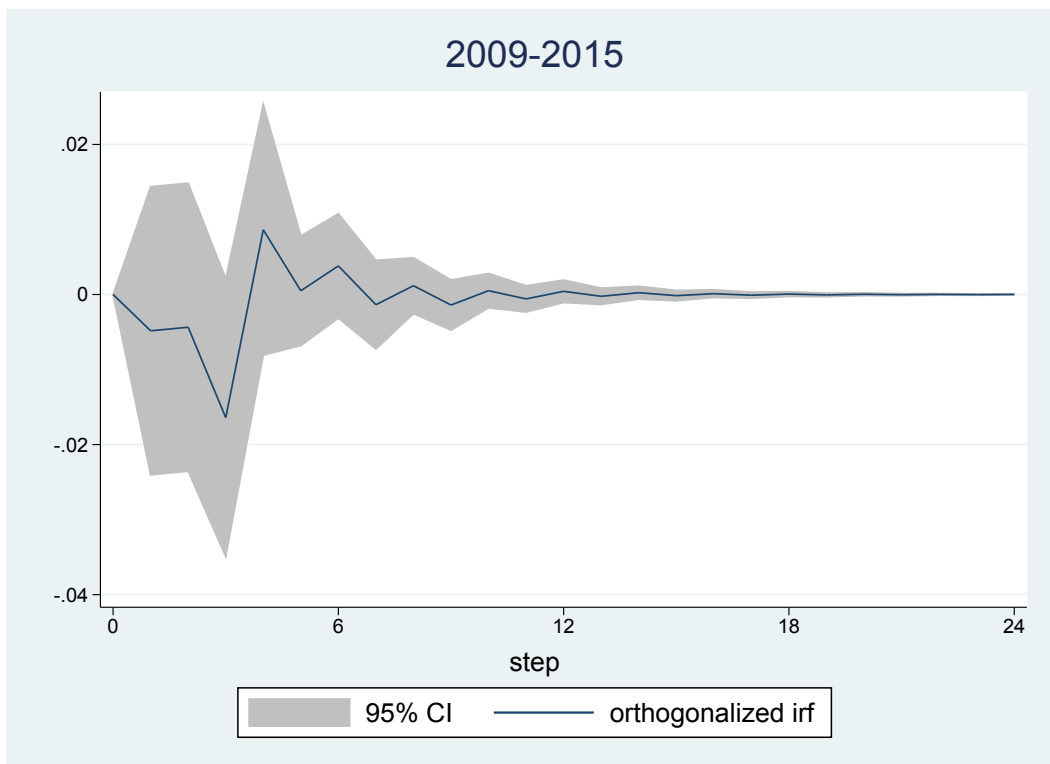
Figur 12 viser impulsresponsfunksjonen for første periode. I den første perioden synes oljeprisen å ha svært liten effekt på maisprisen og maisprisen prisen justerer relativt raskt tilbake til likevekt. Ingen av koeffisientene for olje i den underliggende VAR-modellen er signifikante. Dette er forenelig med resultatene fra de lineære regresjonene som antyder at oljeprisen ikke hadde en signifikant effekt på maisprisen i perioden.

Figur 13 viser impulsresponsfunksjonen for andre periode. Mellom 1999 og 2009 kan man se en større effekt over lengre tid. Et prissjokk i olje gir synlige effekter i opptil et halvt år for maisprisen og den justerer tregere tilbake til likevekt med den kraftigste responsen etter tre måneder. Dette er i tråd med resultatene fra VAR-modellen på forrige side.

Figur 14 viser impulsresponsfunksjonen for mais mot olje i den siste perioden. Figuren antyder at maisprisen justerer tregere til likevekt enn i periodene før. Fra resultatene til den underliggende VAR-modellen ser man at maisprisen ikke reagerte signifikant på oljeprisen mellom 2009 og 2015. Dette antyder at oljeprisens påvirkning er svakere enn i forrige periode.



Figur 13 Impulsresponsfunksjon oljepris mot maispris 1999-2009



Figur 14 Impulsresponsfunksjon oljepris mot maispris 2009-2015

7. Drøfting av resultatene

I kapittel 6 ble resultatene fra de ulike modellene presentert. Felles for alle modellene er at det påvises signifikante sammenhenger mellom olje- og maispriser i perioden 1999 til 2009, men ikke i de andre. I dette kapittelet drøftes faktorer som kan forklare disse resultatene knyttet til litteratur og historiske begivenheter. I lys av resultatene og teorien som ligger til grunn for oppgaven drøftes avslutningsvis forholdet i dagens marked og hvordan det kan bli i fremtiden.

De lineære regresjonene behandler tidsperioder med ulik dynamikk mellom variablene. For perioden 1985 til 1999 er dollarindeksen signifikant, men har ikke det fortegnet man forventet fra teorikapittelet. I [figur 7](#) ser man at dollarindeksen utviklet seg negativt frem til 1995, noe som kan forklare det positive fortegnet. Datasettet for denne perioden er preget av relativt små bevegelser i priser, men inneholder noen prissjokk som kan knyttes til enkelte begivenheter. Handelen for landbruksråvarer ble friere gjennom Uruguayrunden og GATT-avtalen fra 1986. I 1996 var det et prissjokk for flere landbruksråvarer og for mais gikk produksjonen ned 31% grunnet tørke samtidig som eksporten økte kraftig (Light og Shevlin, 1998).

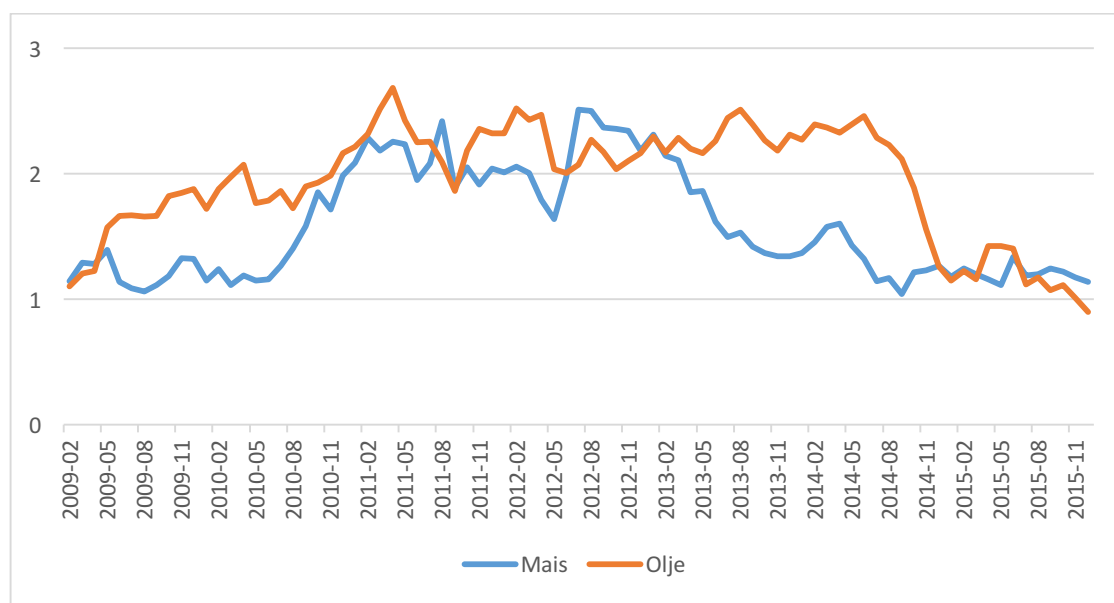
Mellom 1999 og 2009 antyder modellene at oljeprisen har en signifikant forklaringskraft på maisprisen. I OLS-regresjonen er oljeprisen signifikant med forventningsrett fortegn og kointegrasjon påvises gjennom Johansens rangtest. Det påvises parvise forhold mellom henholdsvis olje- og maispris, olje- og etanolpris og mais- og etanolpris.

Kointegrasjonsmodellen argumenterer for at etanolprisen er drevet av maispris og oljepris. Man kan anta at det er oljeprisen som hovedsakelig driver mais og etanol, mens kausaliteten kan gå begge veier dem imellom jamfør teorikapittelet. VAR-modellen påviser signifikante effekter av tidligere oljeprisendringer på maisprisendringer.

Perioden mellom 1999 og 2009 bar preg av amerikanske myndigheters satsning på etanol kombinert med perioder av høykonjunktur og dermed økt etterspørsel etter både olje og mais. Eldre teorier relatert til olje fra Hotelling og Hubbert om ikke-fornybarhet og uttømming ble igjen aktuelle og bidro til å drive oljeprisen opp (Bardi, 2009). Metoder for utvinning av olje som tidligere ikke var lønnsomme, som skiferolje, ble lønnsomme ved en høy oljepris. En omfattende politisk satsning i USA gikk inn for å bli mindre avhengig av utenlandsk olje gjennom økt innenlands produksjon og utvikling av bioetanol. Flere av artiklene i litteraturkapittelet omhandler denne perioden og argumenterer for at bioetanol har skapt et kraftigere forhold mellom olje- og maispris. Oljeprisen var historisk høy frem til midten av

2008 da finanskrisen brått snudde denne trenden. Dette, kombinert med en høy etterspørsel fra industrialiserte land, kan ha ført til en dramatisk økning i maisprisen.

Etter 2009 synes ikke oljeprisen å ha noen forklarende kraft på maisprisen. Både olje- og maispris har hatt store variasjoner i perioden, men det påvises ingen sammenhenger empirisk. Oljeprisen og maisprisen hadde begge betydelige prisøkninger i 2010, som vist i figur 12. I lys av teorien som ligger til grunn for denne oppgaven vil det være en modig påstand å blankt avvise at oljen hadde en innvirkning. At modellene i denne oppgaven ikke gir signifikante resultater etter 2009 kan skyldes at datamaterialet er mindre enn i de andre periodene, og at informasjon fra før det strukturelle bruddet i 2009 ikke behandles.



Figur 15 Prisutvikling for Olje og Mais delt på eget gjennomsnitt 2009 til 2015

Carter et al. (2012) påviser at den økte oljeprisen i 2010 også økte etterspørselen etter etanol og at etanolindustrien rammet lagernivåene av mais sterkt. De estimerer at maisprisene ville vært om lag 40% lavere dersom det ikke hadde vært et stort marked for bioetanol. Denne oppgavens økonomiske modeller har ikke hatt lagernivå som en sentral forklaringsvariabel og kan dermed ikke fange opp disse effektene på samme måte. I 2012 hadde mais et prissjokk som følge av en omfattende tørke. Prissjokket ble dog mindre enn hva man har sett tidligere år da den høyere og mer eller mindre konstante etterspørselen etter mais fra etanolindustrien har fått produsenter til å holde høyere lagernivåer.

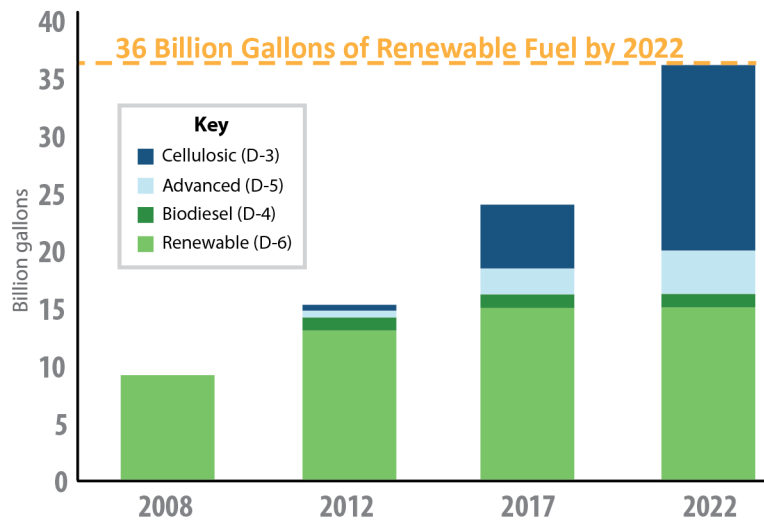
Fra 2013 ser man at maisprisen synker til tross for en vedvarende høy oljepris. Dette kan forklares med at tilbudet av mais har økt i form av større plantasjer. Når den globale etterspørselen etter mais synker vil det bli hardere konkurranse og lavere pris. Etterspørselen

etter mais til bioetanol holdes konstant for å møte RFS-kravet for en etanolandel på 10% eller mer for drivstoff, men med lav og til dels negativ økonomisk vekst globalt synker etterspørselen etter mais til dyrefôr og andre produkter.

En uobservert faktor i modellene er landbrukspolitik. Med programmer som dekker tap og gir prisgaranti kan man anta at følsomheten ovenfor andre innsatsfaktorer blir svakere. Forsikringer fra staten for inntekt gir et rimeligere og mindre risikabelt alternativ til risikostyring med derivater (Babcock, 2013). I teorikapittelet presenteres subsidier som forstyrrende på oppgavens modeller, spesielt i den første perioden. En annen innfallsvinkel er at liberaliseringen av landbruksmarkedene over tid har gjort forholdet mellom olje- og maispriser sterkere.

Flere av studiene fra foreliggende litteratur antyder at oljeprisen påvirker maisprisen over et visst nivå. Natanelov et al. (2011) estimerer terskelen til 75 dollar per fat og Serra et al. (2011) argumenterer for at mais reagerer kraftigst på olje når etanolprisen er betydelig utenfor likevekt. Siden 2014 har oljeprisene blitt stadig lavere og har i perioder vært under 30 dollar per fat. Mye av dette kan tilskrives uenigheter innad i OPEC og generelt høyt tilbud av olje som har resultert i et overskudd av olje i markedet tross økt etterspørsel. Tilgjengelige prognoser for oljepriser antyder at veksten i 2016 vil være svak på grunn av dette (IMF, 2016). Med andre ord vil prisen av olje i hovedsak forventes å være styrt av tilbudssiden i nær fremtid dersom ingen dramatiske hendelser inntreffer på etterspørselssiden. Hvorvidt forholdet mellom olje- og maispriser vil inneha de samme karakteristikene ved et eventuelt prissjokk som mellom 1999 og 2009 vil styres av drivstoffpolitikk, klima og teknologi. Andregenerasjons bioetanol fra råvarer som ikke brukes til mat kan redusere priseffekten av olje på mais.

RFS-programmet legger opp til å holde mengden bioetanol fra mais på dagens nivå i overskuelig fremtid (EPA, 2015). Maisprisens forhold til oljepris gjennom bioetanol kan dermed forventes å ikke bli sterkere gjennom ytterligere ekspansjon av fornybare drivstoff i USA. Med en lav oljepris kan satsningen på fornybare drivstoff reduseres på grunn av liten konkurransekraft. Figur 12 viser at satsningsområdet fremover vil være å utvikle biodrivstoff fra overskuddsmateriale fra landbruk, biologisk avfall og trevirke (D-3) og avansert bioetanol fra blant annet soyaolje og durra (D-5). Bioetanol fra mais faller inn under kategorien D-6.



Figur 16 Satsningsområder og produksjonsmål for RFS i fremtiden. Hentet fra USDA.

Soyabønner inneholder mer energi enn mais og er derfor en svært etterspurt råvare til blant annet kraftfôr. Dersom satsningsområdet for bioetanol flyttes til soyabønner kan man anta en stor prisøkning som følge av en ytterligere økt etterspørsel. Et oljeprissjokk vil kunne forsterke dette og gi tilsvarende effekter som man observerer i denne oppgaven.

8. Konklusjon og forslag til videre forskning

Denne oppgaven har påvist signifikante sammenhenger mellom olje- og maispris mellom 1999 og 2009. Disse ti årene har vært preget av ekstraordinære begivenheter som ikke direkte kan sammenlignes med epoker i fortiden. Kointegrasjon mellom priser er ikke et permanent fenomen og bør analyseres deretter. Man kan trygt påstå at oljeprisen drev maisprisen i en periode gjennom å øke produksjonskostnader og økt etterspørsel fra etanolindustrien, men det finnes ikke beviser for at dette gjelder i dagens marked.

Modellene i denne oppgaven bruker i hovedsak priser og undersøker et tema som har blitt belyst av en rekke artikler. En betydelig del av diskusjonen fra forrige kapittel argumenterer for at det fortsatt kan være et forhold mellom prisene selv om det ikke kan påvises empirisk i den siste perioden. Å studere forholdene med andre strukturelle brudd eller begrense tidshorisonten til nyere tid kan gi andre resultater. En annen variabel som kan undersøkes med lignende metoder er volatilitet og hvorvidt det er lekkasjer mellom markedene. Også her finnes det lett tilgjengelig litteratur. Fornybart drivstoff har de siste årene blitt et aktuelt tema. En undersøkelse av sammenhenger mellom drivstoffpriser i form av bioetanol, naturgass og petroleum kan være relevant for lignende forskning på mais og andre råvarer. Flere landbruksråvarer blir brukt til drivstoff internasjonalt og en lignende studie med et representativt utvalg råvarer kan også gi interessante resultater.

Et gjennomgående tema er at resultatene henger sammen med politiske beslutninger. Den amerikanske maisindustrien har fått mye oppmerksomhet i mediene på grunn av den store andelen den utgjør av amerikansk matproduksjon. Den gir rimelig, men lite næringsrik mat og er forbundet med alvorlige helseproblemer. Nærmere forskning på dette kan gjøres med et økonomisk perspektiv.

Forskning på forholdene mellom energi- og råvarepriser er aktuelt for aktører med økonomiske interesser som bønder og spekulanter. Påvirkningen på maisprisen gjennom produksjonen av bioetanol gjør at prisdannelsen er mer komplisert enn innsatsfaktorene, og at flere faktorer må tas hensyn til for prissikring. Enda mer aktuelt er det for politiske aktører som har innflytelse på prisdrivende faktorer.

Kilder

- BABCOCK, B. 2013. Taxpayers, Crop Insurance and the Drought of 2012. *In*: BRUZELIUS, N. (ed.). Environmental Working Group, EWG.
- BALCOMBE, K. & RAPSOMANIKIS, G. 2008. Bayesian Estimation and Selection of Nonlinear Vector Error Correction Models: The Case of the Sugar-Ethanol-Oil Nexus in Brazil. *American Journal of Agricultural Economics*, 90, 658-668.
- BARDI, U. 2009. Peak oil: The four stages of a new idea. *Energy*, 34, 323-326.
- CARTER, C., RAUSSER, G. & SMITH, A. 2012. The effect of the US ethanol mandate on corn prices. *Unpublished manuscript*.
- CARTER, C. A. & SCHAEFER, K. A. 2015. US biofuels policy, global food prices, and international trade obligations.
- CHAKRAVORTY, U., HUBERT, M.-H., MOREAUX, M. & NOSTBAKKEN, L. 2011. Will biofuel mandates raise food prices. Department of Economics, University of Alberta.
- COLEMAN-JENSEN, A., GREGORY, C. & SINGH, A. 2014. Household food security in the United States in 2013. *USDA-ERS Economic Research Report*.
- DESHPANDE, A. & LAPWORTH, W. 2016. Oil Outlook 2016. *Natixis, London*.
- DU, X., YU, C. L. & HAYES, D. J. 2011. Speculation and volatility spillover in the crude oil and agricultural commodity markets: A Bayesian analysis. *Energy Economics*, 33, 497-503.
- ELAM, T. E. 2007. Fuel ethanol subsidies: an economic perspective. *Prepared for the National Turkey Federation. FarmEcon. com, September, 27*.
- ELMARZOUGUI, E. & LARUE, B. 2013. On the Evolving Relationship Between Corn and Oil Prices. *Agribusiness*, 29, 344-360.
- EPA. 2015. *Program Overview for Renewable Fuel Standard Program* [Online]. United States Environment Protection Agency. Available: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/program-overview-renewable-fuel-standard-program> [Accessed].
- EWG, E. W. G. 2016. *Farm Subsidy Primer* [Online]. Available: <https://farm.ewg.org/subsidyprimer.php> [Accessed].
- HAMILTON, J. D. 2008. Understanding Crude Oil Prices.

- 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.
- IMF 2016. Comodity Special Feature from World Economic Outlook.
- INOUE, A. & KILIAN, L. 2011. Inference on Implulse Response Functions in Structural VAR Models.
- IRWING, S. & GOOD, D. 2016. The New Upside-Down Relationship of Ethanol and Gasoline Prices. *Farmdoc Daily*. January 13, 2016: Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- KILIAN, L. 2006. Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market.
- KILIAN, L. 2016. *Lutz Kilian - UM Personal World Wide Web Server* [Online]. University of Michigan, Department of Economics. Available: <http://www-personal.umich.edu/~lkilian/paperlinks.html> [Accessed].
- LEARY, K. 2015. Agricultural Subsidies in the USA—History, Implications, and Critiques. *Great Nations at Peril*. Springer.
- LIGHT, J. & SHEVLIN, T. 1998. The 1996 grain price shock: how did it affect food inflation. *Monthly Labor Review*.
- NATANELOV, V., ALAM, M. J., MCKENZIE, A. M. & VAN HUYLENBROECK, G. 2011. Is there co-movement of agricultural commodities futures prices and crude oil? *Energy Policy*, 39, 4971-4984.
- NATANELOV, V., MCKENZIE, A. M. & VAN HUYLENBROECK, G. 2013. Crude oil–corn–ethanol – nexus: A contextual approach. *Energy Policy*, 63, 504-513.
- SERRA, T., ZILBERMAN, D., GIL, J. M. & GOODWIN, B. K. 2011. Nonlinearities in the U.S. corn-ethanol-oil-gasoline price system. *Agricultural Economics*, 42, 35-45.
- SINGH, S. & WILSON, J. 2016. U.S. Farmers Open Up Silos as Corn Hits 'Magic' Price Levels. *Bloomberg*.
- STATA. 2013a. dfuller - Augmentet Dickey-Fuller unit root-test. Available: <http://www.stata.com/manuals13/tsdfuller.pdf>.

STATA. 2013b. VEC intro - Introduction to vector error-correction models. Available:

<http://www.stata.com/manuals13/tsvecintro.pdf>.

TROSTLE, R. 2008. *Global agricultural supply and demand: factors contributing to the recent increase in food commodity prices*, US Department of Agriculture, Economic Research Service Washington, DC, USA.

TRUJILLO-BARRERA, A. S., MALLORY, M. & GARCIA, P. 2012. Volatility Spillovers in U.S. Crude Oil, Ethanol, and Corn Futures Markets. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 37, 247-262.

USDA. 2014. *Crop Commodity Programs* [Online]. Available:

<http://www.ers.usda.gov/agricultural-act-of-2014-highlights-and-implications/crop-commodity-programs.aspx> [Accessed].

USDA 2016. World Agricultural Supply and Demand Estimates. United States Department of Agriculture

ZHANG, Q. & REED, M. Examining the impact of the world crude oil price on China's agricultural commodity prices: the case of corn, soybean, and pork. The Southern Agricultural Economics Association Annual Meetings, Dallas, TX, 2008. Citeseer.

ZILBERMAN, D., HOCHMAN, G., RAJAGOPAL, D., SEXTON, S. & TIMILSINA, G. 2012. The Impact of Biofuels on Commodity Food Prices: Assessment of Findings. *American Journal of Agricultural Economics*, 95, 275-281.



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway