

Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Fakultet for samfunnsvitenskap  
Handelshøyskolen, NMBU

Masteroppgave 2015  
30 stp

Korleis påverkar energiprisane  
kunstgjødselprisen, og dermed  
matvareprisane?

How does the Energy Prices  
Affect the Fertilizer Prices, and  
Consequently the Food Prices?

Lars Bogstad

## Abstract

The aim of this thesis has been to find price relations between fertilizers and other commodities. Working with two main hypotheses, I have tried to find relations on two sides of the fertilizer market. In my first hypothesis I tried to find a price relation between energy commodities and fertilizers. Energy is represented by oil, coal and natural gas while fertilizers are represented by urea. In the second hypothesis I look for price relations between agricultural products and fertilizers. Agricultural products are represented by corn, wheat and soy beans. I tried to find differences within the energy products and the agricultural products. In the third hypothesis I looked at the price for three different fertilizer commodities. These were urea, phosphate rock and potassium chloride (MOP). In this thesis my focus has been on the period from 1991 to 2015. In the last hypothesis I mainly focused on the period between 2009 and 2014.

My first hypothesis was that the price of urea was more dependent on the price of coal than to the price of natural gas and oil. I used bivariate correlations, regressions, lead-lag relations and Granger causality tests to find these relations. When I tested without a time lag I found that coal had the most significant relationship with urea. When I added a time lag then coal and oil had an equally significant relationship. Natural gas had by far the least significant relationship. I concluded that my hypothesis were partially correct.

My second hypothesis was that there was a less significant relationship between urea and soy beans than wheat, corn and soy beans. The reason for this thesis is the fact that soy beans have the ability to fix nitrogen and therefore require less nitrogen fertilizers. To test this hypothesis I used tests similar to the ones I used in the first hypothesis. I found that the different agricultural products had the most significant relationship in different periods. Corn showed the most significant relationship towards the end of the period while soy beans and wheat showed a significant relationship when I looked at the period as a whole. I didn't find any significant results in the Granger causality test that backed my hypothesis. I was unable to find significant differences between the agricultural products and I assume that my hypothesis is wrong.

In my last hypothesis I tried to prove that urea, phosphate rock and potassium chloride had a strong price relationship after the food price crisis of 2008/2009. I used the World Banks fertilizer index and compared the three fertilizer commodities against it. I tested correlations, volatility and looked at graphs to find relationships. I found a strong relationship between urea and phosphate rock. Potassium chloride had a significantly higher price compared to the other commodities until 2011. After 2011 they all had a strong relationship. I conclude that my hypothesis was wrong for the period between 2009 and 2014.

## Samandrag

Målet med denne oppgåva har vore å finne ut korleis kunstgjødsel påverkar, og vert påverka av andre råvarer. Med utgangspunkt i to hovudhypoteser har eg forsøkt å finne samanhengar på to sider av kunstgjødselråvarene. I den første hypotesa testar eg for samanhengar mellom prisen på energiråvarer og prisen på kunstgjødsel. Energi er her representert ved olje, kol og naturgass, kunstgjødsel er representert ved urea. I den andre hypotesa testar eg for samanhengar mellom prisen på landbruksprodukt og prisen på kunstgjødsel. Landbruksprodukt er her representert ved mais, kveite og soyabønner. Eg har forsøkt å finne forskjellar mellom energiprodukta og forskjellar mellom kornprodukta. I ei tredje hypotesa har eg undersøkt prisutviklinga for tre kunstgjødselråvarer, urea, fosforitt og kaliumklorid. I oppgåva har eg teke utgangspunkt i perioden 1991 til 2015, i den siste hypotesa fokuserte eg på 2009 til 2014.

I den første hypotesa prøvde eg å finne ut om prisen på kunstgjødsel var meir avhengig av prisen på kol enn prisen på naturgass og olje. Ved hjelp av bivariate korrelasjonar, regresjonar, lead-lag relasjonar og Granger-kausaltet fann eg at kol viste den største samanhengen i alle testar utan tidslag. Når tidslag vart introdusert viste kol og olje ein like stor samanheng. Naturgass viste den minste samanhengen i alle testane som vart gjennomførde. Konklusjonen vart at hypotesa er delvis styrka. Kol viser den største samla samanhengen, men er tett følgd av olje.

I den andre hypotesa prøvde eg å finne ut om det var mindre samanheng mellom prisen på soyabønner og prisen på urea enn prisen på mais og kveite og prisen på soyabønner. For å teste denne hypotesa nytta eg omtrent dei same testane som i den første hypotesa. Når eg testa for korrelasjonar viste alle dei tre råvarene sterkt signifikans i forskjellige periodar. Når eg køyrde regresjonar utan tidslag viste både kveite og soyabønner ein signifikant samanheng over heile perioden, dette var også tilfelle når eg køyrde regresjonar med tidslag. I begge desse testane viste mais ein signifikant samanheng mot slutten av perioden. Når eg testa for Granger-kausaltet fann eg ingen signifikante resultat som støtta opp om hypotesa mi. Eg konkluderte difor med at hypotesa mi er delvis svekka.

I den siste hypotesa ville eg sjå på samanhengane mellom tre viktige kunstgjødselråvarer, urea, fosforitt og kaliumklorid. Eg ville teste ei hypotesa om at desse tre råvarene ville ha ein sterk samanheng etter matvarepriskrisa i 2008/2009. Eg nytta meg av Verdsbanken sin kunstgjødselindeks og samanlikna dei tre kunstgjødselråvarene opp mot denne. Eg nytta meg av korrelasjonar, volatilitet og grafar for prisutvikling for å sjå etter samanhengar. I denne perioden var det ein sterk korrelasjon mellom urea og fosforitt, medan det var ein mykje mindre korrelasjon med kalium. Dette var fordi prisen på kalium framleis heldt seg høg ein liten periode etter matvarepriskrisa. Hypotesa vart difor svekka. Alle tre råvarene viste derimot ein sterk samanheng frå 2011 til 2015.

## Forord

Denne oppgåva markerar avslutninga på min mastergrad i økonomi og administrasjon ved NMBU, hausten 2015.

Kunstgjødsel er eit tema som har oppteke meg i lang tid. Eg er sjølv frå gard og veit at gjødsling er ein viktig innsatsfaktor for å få gode avlingar. Gjennom arbeidet med denne oppgåva har eg fått ei større innsikt i kva som påverkar kunstgjødselprisane. Mellom anna hugsar eg det store hoppet i dei norske kunstgjødselprisane i 2008, no skjønar eg betre kva som låg bak dette. Då eg fann ut at eg ville skrive om dette har eg aktivt forsøkt å tileigne meg kunnskap frå selskap som driv med kunstgjødsel. Gjennom verv i Jordbrukarlaget ved NMBU har eg fått moglegheit til å møte næringa her i landet, både i Oslo og på Herøya. Eg er takksam ovanfor YARA for denne moglegheita. Ynskjer også å takka Kingenta Ecological Engineering Group for invitasjon til Kina og besøk på produksjonsanlegga både i Linshu og Guiyang. Det har vore svært interessant å høyre tankar frå næringa, både i Noreg og i utlandet, om utfordringar og framtidsutsikter.

Eg ynskjer å takke rettleiarane mine, Ole Gjølberg og Marie Steen.

Vil også å rette ein takk til Kristian Skjerve og Magnus Reiakvam for korrekturlesing og gode innspel.

Ås, 14.12.2015

Lars Bogstad

## Innhald

Abstract .....	1
Samandrag.....	2
Forord.....	3
1. Innleiing .....	6
Utgreiing av oppgåva.....	7
2. Kva er kunstgjødsel?.....	9
Bakgrunn .....	9
Historia om kunstgjødsel.....	9
Kva er kunstgjødsel?.....	10
Komponentar i kunstgjødsel .....	10
3. Tidlegare forskning på relevante tema.....	14
Effekten av oljepris på globale kunstgjødselprisar.....	14
Kunstgjødselmarknadene og deira samanheng med råvare- og matvareprisar.....	14
Fører auiking i oljeprisen til høgare matvareprisar? .....	15
Faktorar som har ført til auka kunstgjødselprisar i USA.....	15
Overføring av pris og volatilitet mellom naturgass, kunstgjødsel og mais. ....	16
Endringar i kornareal på kort sikt, basert på matvareprisar .....	17
Utfordringar med handel og finans i den globale kunstgjødselmarknaden.....	18
Aukande kunstgjødseletterspurnad held prisen høg .....	18
4. Empiriske analyser.....	21
Informasjon om råvarene i denne oppgåva .....	21
Dickey Fuller test .....	21
4.1 Urea: Prisfølsomheit i forhold til ulike energiprisar .....	23
Bivariate korrelasjonar .....	24
Multikollinearitet.....	25
Regresjon.....	25
Lead-lag relasjonar .....	27
Konklusjonar for hypotese 1 .....	33
4.2 Påverkar kornprisane gjødselprisane, og korleis?.....	35
Bivariate korrelasjonar .....	37
Multikollinearitet.....	38
Regresjonar.....	38
Regresjon med lag.....	39

Granger-kausaltet.....	41
Konklusjonar .....	43
4.3 Prisutvikling for Urea, Fosfor og Kalium i perioden 2009 til 2014.....	45
Korrelasjon .....	45
Konklusjonar.....	47
5. Konklusjon .....	49
Referanseliste.....	51
Appendix.....	53

Figur 1 Potensiale for auking i landbruksareal (Bruinsma 2009) .....	9
Figur 2: Haber-Bosch si rolle i produksjon av syntetisk nitrogengjødsel (Blanco 2011). .....	10
Figur 3: Verdas største produsentar av urea (Erlingson 2015). .....	11
Figur 4: Prisutvikling for Urea, Aust-Europa (Group). .....	11
Figur 5: Verdas fosforreservar (Van Kauwenbergh 2010).....	12
Figur 6: Fosforittproduksjon i verda, etter region (De Ridder et al. 2012) .....	12
Figur 7: Prisutvikling (\$/t) fosforitt, Marokko frå 1970 til dag (Group).....	13
Figur 8: Prisutvikling for kaliumklorid frå 1970 til 2014 (Group).....	13
Figur 9: Prisutvikling for olje, naturgass, urea og kol, med utgangspunkt i 31. August 1990. ....	23
Figur 10: Viser kor mykje kunstgjødsel utgjer av kostnaden på plantane. (Huang et al. 2009).....	35
Figur 11: Viser prisutviklinga for soya, kveite, mais og urea i perioden august 1990 til august 2015. .	36
Figur 12: Viser prisutviklinga for Urea, Kaliumsklorid og Fosforitt mellom 1990 og 2015. ....	45
Figur 13: Tre års rullerande korrelasjon mellom kunstgjødselindeks og råvarene. ....	46
Figur 14: Prisutvikling for Urea, Kaliumklorid og Fosforitt frå 1997 til 2004.....	46
Figur 15: Rullerande standardavvik for Urea, Kaliumklorid og Fosforitt.....	47
Figur 16: Prisutvikling for Urea, Kaliumsklorid og Fosforitt, utgangspunkt i 2011.....	47

## 1. Innleiing

Temaet i denne oppgåva er kunstgjødsel. Målet er å finne ut korleis energiprisane påverkar, kunstgjødselprisen og dermed matvareprisane. Prisrelasjonar mellom energi, kunstgjødsel og landbruksprodukt vil bli undersøkt i eit forsøk på å finne samanhengar. Kunstgjødsel er eit sentralt tema for fleire aktørar, både bønder, gjødselprodusentar og forbrukarar. Temaet er ytterlegare aktualisert etter at eit FN organ, Food and Agriculture Organization of the United Nations, i 2009 gav ut ein rapport der dei peika på at etterspurnaden etter mat vil auke med 70% innan år 2050 (FAO 2009). Dei neste 35 åra har ein difor to alternativ, ein må produsere meir mat per arealeining, eller produsere mat på meir areal. Ein kombinasjon av desse er nok mest sannsynleg.

Eg vil i denne oppgåva fokusere på tre forskjellige problemstillingar. Først ynskjer eg å teste energisida av kunstgjødselprisen, altså korleis prisen på kunstgjødsel vert påverka av energiprisar. Fleire har før meg undersøkt om energiprisar påverkar kunstgjødselprisane, eg ynskte difor å sjå på dette frå ein litt anna vinkel, nemleg å finne forskjellar mellom energikjeldene. Vidare vil eg sjå på den andre sida av kunstgjødsel, nemleg landbruksida. Kunstgjødsel er ein svært viktig innsatsfaktor i dagens landbruk. Tidlegare har mellom anna Ott (2012) undersøkt og konkludert med at matvareprisar forårsakar kunstgjødselprisar. Eg ynskte, som under den første problemstillingar, å sjå på forskjellar mellom landbruksprodukt og finne ut om nokon av desse påverkar kunstgjødselprisen i større grad enn andre. Til slutt vil eg ta føre meg tre forskjellige kunstgjødselprodukt for å sjå om prisane på desse oppfører seg på same måte. Eg har i dei to første hypotesene late urea vere representant for kunstgjødsel. Målet med denne hypotesa er å sjå om resultatata frå desse testane kan overførast til kunstgjødsel generelt.

### *Urea: Prisfølsomheit i forhold til ulike energikilder.*

Hypotese: Prisen på urea er påverka av prisen på kol i større grad enn prisen på naturgass og olje.

Total ureaproduksjon i verda var i 2013 på 170 millionar tonn. Kina sto for 68,1 millionar tonn av denne produksjonen, etterfølgt av India (23,2), Indonesia (6,7), USA (6,5) og Russland (6,4) (Erlingson 2015). Urea er verdas største nitrogenprodukt og har difor ein sterk innverknad på den globale nitrogenprisen. I Kina brukar dei i stor grad kol som energikjelde i ureaproduksjonen. Dette skjer ved gassifisering av kol, som deretter blir brukt til å produsere urea og andre nitrogenprodukt. Den viktigaste drivaren for dette er høge naturgassprisar. Nyhus og Erlingson (2015) hevdar difor at botnprisen på urea er bestemt av kolprisen i Kina.

I denne delen av oppgåva vil eg sjå på prisrelasjonane mellom olje, naturgass, kol og urea. Eg vil teste Nyhus og Erlingson sin påstand om at kolprisen er viktigare for ureaprisen enn det prisen på olje og naturgass er. Det har tidlegare vore naturleg å tenkje at prisen på olje og kol følgjer kvarandre ganske tett, men det stemmer ikkje nødvendigvis heilt, spesielt viss vi ser på perioden etter år 2010.

For å teste denne hypotesa vil eg nytte meg av fire verktøy. Eg vil sjå etter bivariate korrelasjonar, kjøre regresjonar utan tidslag, sjå etter lead-lag relasjonar og teste for . Ved hjelp av desse testane vil eg kunne avdekke samanhengar både same periode og mellom periodane.

## *Påverkar kornprisane gjødselprisane, og korleis?*

Hypotese: Soyabønner påverkar prisen på urea i mindre grad enn kva mais og kveite vil gjere.

Den andre hypotesa handlar om landbruksprodukt og deira påverknadskraft på gjødselprisane. Mellom anna Ott (2012) har sett på kornprisar og konkludert med at desse er med på å forårsake kunstgjødselprisane. I denne delen vil eg sjå på prisen på soyabønner og finne ut om denne beveggar seg annleis enn mais og kveite i forhold til urea. Soyabønner er ikkje per definisjon eit kornslag, men eg vil likevel for enkelheits skuld omtale det som dette. Soyabønner er ein erteplante og erteplantar har den eigenskapen at dei klarar å fikse nitrogen sjøve. Det er ikkje vanleg å gjødsle desse plantane med nitrogengjødsel i like stor grad som andre plantar. Biologisk nitrogenfiksering ved hjelp av rhizobia-bakterien står gjennomsnittleg for 50-60% av den naudsynte mengda nitrogen (Salvagiotti et al. 2008). Eg vil under problemstillinga nytte økonomiske modellar for å teste prisrelasjonar mellom urea og kornprodukta for å finne ut om prisen på nokon av kornsortane er betre eigna til å predikere gjødselprisen i framtida enn andre.

## *Prisutvikling for urea, fosfor og kalium i perioden 2009 til 2014.*

Hypotese: Urea, fosfor og kalium har hatt ei lik prisutvikling i perioden 2009 til 2014

I tillegg til desse to hypotesane ynskte eg å ha eit tredje delkapittel der eg såg på forskjellige kunstgjødselprodukt. I dei to føregåande hypotesane nytta eg urea som representant for kunstgjødsel. Grunnen for dette er at det har vore lite bevegelse i kunstgjødselprisane og at urea er det produktet som har hatt mest bevegelse. Dei seinare åra har det derimot blitt meir bevegelse og eg ynskte å finne ut om prisane på dei forskjellige kunstgjødselsortane har oppført seg nokså likt. Weber et.al (2014) undersøkte desse samanhengane fram mot matvarepriskrisa i 2008/2009. Eg ynska å sjå på perioden etter dette og fram til i dag. Eg valde eit produkt frå kvar av dei tre store ingrediensane i NPK.

## **Utgreiing av oppgåva**

I oppgåva vil eg nytte olje, gass og kol som referansar for energi. For kunstgjødsel vil eg hovudsakleg sjå på urea, som er den viktigaste nitrogenkjelda innanfor kunstgjødselindustrien. Eg nyttar meg av urea fordi prisen på fosfor og kalium har vore stabil i lang tid. Eg vil også presentere kalium og fosfor, og seie noko om marknadssituasjon for desse produkta. Mot slutten av oppgåva vil eg også sjå på prisforholdet mellom dei tre viktige kunstgjødselråvarene. Som referanse for landbruksprodukt vil eg nytte meg av mais, kveite og soyabønner.

Deretter vil eg kort introdusere kunstgjødsel og kunstgjødselindustrien. Eg vil starte med å presentere situasjonen for kunstgjødsel i dag. Deretter vil eg kort sjå på historia til kunstgjødsel og korleis produksjonen har utvikla seg. Deretter vil eg presentere nitrogen, fosfor og kalium, som er dei tre viktigaste næringsstoffa i kunstgjødsel. Eg vil vise prisutviklinga for desse produkta og seie noko om marknadssituasjonen.

Vidare vil eg sjå på tidlegare forskning som er relaterte til mine problemstillingar. Eg vil presentere dette i eit eige kapittel. Eg vil ta utgangspunkt i forskning som på forskjellige måtar omhandlar prisrelasjonar til kunstgjødsel, både mot energi og landbruksprodukt. Eg vil også sjå på forskning som omhandlar kunstgjødselmarknaden og utfordringar knytt til denne. Eg vil også presentere noko forskning som omhandlar prisrelasjonar mellom energi og matvarer for å vise samanhengar utanom



kunstgjødsel. Til slutt vil eg presentere eit samandrag av denne tidlegare forskinga på ein oversiktleg måte.

Deretter vil eg dedikere eit kapittel til testdelen av oppgåva. Eg vil ta føre meg hypotesene kvar for seg og teste desse med relevante statistiske og økonometriske modellar. Eg vil presentere desse modellane og resultatata etter kvart som dei vert aktuelle. I kvart delkapittel vil eg oppsummere resultatata og presentere ein konklusjon på den aktuelle hypotesa.

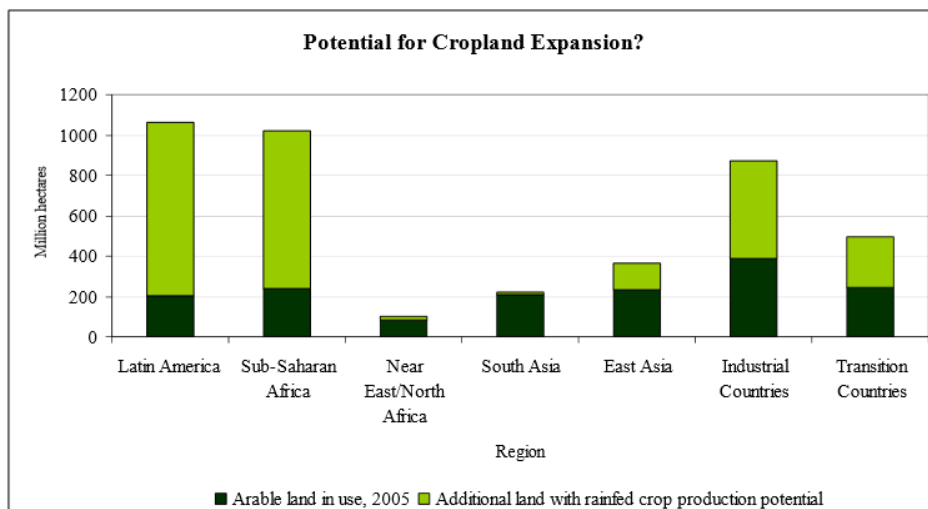
Formålet med denne oppgåva er å gjere lesaren betre i stand til å skjønne kva rolle kunstgjødsel spelar i dei globale råvaremarknadene. Eg vil forsøke å påvise relasjonar mellom kunstgjødsel og andre råvarer. Målet er at oppgåva skal gje ei god oversikt som skal kunne vere til nytte for både bønder, produsentar av kunstgjødsel og andre landbruksinteresserte lesarar. Oppgåva er meint til å samle informasjon frå eksisterande litteratur og deretter utfylle denne med nye analysar og fokusområde.

Avslutningsvis vil eg kome med eit konkluderande kapittel. Eg vil presentere dei viktigaste funna og vise om hypotesane mine er styrka eller svekka.

## 2. Kva er kunstgjødsel?

### Bakgrunn

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) sitt matvareprogram seier at etterspurnaden etter mat vil auke med 70% innan 2050. Dette vil seie ein milliard tonn med korn og 200 millionar tonn kjøtt (FAO 2009). Verda har store landreservar som kan bli gjort om til landbruksareal, problemet er at mange av desse landområda ligg i nokon få latinamerikanske land eller i land sør for Sahara. I desse landa er det store problem med infrastruktur og det vert vanskeleg å ta i bruk desse areala på kort sikt. FAO anslår at landbruksarealet i verda vil auke med 700 millionar hektar fram mot år 2050. Dette tilsvarar ein auke på 5%. Landbruksarealet vil auke med 70 millionar hektar i utviklingsland medan 50 millionar hektar vil bli omdisponert i andre land.



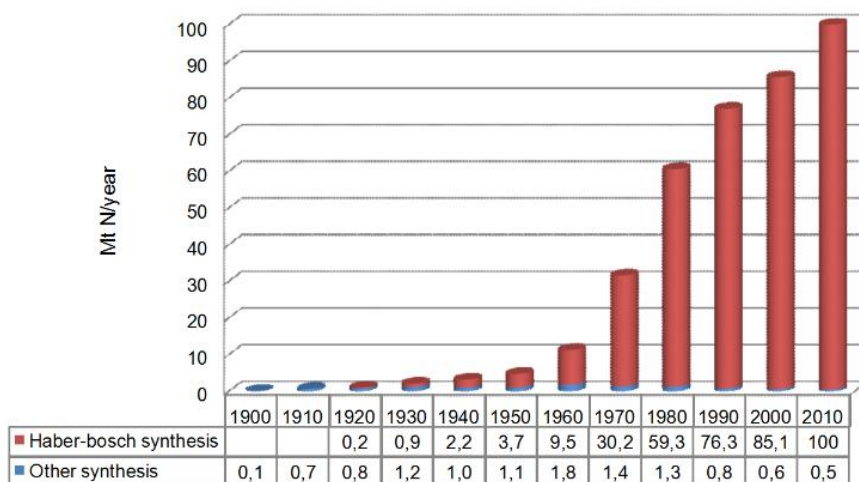
Figur 1 Potensiale for auking i landbruksareal (Bruinsma 2009)

Dette betyr at ein må utnytte areala mykje meir effektivt dersom ein skal kunne produsere nok mat til å fø verdas befolkning. Økologisk landbruk krev større areal enn konvensjonelt landbruk, ein er difor avhengige av å bruke kunstgjødsel dersom ein skal utnytte areala best mogleg (Tunmo 2011). Kunstgjødsel vil difor ha ei nøkkelrolle i landbruket, også i framtida. I og med at avlingane må auke er det også naturleg at etterspurnaden etter kunstgjødsel vil auke tilsvarande.

### Historia om kunstgjødsel

På slutten av 1800-talet var verdas naturlege kjelder av salpetergjødsel i ferd med å gå tomme (Galloway et al. 2013). Salpeter eller kaliumnitrat ( $KNO_3$ ) var ein veldig viktig kjelde til nitrogen før denne tid. Ein trengde difor tilgong på meir nitrogen. Kunstgjødsel vart mogleg etter at Kristian Birkeland i samarbeid med Sam Eyde utvikla Birkeland-Eyde metoden i 1904. Året etter vart Norsk Hydro etablert. Norsk Hydro starta verdas første kunstgjødsel fabrikk på Rjukan i 1905. Denne fabrikk vart deretter erstatta av ein større fabrikk på Notodden.

I 1920-åra var det kome ein meir effektiv måte for å framstille ammoniakk, denne metoden vart kalla Haber-Bosch-metoden. Norsk Hydro bytta til denne metoden i 1929 når ein oppretta ein ny fabrikk på Herøya i Porsgrunn. Herøya-anlegget vart deretter Noregs største industriarbeidsplass. Haber-Bosch-metoden har mogleggjort masseproduksjon av syntetisk kunstgjødsel, som står for 50% av dagens matproduksjon (Galloway et al. 2013).



Figur 2: Haber-Bosch si rolle i produksjon av syntetisk nitrogengjødning (Blanco 2011).

## Kva er kunstgjødning?

Kunstgjødning er industrielt framstilt gjødning. Innsatsfaktorane er vanlegvis naturgass, bergartar og salt med høgt innhald av plantenæring. Bearbeidinga består gjerne av formaling av naturlege mineral, eventuelt følgt av oppriking ved omkrystallisering eller flotasjon. Nemninga kunstgjødning er noko upresis då næringsstoffa i kunstgjødning ikkje er kunstige, men alle formene finst naturleg. Det vert difor ofte kalla mineralgjødning (Bjørnå 2014).

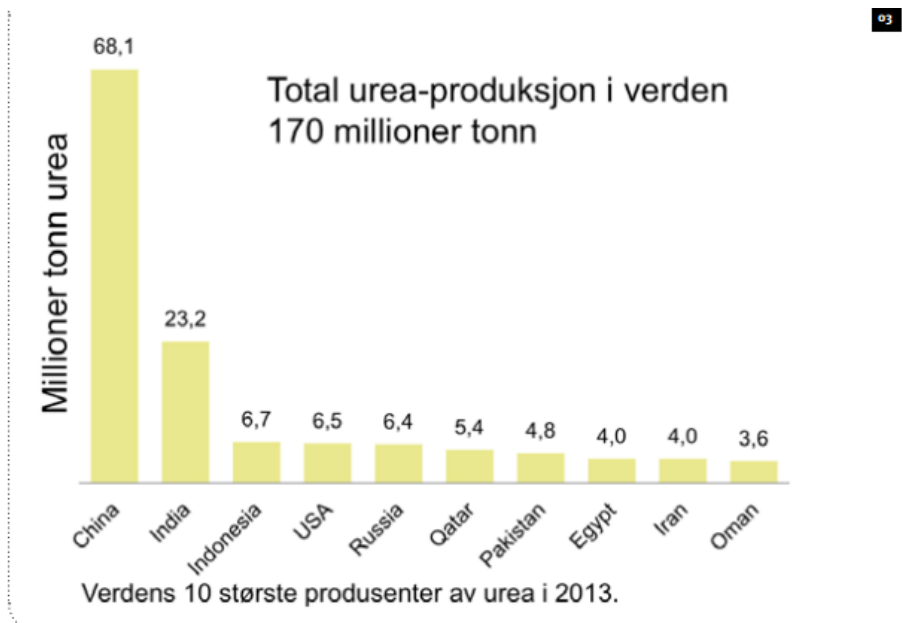
Fullgjødning, eller NPK, består av tre store ingrediensar, dette er nitrogen, fosfor og kalium. Tilgangen på desse næringsstoffa i form av kunstgjødning er ein av dei viktigaste faktorane når ein tenkjer på global mattryggleik.

## Komponentar i kunstgjødning

### Nitrogen

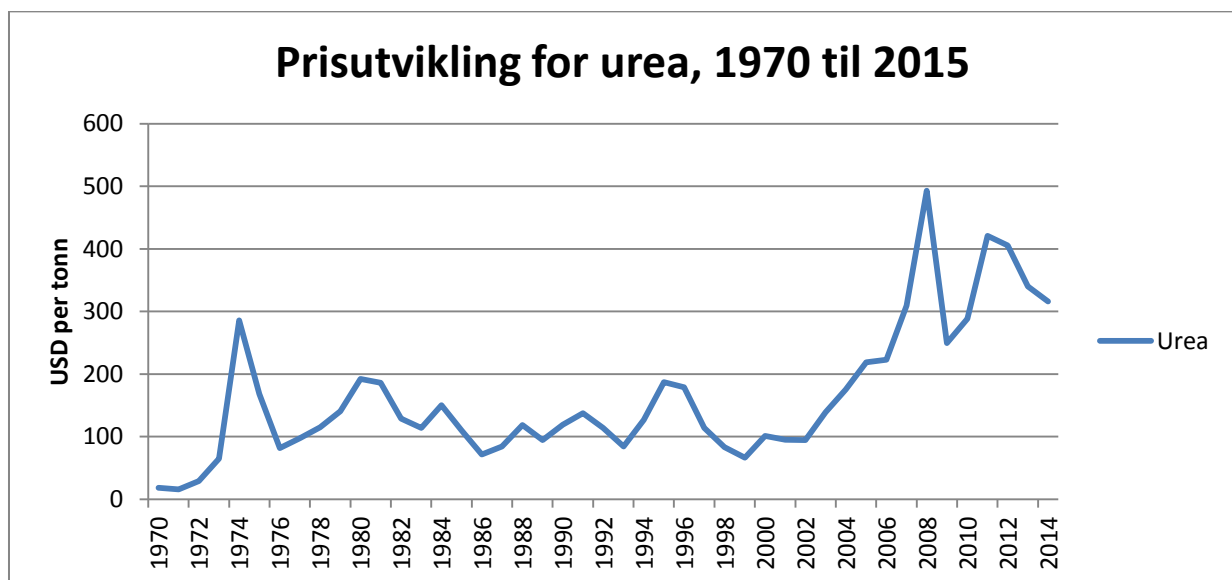
Nitrogen (N) tilgjengelegheit er ein nøkkelingrediens i mat, fôr og fiberproduksjon. Nitrogengjødning er ein av dei viktigaste grunnane til at ein har tredobla den globale matproduksjonen på dei siste femti åra av det førre århundret. I 1950 var den totale kornproduksjonen i verda på 631 millionar tonn. I år 2000 var denne 1840 millionar tonn. Frå 1962 til år 2001 auka den årlege produksjonen av nitrogengjødning frå 13.5 til 86.4 millionar tonn (Mosier et al. 2013).

Nesten all nitrogengjødning er basert på ammoniakk. Ammoniakken vert syntetisert frå nitrogen og hydrogen. Nitrogenet vert henta frå lufta medan hydrogenet er produsert frå naturgass, olje eller kol.



Figur 3: Verdas største produsentar av urea (Erlingson 2015).

Urea er det viktigaste nitrogenproduktet i verda, med sin høge verdi på 46% N. Kina er den suverent største og den viktigaste produsenten av Urea. I år 2011 var den totale nitrogenproduksjonen i verda på 111 millionar tonn, ekskludert industriell bruk. Urea utgjør 56% av den årlege nitrogenproduksjonen (Erlingson 2015).



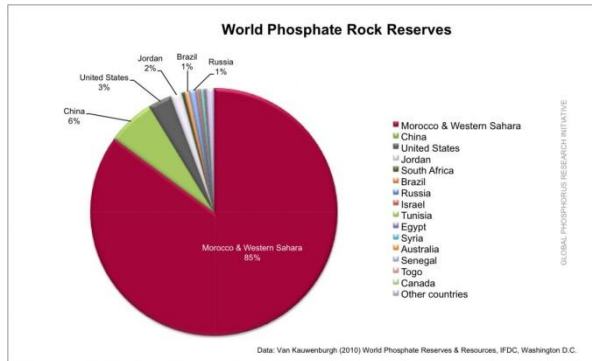
Figur 4: Prisutvikling for Urea, Aust-Europa (Group).

Grafen over viser korleis ureaprisen har utvikla seg frå år 1970 og fram til i dag. Der er det teke utgangspunkt i Urea f.o.b (free on board) Svartehavet. Prisen er gjeven i dollar per tonn.

I Europa brukar vi mest ammoniumnitrat (AN), fordi dette har betre verknadsgrad enn urea i vårt klima. Prisane for alle nitrogenprodukt har historisk sett vore tett knytte til verdsmarknaden for urea. Importen av urea til Europa har i stor grad kome frå Nord-Afrika og Svartehavet (Erlingson 2015).

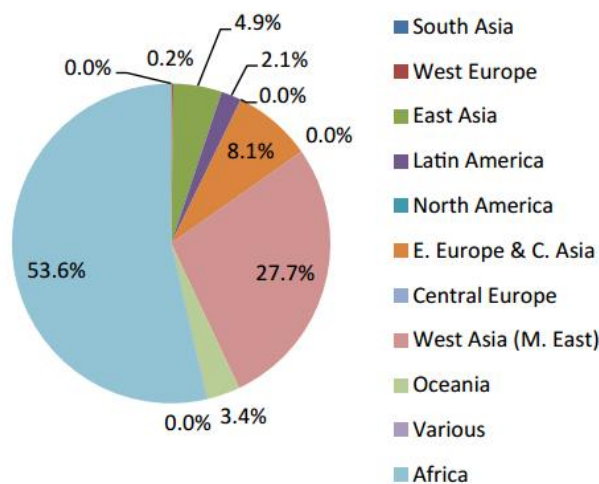
## Fosfor

Fosfor vert teke ut av fosforittsteinen. Fosfor er rekna som ein strategisk ressurs fordi den er avgrensa og fordi produksjonen kjem frå veldig få land. Marokko, inkludert Vest-Sahara, sit på ca 85% av verdas fosforreservar. Mange har uttrykt ei bekymring for at verda vil gå tom for fosfor. Dagens estimat varierer mellom 15 billionar tonn og 65 billionar tonn. Sjølv om Marokko sit på størstedelen av verdas fosforreservar er det over 70 land som har påviste reservar. Det finst inga sjølvstendig datakjelde når det kjem til fosforreservar og det finst ingen global einigheit om å overvake kor mykje som vert henta ut verda over (Malingreau et al. 2012).



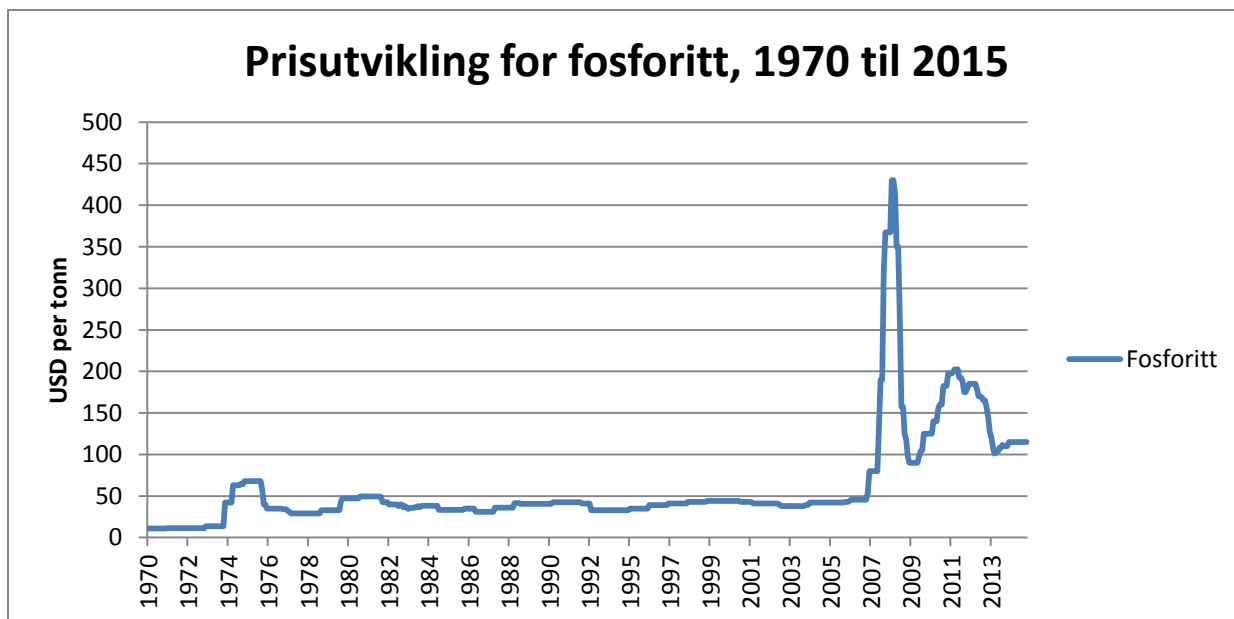
Figur 5: Verdas fosforreservar (Van Kauwenbergh 2010)

## Fosforitteksport i verda, etter region



Figur 6: Fosforittproduksjon i verda, etter region (De Ridder et al. 2012)

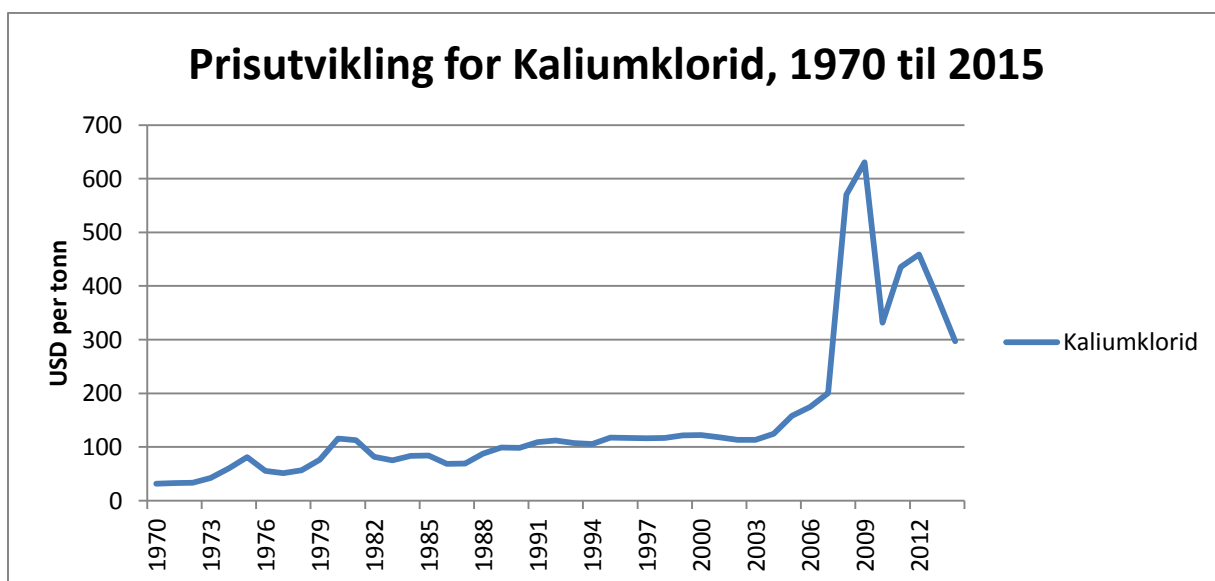
Kina er den største produsenten av fosforitt, etterfølgt av USA. Grunna stort innanlands forbruk kjem likevel størsteparten av eksporten frå Afrika (De Ridder et al. 2012).



Figur 7: Prisutvikling (\$/t) fosforitt, Marokko frå 1970 til dag (Group).

## Kalium

Kalium blir utvinne frå pottaske, eller kaliumkarbonat. Det er ingenting som tydar på at ein vil få mangel på kalium i overskueleg framtid, den største bekymringa er at 2/3 av verdsproduksjonen skjer i Canada, Russland og Kviterussland. 80 % av verdsproduksjonen blir utført av 8 selskap, det er difor begrensa konkurranse (Malingreau et al. 2012). I tillegg til desse åtte store produsentane er det to marknadsselskap, Canpotex og BPC, som dominerar verdshandelen. Det vert peika på likheitstrekk mellom korleis desse to selskapa opererar og korleis OPEC opererar innanfor olje (D'Altorio 2010).



Figur 8: Prisutvikling for kaliumklorid frå 1970 til 2014 (Group).

### 3. Tidlegare forskning på relevante tema

#### Effekten av oljepris på globale kunstgjødselprisar

I dette kapitlet vil eg sjå på tidlegare forskning innanfor relevante tema. Eg vil byrje med å sjå på eit paper av Chen, Chang, Chen og McAleer (2010), dei har sett på kva effekt prisen på råolje har på dei globale kunstgjødselprisane, både i gjennomsnitt og i volatilitet. Dei har brukt økonomiske verktøy for å samanlikne prisrelasjonar mellom råolje og seks forskjellige globale kunstgjødselprisar. Dei har teke utgangspunkt i vekesprisar for perioden 2003-2008. Deira undersøkingar viste at det fanst Granger-kausaltet mellom råolje og MAP, urea, ammonium, fosforsyre og MOP. Det betyr at oljeprisen kan brukast til å predikere prisen på desse gjødselsortane. Det var derimot ingen Granger-kausaltet mellom råolje og fosfatstein på 5% signifikansnivå. Dette er kanskje ikkje so rart, sidan utvinning av fosforitt ikkje er energikrevjande. Dette paperet viser også at volatiliteten i råoljeprisane har auka den seinare tida. Dette har også ført til at volatiliteten i kunstgjødselprisane har auka. Dei peikar på at det difor er truleg at det kan føre til framtidig ustabilitet i prisen på landbruksprodukt (Chen et al. 2010). Det må nemnast at denne forskinga tok utgangspunkt i ein veldig ustabil periode. Tidsintervallet dei såg på enda i 2008. I 2008 var den globale matvarekrise, då alle prisar gjekk opp. Dette var ein spesiell situasjon, og det er vanskeleg å vite kor mykje ein skal lese ut av det. Dette gjer det også problematisk å bruke talmateriale frå denne perioden når ein skal berekne prisar i andre periodar.

#### Kunstgjødselmarknadene og deira samanheng med råvare- og matvareprisar.

Vidare vil eg sjå på Ott (2012), målet i denne studien var å sjå på tre hovudpunkt når det kom til samhandlinga kunstgjødselmarknadene har med mat- og energimarknadene. Han såg på korleis spekulasjon påverkar kunstgjødselprisane, samhandling mellom matvaremarknader, kunstgjødselmarknader og energimarknader og til slutt volatiliteten i kunstgjødselprisane. Ott fann bevis for spekulativ åtferd i kunstgjødselmarknaden, men spekulasjon i futuresmarknaden kan ikkje vere grunnen. Dette er fordi futuresmarknaden for kunstgjødsel er veldig marginal, den utgjør berre 6 tonn av 170 000 tonn. Ott peikar på at futuresmarknaden er veksande, men at dette mest sannsynleg er på grunn av hedging og ikkje spekulasjon. Ott meiner også at spekulasjon i mat- og energimarknadene kan skape bobler i kunstgjødselmarknadene og at dette er noko som bør undersøkjast vidare. Vidare fann Ott klare samanhengar mellom kunstgjødsel- og matprisar. Han meiner at matprisane forårsakar kunstgjødselprisane. Han meiner også at der er klare samanhengar mellom energiprisar og kunstgjødselprisar og at energiprisane forårsakar kunstgjødselprisane. Dette gjeld spesielt for nitrogen, men også til ei viss grad for fosfor og kalium. Ott peikar på ei veldig uelastisk tilbodskurve for kunstgjødsel, det tek 5 til 10 år frå du byrjer å byggje til produksjonskapasiteten kjem inn på marknaden. Usikkerheita rundt dei låge lagertala i 2007 kan kanskje vere den største grunnen til at kunstgjødselprisane steig på den måten dei gjorde. Til slutt viser Ott at volatiliteten i energi-, mat- og kunstgjødselprisane bevegar seg likt i ein periode der energiprisen går oppover. I ein periode med nedgåande energiprisar er denne volatiliteten ulik (Ott 2012).

## **Fører auking i oljeprisen til høgare matvareprisar?**

Baumeister og Kilian (2014) undersøkte om auking i oljeprisen fører til auking i matvareprisane. Dei peikar på at USA sin biodrivstoff-politikk i stor grad har vore assosiert med prisveksten på mais sidan 2006. Dei fann også ut at eit olje-sjokk som innebar 1% vekst, ville føre til at prisen på mais følgde etter eit år seinare med 0.5%, dette førte også til ein 0.05% auke i butikkprisane for forbrukarane i USA. Oljeprisen påverkar matvareprisane på to måtar, den eine er gjennom verdiauken på avlingane ved at desse kan brukast som biodrivstoff. Den andre er at olje også er ein viktig input i landbruket, ved at den driv maskiner og også at ein seinare treng energi til prosessering av landbruksvarene. Dei peikar også på at oljeprisen til ei viss grad påverkar kunstgjødselprisane, som er ein av dei viktigaste faktorane i landbruksproduksjon. Studiane viser at det ikkje har vore ein auke i volatiliteten på matvareprisane dei siste åra, berre på kveite kunne ein finne ein liten auke, men denne verkar å vere idiosynkratisk og ikkje systematisk (Baumeister & Kilian 2014). Dette vert støtta av Garderbroek og Hernandez (2012) som tok utgangspunkt i mais, etanol og råolje. Sjølv om dei fann enkelte indikasjonar på at volatiliteten kan smitte over frå mais til etanol so er det ingenting som tydar på at denne effekten kan overførast til matvareprisar generelt (Gardebroek & Hernandez 2012). Også Alghalith (2010) har sett på dette. Med utgangspunkt i Trinidad og Tobago, som er ein oljedreven økonomi, og tal frå 1974 til 2007. Alghalith sitt hovedfunn var at ein auke i volatiliteten i oljeprisen fører til ein auke i matvareprisen (Alghalith 2010).

## **Faktorar som har ført til auka kunstgjødselprisar i USA**

Huang (2009) tek føre seg kunstgjødselprisane i USA i perioden 2002 til 2008. USA har blitt meir avhengige av å importere kunstgjødsel. I perioden 1999-2009 har det vore ein nedgang i USA sine produksjonskapasitetar på både nitrogen, fosfor og kalium. Som ei følge av dette har ein blitt stadig meir avhengige av å importere nitrogen og kalium for å møte den nasjonale etterspurnaden. Naturgass, som er den viktigaste innsatsfaktoren for å produsere ammoniakk har hatt ein kraftig prisvekst i denne perioden. Dette har ført til at mange ammoniakkfabrikkar i USA vart lagt ned og i perioden 1999 til 2008 vart USA sin kapasitet redusert med 42%, frå 20.2 millionar tonn til 11.7 millionar tonn. USA er verdas produsent av fosforgjødsel, men produksjonen av fosforsyre gjekk i same periode ned med 13% frå 13.8 millionar tonn til 12.0 millionar tonn. Samtidig gjekk produksjonskapasiteten ned med 23%. Når det gjeld kalium står USA for produksjonen av 16% av det nasjonale forbruket, resten kjem frå import. Denne produksjonen har vore ganske flat, og det har ikkje vore særlege endringar i produksjonskapasiteten. (Huang 2009).

Huang viser til ein auke i transportkostnaden for kunstgjødsel som ein av dei viktigaste faktorane i ein prisauke på kunstgjødsel. Til dømes står transporten av 22% av kostnaden til ammonium frakta frå Trinidad og Tobago til Gulfkysten og meir enn 50% på ammonium frakta frå Russland til Gulfkysten. Huang peikar også på at produsentane av kunstgjødsel ofte er konsentrert i enkelte område og at det kjem til å bli meir konsentrert, transportkostnader kan difor bli meir viktig i framtida. Andre viktige faktorar er aukande energikostnader. Han peikar på at naturgass er den viktigaste prisdrivaren for nitrogen medan prisen på elektrisitet og råolje kan føre til høgare produksjonskostnad og prisar for fosfor og kalium. Han peikar også på ein vedvarande positiv korrelasjon mellom naturgass- og råoljeprisar. Huang viser også korleis valutakursar er veldig viktig for prisen, i perioden 2003 til 2008 sakk dollaren mot dei fleste andre valuta, sidan dei samtidig vart meir avhengige av import vart gjødsel naturleg nok dyrare på grunn av dette. Også Erlingson og Nyhus (2015) peikar på valutakursar som ein av dei viktigaste faktorane som avgjer prisen på



kunstgjødsel ut til forbrukaren. I Noreg har dette vorte ytterlegare stadfesta av den seinare tids valutasvekking. Vidare påpeikar Huang på sterke eksportorganisasjonar, til dømes CANPOTEX, som er ein kanadisk eksportorganisasjon for kalium. Canada beskyttar sine eksportørar ved å frita dei frå kanadisk konkurranselov. Det same gjeld i USA der eksportørar av fosfor har lov til å prate med kvarandre om prissetting av fosfor til eksport. Den siste faktoren Huang viser på tilbodssida er den aukande konsentrasjonen i kunstgjødselindustrien. Canada, Russland og Kviterussland kontrollerer mesteparten av det globale tilbodet på kalium, medan USA og Kina dominerar på fosfor. I USA kontrollerer tre selskap 80% av den nasjonale produksjonen av fosfor, produksjonsbeslutningar frå desse tre selskapa har ein direkte effekt på fosforprisane (Huang 2009).

På etterspurnadssida er veksten i populasjon og økonomi ein av dei største prisdrivarane. Frå 2006 til 2008 var det ein årleg vekst på 4.2% i det globale kunstgjødselforbruket. Dette er over ei dobling i forhold til den årlege veksten på 1.7% frå 1995 til 2005. I tillegg vert det brukt meir fosfor og kalium i industrien, og dette gjer at auken i forbruk er større enn auken i produksjon. Handelsrestriksjonar er også ein viktig faktor, i april 2008 annonserte Kina ein spesiell eksportskatt på 100% på kunstgjødsel. Dette førte til at eksportavgiftene på urea, DAP og MAP var 135%, medan avgiftene på urea vart auka vidare til 185%. Kina var i 2007 den største eksportøren av både fosfor og urea og har difor stor marknadsmakt. Mange land subsidierar kunstgjødsel, dette er eit sikkerheitstiltak som skal redusere risikoen for matmangel. Dette gjeld mellom anna både India (store subsidiar) og Kina (fast pris). Det fører til at desse landa ikkje reduserar sin etterspurnad etter kunstgjødsel sjølv om prisen aukar. Høge matvareprisar fører til stor etterspurnad etter kunstgjødsel og dermed høgare prisar, men Huang peikar på at kunstgjødselprisen ikkje bevegar seg i tandem med matvareprisane. Frå 2000 til 2006 førte aukande energiprisar til ein prisauke på kunstgjødsel, denne prisauka var høgare enn prisauken på mat. Frå september 2007 til mai 2008 auka derimot matvareprisane og dei drog med seg kunstgjødselprisane, medan prisen på naturgass var relativt flat. Frå mai 2008 sokk prisen på kveite og mais, medan råvareprisane for fosfor, kalium og nitrogen opplevde ein stor auke (Huang 2009). Huang, McBride og Vasavada påpeikar i ein rapport på at med kunstgjødselprisane ein såg i 2008 so vil det kanskje ikkje lenger lønne seg å drive like intensivt landbruk som ein gjer mange plassar (Huang et al. 2009).

### **Overføring av pris og volatilitet mellom naturgass, kunstgjødsel og mais.**

Etienne, Trujillo-Barrera og Wiggins undersøkte i ein studie korleis pris og volatilitet på naturgass, kunstgjødsel, her representert ved ammoniakk, og mais heng saman. I denne studien vart det brukt ein VECM-modell følgt av ein MGARCH-modell. Målet var å undersøkje prisdynamikken mellom naturgass, kunstgjødsel og mais på kort og lang sikt, i tillegg til volatilitetssmitte mellom marknadene. Dei tok utgangspunkt i vekentlege prisar frå 1994 til 2014. Dei fann store samanhengar mellom kunstgjødsel og mais, men berre ein liten samanheng mellom desse to produkta og naturgass i perioden 1994 til 2014. Det er ikkje berre ein positiv relasjon mellom kunstgjødsel og mais på kort sikt, men også på lang sikt reagerar dei likt. I perioden 2006 til 2014 fann dei ingen signifikant samanheng mellom naturgass og kunstgjødsel eller mais. Det var derimot ein sterk samanheng mellom mais og kunstgjødsel både i pris og volatilitet (Etienne et al. 2015).

Denne studien peikar på nokon av dei same poenga som Huang (2009), med at kunstgjødselprisen i USA kan vere sterkt påverka av transportkostnader. Mange nitrogenprodusentar i USA la ned

fabrikkane sine før 2008. Dagens produsentar klarar difor ikkje å møte den aukande etterspurnaden. USA har difor blitt verdas største importør av nitrogengjødsel, ca 50% av sitt forbruk. Dette fører til at sjølv om det er naturgass som er den viktigaste råvara i produksjon av ammoniakk so er ammoniakkprisen under direkte påverknad av råoljeprisen på fleire måtar. Denne studien fann også at volatiliteten i råolje påverkar variansen i prisen til kunstgjødsel og mais i større grad enn det naturgass vil gjere. Dei fann ein positiv korrelasjon mellom ammoniakkprisen og både råolje- og maisprisen på lang sikt (Etienne et al. 2015).

Det vert peika på at naturgassmarknaden har utvikla seg veldig sidan 2007, sidan det har kome til nye teknologiar som horisontal boring og hydraulisk oppsprekking (fracking). Som følge av denne naturgassrevolusjonen i USA anslår forfattarane at produksjonen av nitrogengjødsel vil auke i USA. Naturgass blir oftast frakta i rør og det fører difor til lokale forskjellar i pris, ein lågare pris i USA vil gjere det meir attraktivt for utanlandske produsentar å flytte produksjonsfasilitetar dit. Dei påpeikar at dette ikkje vil skje på kort sikt, men heller på lenger sikt. Funna i denne studien bekreftar funna i Ruder og Bennion (2013) om at dei strukturelle endringane i naturgassindustrien faktisk har redusert linken mellom naturgassprisar og prisen på mais og kunstgjødsel. Forfattarane meiner at dette er på grunn av kunstgjødselprodusentane sin avgrensa kapasitet og dermed avgrensa moglegheit til å utnytte revolusjonen i naturgassmarknaden. Til slutt peikar studien på stor marknadsmakt i kunstgjødselindustrien, og at aktørane i stor grad kan bestemme prisane. Dette fører til at prisane på kunstgjødsel ikkje alltid reflekterer marknaden (Etienne et al. 2015).

Kenkel (2010) har også sett på volatiliteten i kunstgjødselprisen, han meiner at global handel aukar prisvolatiliteten i marknaden. Med fokus på USA peikar han på nye faktorar som påverkar kunstgjødselprisen i USA. Fleire andre har også vist korleis USA har redusert sin produksjonskapasitet på nitrogen og kalium. Men dette gjeld ikkje berre for USA, land brukte gjerne å sjå på nasjonal kunstgjødselproduksjon som ein del av mattryggleiken. Dei seinare åra har det blitt meir privatisering av kunstgjødselselskap, og det har også vore store oppkjøp på verdsbasis. Dette fører også til meir handel av kunstgjødsel på tvers av landegrensene. Kenkel grunnjev den auka volatiliteten med auka transportkostnader og politiske avgjersle i andre land. At enkelte land subsidierar kunstgjødsel fører til at bøndene ikkje tilpassar seg prisen, dermed vil volatiliteten auke. Kenkel trur at det i framtida kan bli endå høgare volatilitet i kunstgjødselprisen. Akkurat som matprisar er kunstgjødselprisen sensitiv til skift i tilbod og etterspurnad. Kunstgjødselprisen er knytt til mange globale faktorar som global etterspurnad etter mat, fraktprisar, politiske avgjersle og valutarisiko. Den forlengta leveringskjeden fører til at produsentane må vurdere etterspurnaden seks til ni månader før kunstgjødselen skal brukast. Til slutt peikar Kenkel på at kunstgjødselprisen i lange periodar kan vere relativt stabil, men at den vil vere sensitiv for sjokk. Kenkel anslår at nitrogenprisen vil vere meir volatil enn fosfor- og kaliumprisen (Kenkel 2010).

### **Endringar i kornareal på kort sikt, basert på matvareprisar**

Haile, Kalkuhl og Von Braun har sett på volatilitet og korleis det påverkar vurderinga rundt kva avlingar ein skal plante. Dei fann at prisane på kort sikt hadde lite å seie for kva avlingar bøndene valde. Globalt responderar ein meir på årlege prisar enn månadlege prisar i desse beslutningane. Dei fann at mais og soyabønner responderar meir på kort sikt, med eigenpriselsastisitet på 0.17 og 0.24, til samanlikning har kveite 0.07 og ris 0.03. Denne studien fann også at det globale kveiteareal responderar negativt på høgare volatilitet. Samtidig fører auka kveiteareal til meir ustabile mais- og soyabønneprisar. Høgare volatilitet har negativ innverknad på kveite-, mais- og risareal, men ingen

innverknad på soyabønneareal. Dette tyder på at det er ein viss risikoaversjon blant produsentane av kveite, mais og ris. Det tydar også på at produsentar av soyabønner er villigare til å ta ein litt høgare risiko for å få høgare avkastning (Haile et al. 2013).

## **Utfordringar med handel og finans i den globale kunstgjødseleksmarknaden**

Weber, Delince et al. (2014) undersøkte handels- og finansutfordringar i den globale fosformarknaden og i kunstgjødseleksmarknadene. Dei undersøkte også kva som påverkar prisane på kunstgjødseleks. Dei fann at kunstgjødseleksindustrien i USA hadde store problem med å raskt tilpasse seg auka etterspurnad eller nedgang i internasjonal produksjon. Dei skriv også at sjølv om etterspurnaden etter kunstgjødseleks kjem til å auke, grunna auka etterspurnad etter korn, kjøt og biodrivstoff, so kjem det internasjonale tilbodet til å auke tilsvarande. Det er venta at det vil vere rikeleg tilbod innanfor alle dei tre store næringsstoffa. Afrika vil framleis vere ein stor fosforeksportør og dei vil auke sin nitrogeneksport. Samtidig vil Afrika importere all kalium. Midtausten vil framleis vere ein nøkkelprodusent av nitrogen. Amerika vil vere ein nettoimportør av nitrogen, men vere ein nøkkelleverandør av kalium. Asia vil ha ein stor auke i nitrogenkapasitetar, men framleis vere avhengig av å importere fosfor og kalium. Det blir vist til at det er ein positiv relasjon mellom globalt kunstgjødseleksforbruk og høge matvareprisar. Dette bekreftar FAO sin påstand om at dei høge matvareprisane i 2006-2007 førte til ein større etterspurnad og høgare kunstgjødseleksprisar i starten av 2007. (Weber et al. 2014)

Oljeprisen, som dobla seg mellom 2007 og 2008, påverkar kunstgjødseleksprisen og kostnaden for transporten for matvareprodusentane. Stigande energiprisar fører også til auka produksjons- og leveringskostnadar for kunstgjødseleksprodusentar. Prisen for naturgass, som blir brukt til å produsere ammoniakk steig med over 550% frå 2004-2014. Naturgass er den nest mest volatile råvare i verda og står for 90% av produksjonskostnaden innanfor nitrogengjødseleks. Ved hjelp av multivariabel regresjonsanalyse undersøkte dei samanhengen mellom fosfor, svovel, DAP, urea, kalium og kunstgjødseleksprisen. Når ein her snakk kunstgjødseleksprisen har dei teke utgangspunkt i verdsbanken sin kunstgjødseleksprisindeks. Dei undersøkte to periodar, desember 1981 til mai 2007 og juni 2007 til desember 2011. Vi veit at den andre av desse periodane var ustabil, medan den første perioden var relativt stabil. Når dei såg på heile perioden under eit viste det ein signifikant samanheng mellom alle råvarene og kunstgjødseleksprisen. I periode 1 hadde alle råvarene utanom kalium ein positiv og signifikant samanheng. I periode 2 derimot var forholdet mellom DAP og kunstgjødseleksprisen blitt negativ, medan urea og fosfor ikkje lenger hadde ein signifikant samanheng med kunstgjødseleksprisen (Weber et al. 2014).

## **Aukande kunstgjødseleletterspurnad held prisen høg**

Ruder og Bennion (2013) har sett på korleis den auka etterspurnaden etter kunstgjødseleks har påverka kunstgjødseleksprisen. 40% av kunstgjødseleksforbruket i USA går til mais, prisveksten i mais sidan 2007 har difor vore ein viktig del av forklaringa på auka kunstgjødselekspris i same periode. I USA har det også vore ein auke i maisarealet på 12,6% frå 2009 til 2013. I perioden 2007-2013 var auka etterspurnad etter mais som etanol, tørke og små kornlager dei største grunnane for prisveksten i mais. I tillegg kjem auka etterspurnad etter korn på verdsbasis på grunn av befolkningsvekst og auka etterspurnad etter kjøt. Mais er ein sentral ingrediens i dyrefôr. Høge maisprisar har som nemnd vore med på å halde prisen på kunstgjødseleks høg, men frå juni 2012 til mars 2013 gjekk prisen på kunstgjødseleks ned med 9.5%, samtidig som prisen på mange kornprodukt auka. Dette kan forklarast med den store tørka i 2012, der bøndene slutta å tilføre kunstgjødseleks på avlingar som var døyande. Dette kan

vidareførast til året etterpå, fordi kunstgjødsel som var tilført jorda ikkje ville bli teke opp av døyande plantar, og det ville heller ikkje regne vekk. Ein del kunstgjødsel kunne difor bli liggjande igjen i jorda og dermed redusere etterspurnaden eit år etterpå (Ruder & Bennion 2013).

I likheit med Etienne et al. (2015) viser Ruder og Bennion at kunstgjødselprisen etter 2010 har kobla seg ifrå naturgassprisen. Trass ein synkende pris på naturgass har USA blitt sopass avhengige av å importere nitrogengjødsel at dette ikkje vil bety særleg mykje. Skulle USA derimot få større produksjonskapasitet på nitrogengjødsel vil dette kunne endre seg i framtida (Ruder & Bennion 2013).

Forfattar(ar)	År	Konklusjonar
Chen, Chang, Chen og McAleer	2010	Effekten av oljepris på globale kunstgjødselprisar. Undersøkte perioden 2004-2008. Granger-kausaltet mellom råolje og MAP, urea, ammonium, fosforsyre og MOP. Auka volatilitet i både olje og kunstgjødselmarknadene mot slutten av perioden.
Ott	2012	Kunstgjødselmarknadene sin samanheng med råvareprisar. Fann bevis for spekulativ åtferd i kunstgjødselmarknadene. Veksande futuresmarknad på grunn av hedging. Spekulasjon i energi- og matvaremarknadene kan skape bobler i kunstgjødselmarknadene. Matvareprisar forårsakar kunstgjødselprisane.
Baurmeister og Kilian	2014	Fører auking i oljepris til høgare matvareprisar? USA sin biodrivstoffpolitikk står bak prisveksten på mais etter 2006. Oljeprisen påverkar matvareprisane på to måtar, gjennom biodrivstoff og gjennom å vere ein viktig innsatsfaktor for landbruket. Oljeprisen påverkar til ei viss grad kunstgjødselprisen.
Garderbroek og Hernandez	2012	Volatilitet mellom råolje, mais og etanol. Volatilitet kan smitte frå mais til etanol, men dette er eineståande for mais og ikkje andre matvarer.
Alghalith	2010	Samanhengen mellom matvareprisar og oljeprisar. Auka volatilitet i oljeprisen fører til auka volatilitet i matvareprisane.
Huang	2009	Faktorar som har ført til auka kunstgjødselprisar i USA. USA har fått mindre produksjonskapasitet på både nitrogen, fosfor og kalium. Auka transportkostnader for kunstgjødsel, frakt utgjør 50% av prisen for ammonium produsert i Russland og frakta til Gulfkysten. Auka energikostnader har mykje å seie. Naturgass er den viktigaste prisdrivaren for nitrogen. Prisen på elektrisitet og råolje er viktigast for fosfor og kalium. Sterke eksportorganisasjonar innanfor fosfor og kalium har mykje makt. Handelsrestriksjonar, spesielt frå Kina si side, er ein viktig faktor.
Huang, McBride og Vasavada	2009	Ved spesielt høge kunstgjødselprisar vil bønder leggje om til mindre intensivt landbruk.
Etienne, Trujillo-Barrera og Wiggins	2015	Overføring av pris og volatilitet mellom naturgass, kunstgjødsel og mais. Utgangspunkt i 1994-2014. Store samanhengar mellom kunstgjødsel og mais, men liten samanheng mellom desse produkta og naturgass. Sterk samanheng mellom mais og kunstgjødsel frå 2006-2014, både i pris og volatilitet. Produksjonen av nitrogengjødsel vil auke i USA på grunn av naturgassrevolusjon. Mykje marknadsmakt i kunstgjødselindustrien.
Kenkel	2010	Volatilitet i kunstgjødselprisen. Global handel aukar prisvolatiliteten i

		marknaden. Land ser ikkje lenger på kunstgjødselproduksjon som ein del av matvaretryggleiken i like stor grad. Volatiliteten har auka på grunn av auka transportkostnader og politiske avgjersler. Subsidiar av kunstgjødsel fører til at bøndene ikkje tilpassar seg prisane. Kunstgjødselprisen er sensitiv for sjokk. Nitrogenprisen er meir volatil enn fosfor- og kaliumprisen.
Haille, Kalkuhl og Von Braun	2013	Endringar i kornareal på kort sikt, basert på matvareprisar. Prisar på kort sikt har lite å seie for kva avlingar bøndene vel. Større respons på årlege prisar enn månadlege. Mais og soyabønner responderar meir på kort sikt, i forhold til kveite og ris. Risikoaversjon blant kveite-, mais- og risbønder.
Weber, Delince, Duan, Maene, McDaniels, Mew, Schneidewind og Steiner	2014	Utfordringar med handel og finans i den globale kunstgjødselmarknaden. Tek føre seg produksjon av kunstgjødselråvarer i forskjellige verdsdelar. Afrika vil vere ein stor eksportør av fosfor og nitrogen, men importere alt kalium. Amerika vil importere mykje nitrogen, men vere ein nøkkeleksportør av kalium. Asia vil auke nitrogenkapasitetar me vere avhengige av å importere fosfor og kalium. Energiprisar er svært viktige for kunstgjødselprisen. Naturgass er den nest mest volatile råvara i verda og den står for 90% av produksjonskostnadane for nitrogengjødsel.
Ruder og Bennion	2013	Aukande kunstgjødselsetterspurnad held prisen høg. Fokus på USA. 40% av kunstgjødselforbruket i USA går til mais, prisveksten for mais har difor vore ein viktig del av forklaringa på auka kunstgjødselpris. Mais er ein viktig ingrediens for både bioetanol og dyrefôr, etterspurnaden vert difor påverka av både energiprisar og auka etterspurnad etter både korn og kjøt. Forklarar aukande kornprisar og fallande kunstgjødselprisar mellom juni 2012 og mars 2013 med tørka i 2012. Avlingane vart mindre og prisen auka, likevel gjekk kunstgjødselprisen ned fordi kunstgjødselen vart liggjande igjen i bakken til neste sesong.

## 4. Empiriske analyser

I dette fjerde kapitlet vil eg ta føre meg hypotesane, ei etter ei. Modellane eg brukar er forankra i Woolridge (2014) og Sucarrat (2015)

Eg vil presentere modellane etter kvart som dei vert aktuelle og deretter presentere resultatane. På slutten av kvart delkapittel vil eg ha ei oppsummering og ein konklusjon. Eg vil av og til vise til prisar eller prisendringar på ei råvare berre ved å vise til råvara. I alle modellane har eg teke utgangspunkt i månadlege prisar. I nokon tilfeller er det snakk om prisar og i nokon er det snakk om prisendringar, dette er presisert ved kvar enkelt modell.

### Informasjon om råvarene i denne oppgåva

Alle datasett med kursar er henta frå Quandl.

Råvare	Produkt	Kursen er basert på	Kjelde
Olje	Brent Crude Oil	Futures	ICE
Kol	Australian Thermal Coal	Spot	IMF
Naturgass	Natural Gas, Henry Hub	Futures	CME
Nitrogen	Urea, Svartehavet	Spot	Verdsbanken
Fosfor	Fosforitt, Marokko	Spot	Verdsbanken
Kalium	Kaliumklorid, Vancouver	Spot	Verdsbanken
Mais	Mais	Futures	CME
Kveite	Kveite	Futures	CME
Soyabønner	Soyabønner	Futures	CME

### Dickey Fuller test

Eg startar med å sjekke tidsseriane for stasjonaritet. Dette er for å unngå spuriøse resultat, altså resultat som ser ut til å ha noko med kvarandre å gjere, fordi dei har ein felles trend. Dette vil vere relevant for dei testane eg seinare skal gjennomføre i denne oppgåva. For å teste for stasjonaritet brukar eg ein Augmented Dickey Fuller-test. Tidsserien min har 297 observasjonar når eg testar utan lags og 295 observasjonar når vi testar med to lags. Nullhypotesa er at tidsserien har ein einingsrot og dermed er stasjonær. Dette betyr at ein verdi i ein variabel avhengar av ein tidlegare verdi i same variabel. Dersom verdien er høgare enn kritisk verdi kan eg forkaste nullhypotesa. Ein kan sjå av tabellen under at det ikkje finst stasjonaritet i dei tidsseriane som er basert på månadlege prisendringar.

Dickey Fuller	Utan trend 0 lags	Trend 0 lags	Utan trend 2 lags	Trend 2 lags
Soyabønner	-17.691	-17.660	-10.582	-10.564
Kveite	-19.088	-19.069	-10.119	-10.112
Mais	-17.826	-17.797	-8.611	-8.596
Urea	-11.587	-11.570	-10.672	-10.659
Olje	-15.004	-14.978	-9.380	-9.353
Kol	-12.110	-12.090	-7.615	-7.601
Naturgass	-17.004	-15.984	-11.457	-11.481
<b>Kritisk verdi (1%)</b>	<b>-3.456</b>	<b>-3.988</b>	<b>-3.456</b>	<b>-3.988</b>

Tabell: Stasjonaritetstest for tidsseriane med prisendringar.

Dickey Fuller	Utan trend 0 lags	Trend 0 lags	Utan trend 2 lags	Trend 2 lags
Soyabønner	-1.959	-2.706	-2.161	-3.003
Kveite	-2.457	-2.964	-2.096	-2.505
Mais	-2.103	-2.561	-2.161	-2.693
Urea	-2.062	-2.975	-2.840	-4.296
Olje	-1.278	-2.005	-1.793	-2.947
Kol	-1.493	-1.911	-2.289	-3.171
Naturgass	-2.941	-3.622	-2.473	-3.180
<b>Kritisk verdi (1%)</b>	<b>-3.456</b>	<b>-3.988</b>	<b>-3.456</b>	<b>-3.988</b>

Tabell: Stasjonaritetstest for tidsseriane med prisar.

Som venta viser resultatane av stasjonaritetstestane at tidsseriane med prisendringar ikkje er stasjonære. Altså varierer ikkje verdien av ein observasjon ikkje av tidlegare verdiar i same observasjon. Når eg testa for stasjonaritet i tidsseriane med prisar fann eg at prisen for urea med trend og to lags ikkje var stasjonær. Eg vil difor gjennomføre ein ny test med logaritmiske prisar.

Dickey Fuller	Utan trend 0 lags	Trend 0 lags	Utan trend 2 lags	Trend 2 lags
Soyabønner	-1.760	-2.475	-1.964	-2.722
Kveite	-2.294	-2.684	-1.957	-2.264
Mais	-1.922	-2.409	-2.125	-2.770
Urea	-1.264	-2.201	-1.609	-2.777
Olje	-1.016	-2.612	-1.280	-2.372
Kol	-0.938	-1.480	-1.503	-2.323
Naturgass	-2.266	-3.466	-1.873	-3.105
<b>Kritisk verdi (1%)</b>	<b>-3.456</b>	<b>-3.988</b>	<b>-3.456</b>	<b>-3.988</b>

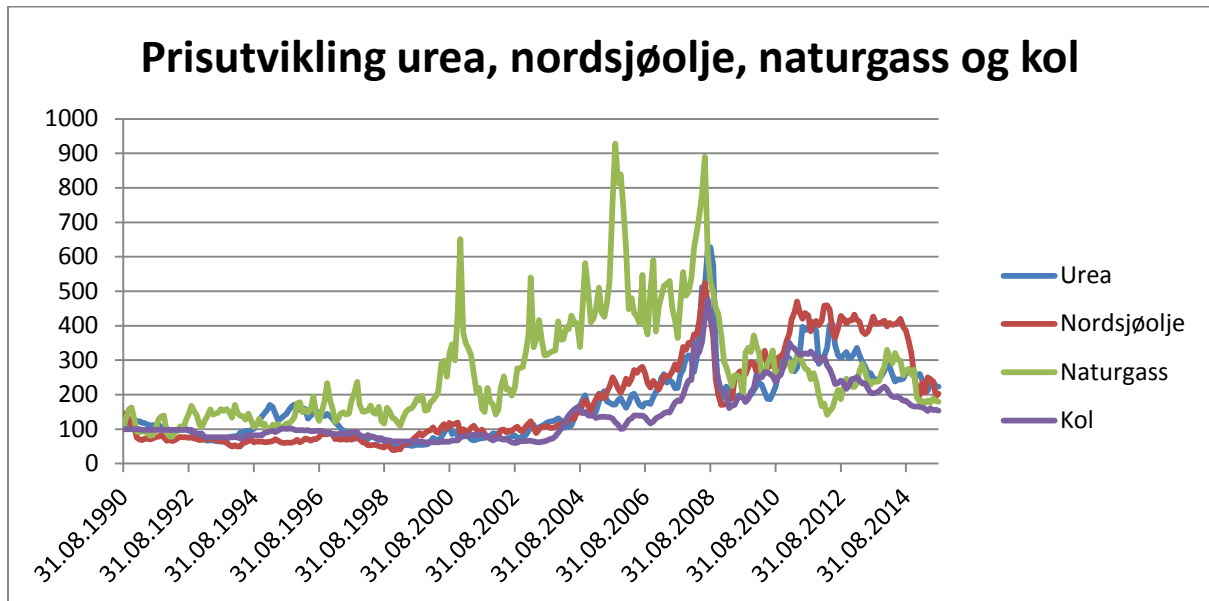
Tabell: Stasjonaritetstest for tidsseriane med logaritmiske prisar.

Ved å bruke logaritmiske prisar unngår eg at urea blir ikkje-stasjonær ved bruk av trend og to lags. Eg vil difor nytte meg av logaritmiske prisar i denne oppgåva for å unngå spuriøse resultat.

## 4.1 Urea: Prisfølsomheit i forhold til ulike energiprisar

Hypotese: Prisen på urea er påverka av prisen på kol i større grad enn prisen på naturgass og olje.

I denne analysa tek eg utgangspunkt i perioden august 1990 til august 2015.



Figur 9: Prisutvikling for olje, naturgass, urea og kol, med utgangspunkt i 31. August 1990.

Fram til år 2008 kan ein sjå at prisane på naturgass er mykje meir volatil enn prisen på dei tre andre råvarene. Også Etienne et al. (2015) har påpeika denne store voliliteten i naturgassprisen. Etter år 2008 verkar denne prisen å ha stabilisert seg noko. Dei tre andre råvarene verkar å følgje kvarandre ganske tett fram til år 2008, og kanskje litt mindre etter den tid.

### Deskriptiv statistikk for pris:

Råvare	Obs	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Max
Urea	298	208,41	126,19	63	770
Olje	298	49,08	35,47	10,46	139,83
Naturgass	298	4,03	2,38	1,17	13,92
Kol	298	57,25	33,71	24	192,86

### Deskriptiv statistikk for månedleg avkastning:

Råvare	Obs	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Max
Urea	298	0,23%	0,091	-55%	29%
Olje	298	0,15%	0,090	-41%	34%
Naturgass	298	0,04%	0,155	-54%	49%
Kol	298	0,14%	0,058	-33%	36%

Som vi kan sjå har naturgass den største voliliteten, her vist ved standardavviket. Vi ser også at naturgass har den minste avkastninga i denne perioden. Alle råvarene har hatt store oppgongar og fall i denne perioden, spesielt i forbindelse med matvarekrisa i 2007-2008 og den påfølgjande finanskrisa.



## Bivariate korrelasjonar

Først vil eg sjå på bivariate korrelasjonar. Ved å sjå på bivariate korrelasjonar får eg ein indikasjon på om prisane på to råvarer følgjer kvarandre. Eg vil sjå ureaprisen opp mot prisen på naturgass, olje og kol. Eg har også delt opp perioden i 5-årsperiodar for å sjå om det har vore nokon endringar i tida.

Modellen for korrelasjon er:  $r_{X,Y} = \frac{\sigma_{X,Y}}{\sqrt{\sigma_X \sigma_Y}}$

Korrelasjonen vil alltid vere mellom -1 og 1.

Råvara med den høgaste korrelasjonen er utheva i tabellen.

Periode	Naturgass	Olje	Kol	Obs
Heile perioden	0.42	0.87	<b>0.92</b>	301
August 1990 - August 1995	-0.50	0.10	<b>0.59</b>	61
September 1995 - August 2000	-0.04	0.15	<b>0.84</b>	60
September 2000 – August 2005	0.67	<b>0.87</b>	0.78	60
September 2005 – August 2010	0.35	0.79	<b>0.84</b>	60
September 2010 – August 2015	-0.02	0.52	<b>0.71</b>	60
August 1990 – August 2002	-0.23	-0.01	<b>0.72</b>	145
September 2002 – August 2015	-0.01	0.81	<b>0.87</b>	156

Tabell: Korrelasjon mellom prisen på Urea og hhv. naturgass, olje og kol.

Periode	Naturgass	Olje	Kol	Obs
Heile perioden	-0.14	0.21	<b>0.23</b>	298
August 1990 - August 1995	-0.07	-0.09	<b>0.21</b>	61
September 1995 - August 2000	0.00	<b>0.25</b>	-0.23	60
September 2000 – August 2005	-0.03	<b>0.07</b>	0.02	60
September 2005 – August 2010	0.00	<b>0.51</b>	0.40	60
September 2010 – August 2015	0.03	-0.08	<b>0.16</b>	57
August 1990 – August 2002	-0.01	<b>0.05</b>	-0.07	142
September 2002 – August 2015	0.04	<b>0.31</b>	<b>0.31</b>	156

Tabell: Korrelasjon mellom prisendringar på Urea og hhv. naturgass, olje og kol.

Av den første tabellen ser eg at kol har vore tettast korrelert med Urea i alle periodar med unntak av ein. Mellom september 2000 og august 2005 var olje tettast korrelert. Dette stemmer overeins med det Erlingson og Nyhus (2015) hevda. Ein kan også sjå at naturgass har negativ korrelasjon med urea i tre av fem periodar. Dette er litt rart, sidan naturgass er ein av dei viktigaste innsatsfaktorane i produksjon av urea.

Dersom ein ser på prisendringar er framleis kol den energiråvara som er tettast korrelert med urea over heile perioden. Når eg delar opp perioden er derimot olje tettast korrelert urea i tre av fem periodar. Når eg har delt heile perioden i to er også olje det som ser ut til å vere tettast korrelert med urea. Naturgass er den råvara som er minst korrelert med urea over heile perioden og i dei fleste delperiodar.

## Multikollinearitet

Multikollinearitet er grada av lineære samanhengar mellom fleire forklaringsvariablar i ein multipel regresjonsmodell. Multikollinearitet kan føre til høg forklaringsvariabel, medan dei enkelte korrelasjonskoeffisientane får høge standardavvik. Dette kan føre til at resultatane i regresjonen ikkje blir signifikante.

For å teste for multikollinearitet brukar eg VIF og deretter reknar eg ut toleransen. VIF for forklaringsvariabelen blir rekna ut med følgjande formel:  $VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}$ , der  $VIF_j$  er VIF-verdien for forklaringsvariabel j.  $R_j^2$  er determinasjonskoeffisienten til forklaringsvariabel j.

Formelen for Toleranse er:  $TOL_j = \frac{1}{VIF_j}$ , der  $TOL_j$  er toleransen til forklaringsvariabel j. Woolridge (2014) argumenterar at den kritiske VIF-verdien er 10.

Collinearity Diagnostics				
Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerance	R-Squared
B1	1.18	1.09	0.8458	0.1542
NG1	1.11	1.05	0.9023	0.0977
Coal	1.07	1.03	0.9341	0.0659
Mean VIF	1.12			

Tabell: Test for multikollinearitet. B1 er logaritmiske prisendringar på olje, NG1 er logaritmiske prisendringar på naturgass og Coal er logaritmiske prisendringar på kol.

Collinearity Diagnostics				
Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerance	R-Squared
lpb	7.42	2.72	0.1348	0.8652
lpng	1.95	1.40	0.5118	0.4882
lpcoal	5.41	2.33	0.1847	0.8153
Mean VIF	4.93			

Tabell: Test for multikollinearitet. lpb er den logaritmiske prisen på olje, lpng er den logaritmiske prisen på naturgass og lpcoal er den logaritmiske prisen på kol.

Av testane over kan ein sjå at det ikkje er eit multikollinearitetsproblem i dei modellane som blir presenterte i dette kapitlet.

## Regresjon

Regresjonsmodellen er kanskje det aller viktigaste og mest brukte verktøyet innan økonomisk dataanalyse. På generell form vert denne skriven som:

$$Y_i = B_1 + B_2X_{2i} + B_3X_{3i} + \dots + B_kX_{ki} + u_i$$

$Y_i$  er venstresidevariabelen, også kalla avhengig variabel eller endogen variabel.

$B$ -ane er koeffisientar.  $B_1$  er konstantleddet,  $B_2$  til  $B_k$  er stigingstal, effekta eller innverknaden til  $x$ -

ane. Konstantleddet er den gjennomsnittlege verdien til y når alle X-verdiane er 0. Det er ikkje alltid dette gjev meining.  $B_2, B_3, \dots, B_k$  tolkast som den gjennomsnittlege endringa i Y, gitt ein einheits auke i den tilhøyrande X-en ved *ceteris paribus* (gitt alt anna likt).

X-ane er høgresidevariablane, dei uavhengige eller eksogene variablane.

$u_i$  er feilleddet eller restleddet. Dette vert tolka som forklaringsfeilen til modellen.

$i$  er observasjonsnummeret, dvs  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , der  $n$  er antal observasjonar.

Høgre side av regresjonen tolkast oftast som forklaringa eller predikasjonen til modellen.

Modellen som er forklart over er ein multippel regresjonsmodell som inneheld to eller fleire x-ar. Ein modell som berre inneheld ein x vert kalla ein enkel regresjonsmodell.

Eg vil no gjennomføre ein multippel regresjon der eg prøvar å forklare ureaprisen i periode t med prisen på olje, kol og naturgass i den same perioden. Ved å kjøre denne regresjonen kan eg sjå om det finst sterkare samanhengar mellom ureaprisen og enkelte av desse tre energiprisane.

I alle tabellar som omhandlar regresjonsmodellar har eg utheva signifikante verdjar.

Regresjon basert på logaritmiske prisar.						
$\ln p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_t^o + \alpha_2 \ln p_t^c + \alpha_3 \ln p_t^{ng} + u$						
Der $\ln p_t^u$ er den logaritmiske prisen for urea i tidspunkt t, $\ln p_t^o$ , $\ln p_t^c$ og $\ln p_t^{ng}$ er den logaritmiske prisen for hhv olje, kol og naturgass i tidspunkt t.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Olje	<b>0.228</b> <b>(4.91)</b>	<b>-0.673</b> <b>(-3.25)</b>	<b>0.463</b> <b>(3.43)</b>	<b>0.583</b> <b>(3.87)</b>	0.159 (1.07)	0.087 (0.92)
Kol	<b>0.728</b> <b>(13.13)</b>	<b>2.067</b> <b>(6.59)</b>	<b>1.800</b> <b>(11.95)</b>	<b>0.237</b> <b>(2.23)</b>	<b>0.595</b> <b>(6.79)</b>	<b>0.504</b> <b>(5.99)</b>
Naturgass	0.001 (0.03)	-0.012 (-0.08)	-0.013 (-0.09)	0.162 (1.84)	<b>0.322</b> <b>(4.35)</b>	-0.016 (-2.11)
Konstant	<b>1.503</b> <b>(14.26)</b>	-0.633 (-0.64)	<b>-2.876</b> <b>(-4.93)</b>	<b>1.758</b> <b>(5.85)</b>	<b>1.793</b> <b>(4.56)</b>	<b>3.390</b> <b>(11.37)</b>
R <sup>2</sup>	0.86	0.55	0.75	0.78	0.76	0.62

Tabell: Regresjon av den logaritmiske prisen på urea forklart av den olje, kol og gass.

Av tabellen over kan eg sjå at kolprisen har ein signifikant samanheng med prisen på urea gjennom heile perioden. Olje har også ein signifikant samanheng for heile perioden sett under eit og for dei tre første periodane. Etter 2005 finst det ingen signifikant samanheng. Når det gjeld naturgass finst det berre ein signifikant samanheng mellom 2005 og 2010. Dette er ein svært ustabil periode som det er vanskeleg å trekke klare konklusjonar utifrå. Av denne regresjonen kan ein sjå at hypotesa vår er styrka.

Regresjon basert på logaritmiske prisendringar.						
$\ln \Delta p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \Delta p_t^o + \alpha_2 \ln \Delta p_t^c + \alpha_3 \ln \Delta p_t^{ng} + u$						
Der $\ln \Delta p_t^u$ er den logaritmiske prisendringa for urea i tidspunkt t, $\ln \Delta p_t^o$ , $\ln \Delta p_t^c$ og $\ln \Delta p_t^{ng}$ er den logaritmiske prisendringa for hhv olje, kol og naturgass i tidspunkt t.						

	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Olje	<b>0.195</b> <b>(3.13)</b>	-0.048 (-0.43)	<b>0.269</b> <b>(2.33)</b>	0.077 (0.61)	<b>0.622</b> <b>(3.40)</b>	-0.119 (-0.89)
Kol	<b>0.287</b> <b>(3.18)</b>	0.389 (1.57)	<b>-0.745</b> <b>(-2.11)</b>	0.034 (0.16)	0.210 (1.19)	<b>0.345</b> <b>(1.38)</b>
Naturgass	-0.048 (-1.40)	-0.012 (-0.21)	-0.018 (-0.26)	-0.023 (-0.36)	-0.116 (-1.23)	0.051 (0.48)
Konstant	0.002 (0.32)	0.007 (0.92)	-0.020 (-1.87)	0.014 (1.16)	-0.003 (-0.19)	<b>-0.002</b> <b>(-0.19)</b>
R <sup>2</sup>	0.08	0.05	0.14	0.01	0.31	0.04

Som ein kan sjå av modellen over har både kol og olje ein signifikant samanheng over heile perioden. Olje kan også vise til to signifikante samanhengar i andre periodar. Kol har tre signifikante periodar, men ein av desse er negative. Når eg ser på R<sup>2</sup> ser eg at denne er svært låg for dei fleste av periodane. Dette betyr at modellen berre tek føre seg ein liten del av variasjonen. Modellen gjev difor ikkje nokon gode bevis for desse samanhengane, men den kan likevel gi ein liten indikasjon om at olje og kol har ein tettare samanheng med urea enn det naturgass har.

### Lead-lag relasjonar

Eg vil no sjå på lead-lag relasjonar. Desse testane kan brukast til å undersøkje om tidlegare endringar i energiprisane fører til endringar i ureaprisen. Eg vil sjå på både logaritmiske prisar og logaritmiske prisendringar for urea opp mot dei tre forskjellige energiråvarene. Når eg kjører ein regresjon på desse modellane vil eg få ein indikasjon på kva råvarer som påverkar den framtidige ureaprisen mest. Eg tek føre meg ei og ei av energiråvarene og testar både for heile perioden og for dei fem delperiodane.

### Kol

Regresjon basert på logaritmiske prisar						
$\ln p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_t^c + \alpha_1 \ln p_{t-1}^c + \alpha_1 \ln p_{t-2}^c + u$						
Der $\ln p_t^u$ er den logaritmiske prisen for urea i tidspunkt t, $\ln p_t^c$ er den logaritmiske prisen for kol i tidspunkt t. $\ln p_{t-1}^c$ og $\ln p_{t-2}^c$ viser til den logaritmiske prisen av kol for hhv. 1 og 2 månader før tidspunkt t.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Kol	<b>0.817</b> <b>(3.35)</b>	<b>2.804</b> <b>(3.09)</b>	1.605 (1.61)	0.614 (0.88)	<b>0.633</b> <b>(2.20)</b>	-0.091 (-0.24)
Kol t-1	0.099 (0.25)	0.656 (0.47)	0.014 (0.01)	-0.927 (-0.73)	0.443 (1.00)	0.184 (0.30)
Kol t-2	0.096 (0.40)	<b>-1.925</b> <b>(-2,10)</b>	0.129 (0.13)	1.145 (1.53)	-0.409 (-1.46)	0.482 (1.33)
Konstant	<b>1.22</b> <b>(12.20)</b>	-0.683 (-0.83)	<b>-1.35</b> <b>(-2.22)</b>	<b>1.907</b> <b>(5.63)</b>	<b>2.733</b> <b>(8.31)</b>	<b>3.252</b> <b>(11.95)</b>
R <sup>2</sup>	0.84	0.53	0.63	0.59	0.61	0.64

Regresjon basert på logaritmiske prisendringar						
$\ln\Delta p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\Delta p_t^c + \alpha_2 \ln\Delta p_{t-1}^c + \alpha_3 \ln\Delta p_{t-2}^c + u$						
Der $\ln\Delta p_t^u$ er dei logaritmiske prisendringane for urea i ein gitt periode, $\alpha_0$ er konstanten og $\ln\Delta p_t^c$ er dei logaritmiske prisendringane for kol i den gitte perioden. $\ln\Delta p_{t-1}^c$ og $\ln\Delta p_{t-2}^c$ er logaritmiske prisendringar for kol hhv 1 og to månader tilbake i tid.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Kol	<b>0.238</b> (2.58)	0.310 (1.25)	-0.519 (-1.49)	0.152 (0.57)	<b>0.409</b> (2.57)	0.197 (0.74)
Kol t-1	<b>0.289</b> (3.01)	0.449 (1.75)	0.190 (0.56)	-0.153 (-0.49)	<b>0.416</b> (2.60)	0.248 (0.90)
Kol t-2	0.986 (1.07)	0.116 (0.46)	0.532 (1.56)	-0.079 (-0.29)	0.158 (0.67)	0.064 (0.25)
Konstant	0.001 (0.28)	0.001 (1.03)	-0.011 (- 0.98)	0.154 (1.31)	-0.007 (-0.43)	-0.000 (-0.03)
R <sup>2</sup>	0.09	0.10	0.01	0.01	0.27	0.05

For kol kan vi sjå ein signifikant samanheng mellom kolprisen i tidspunkt t og ureaprisen i tidspunkt t. Denne samanhengen finn eg når eg ser på heile perioden under eit og i periode ein og fire. Mellom år 1990 og 1995 finn eg ein signifikant negativ samanheng mellom ureapris i periode t og kolpris i periode t-2. I den same perioden er det ein signifikant positiv samanheng mellom ureapris i periode t og kolpris i periode t. Når eg ser på regresjonsmodellen som er basert på prisendringar finn ein signifikant positiv samanheng over heile perioden både for kolprisen i periode t og i periode t-1. I denne regresjonen får eg ein R<sup>2</sup> på 9%, dette er ganske lågt og det kan vere tilfeldigheit som spelar inn på desse resultatane. Eg tek det uansett med vidare som ein faktor for å samanlikne mot dei andre energiprisane. Det er også ein samanheng for både t og t-1 i periode fire, dette er som nemnd tidlegare ein ustabil og unik periode, og det er vanskeleg å vite om ein skal ta dette med i ei vidare vurdering.

### Olje

Regresjon basert på logaritmiske prisar						
$\ln p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_t^o + \alpha_2 \ln p_{t-1}^o + \alpha_3 \ln p_{t-2}^o + u$						
Der $\ln p_t^u$ er den logaritmiske prisen for urea i tidspunkt t, $\ln p_t^o$ er den logaritmiske prisen for olje i tidspunkt t. $\ln p_{t-1}^o$ og $\ln p_{t-2}^o$ viser til den logaritmiske prisen på olje hhv. 1 og 2 månader før tidspunkt t.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Olje	0.258 (1.44)	0.297 (0.51)	-0.016 (-0.03)	<b>0.646</b> (2.73)	0.483 (1.60)	0.029 (0.12)
Olje t-1	-0.123	-0.319	-0.057	-0.088	0.160	0.045

	(-0.05)	(-0.41)	(-0.08)	(-0.26)	(0.34)	(0.12)
Olje t-2	<b>0.453</b> <b>(2.53)</b>	0.152 (0.31)	0.531 (1.06)	0.433 (1.77)	0.469 (1.57)	0.428 (1.66)
Konstant	<b>2.641</b> <b>(32.87)</b>	<b>4.447</b> <b>(5.97)</b>	<b>3.296</b> <b>(6.34)</b>	<b>1.472</b> <b>(5.85)</b>	0.896 (1.72)	<b>3.557</b> <b>(8.69)</b>
R <sup>2</sup>	0.78	0.01	0.11	0.77	0.61	0.38

### Regresjon basert på logaritmiske prisendringar

$$\ln \Delta p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \Delta p_t^o + \alpha_2 \ln \Delta p_{t-1}^o + \alpha_3 \ln \Delta p_{t-2}^o + u$$

Der  $\ln \Delta p_t^u$  er dei logaritmiske prisendringane for urea i ein gitt periode,  $\alpha_0$  er konstanten og  $\ln \Delta p_t^o$  er dei logaritmiske prisendringane for olje i den gitte perioden.  $\ln \Delta p_{t-1}^o$  og  $\ln \Delta p_{t-2}^o$  er logaritmiske prisendringar for olje hhv 1 og to månader tilbake i tid.

	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Olje	<b>0.209</b> <b>(3.68)</b>	-0.035 (-0.35)	<b>0.236</b> <b>(2.24)</b>	0.103 (0.83)	<b>0.558</b> <b>(3.58)</b>	-0.012 (-0.89)
Olje t-1	0.026 (0.46)	-0.123 (-1.26)	-0.115 (-1.11)	-0.068 (-0.569)	0.276 (1.69)	0.086 (0.66)
Olje t-2	<b>0.190</b> <b>(3.43)</b>	0.079 (1.00)	<b>0.251</b> <b>(2.39)</b>	0.168 (1.33)	0.094 (0.61)	0.204 (1.49)
Konstant	0.001 (0.28)	0.006 (0.76)	-0.010 (-1.62)	0.012 (1.03)	0.001 (0.09)	-0.004 (-0.44)
R <sup>2</sup>	0.08	0.05	0.17	0.04	0.32	0.06

Av desse regresjonane kan ein sjå ein signifikant samanheng for oljeprisen i t-2 for heile perioden sett under eit. Dette betyr då at oljeprisen for to periodar sidan påverkar dagens ureapris. Regresjonen viser også ein signifikant samanheng mellom oljeprisen i periode t og ureaprisen i periode t for periode 3. I regresjonen som er basert på prisendringar finn eg signifikante samanhengar for t og t-2 i periode 1, dette med R<sup>2</sup> på 8%. I periode 2 finn eg signifikant samanheng på periode t og t-2, i periode 4 er det ein signifikant samanheng mellom prisendringane i periode t.

### Naturgass

#### Regresjon basert på logarimiske prisar.

$$\ln p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_t^{ng} + \alpha_2 \ln p_{t-1}^{ng} + \alpha_3 \ln p_{t-2}^{ng} + u$$

Der  $\ln p_t^u$  er den logaritmiske prisen for urea i tidspunkt t,  $\ln p_t^{ng}$  er den logaritmiske prisen for naturgass i tidspunkt t.  $\ln p_{t-1}^{ng}$  og  $\ln p_{t-2}^{ng}$  viser til den logaritmiske prisen på naturgass for hhv. 1 og 2 månader før tidspunkt t.

	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Naturgass	0.071 (0.37)	-0.478 (-1.87)	0.178 (0.06)	<b>0.381</b> <b>(2.44)</b>	0.170 (0.71)	0.085 (0.34)
Naturgass t-1	0.048 (0.18)	0.083 (0.24)	0.049 (0.11)	0.071 (0.34)	0.125 (0.39)	-0.064 (-0.18)

Naturgass t-2	<b>0.410</b> <b>(2.14)</b>	-0.371 (-1.48)	0.115 (0.34)	0.241 (1.53)	0.146 (0.62)	-0.027 (-0.11)
Konstant	<b>4.516</b> <b>(60.67)</b>	<b>5.270</b> <b>(50.31)</b>	<b>4.458</b> <b>(22.42)</b>	<b>3.775</b> <b>(29.90)</b>	<b>4.873</b> <b>(23.00)</b>	<b>5.875</b> <b>(48.35)</b>
R <sup>2</sup>	0.24	0.26	0.01	0.61	0.21	0.00

Regresjon basert på logaritmiske prisendringar						
$\ln\Delta p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\Delta p_t^{ng} + \alpha_2 \ln\Delta p_{t-1}^{ng} + \alpha_3 \ln\Delta p_{t-2}^{ng} + u$						
Der $\ln\Delta p_t^u$ er dei logaritmiske prisendringane for urea i ein gitt periode, $\alpha_0$ er konstanten og $\ln\Delta p_t^{ng}$ er dei logaritmiske prisendringane for naturgass i den gitte perioden. $\ln\Delta p_{t-1}^{ng}$ og $\ln\Delta p_{t-2}^{ng}$ er logaritmiske prisendringar for naturgass hhv 1 og to månader tilbake i tid.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Naturgass	0.004 (0.11)	-0.021 (-0.38)	0.054 (0.81)	-0.012 (-0.20)	0.038 (0.36)	0.027 (0.25)
Naturgass t-1	0.050 (1.49)	-0.037 (-0.68)	-0.034 (-0.51)	0.113 (1.97)	0.149 (1.44)	-0.061 (-0.58)
Naturgass t-2	0.064 (1.86)	0.015 (0.29)	<b>0.185</b> <b>(2.62)</b>	-0.005 (-0.09)	0.180 (1.74)	-0.059 (-0.56)
Konstant	0.002 (0.41)	0.007 (0.96)	-0.017 (-1.57)	0.013 (1.12)	0.015 (0.85)	-0.006 (-0.55)
R <sup>2</sup>	0.02	0.01	0.11	0.07	0.08	0.01

For naturgass finn eg ein signifikant samanheng mellom prisen i t-2 og ureaprisen i t over heile perioden. Eg finn også ein signifikant samanheng mellom 2000 og 2005 i tidspunkt t. Eg ser R<sup>2</sup> generelt er lågare for naturgass enn både olje og kol. R<sup>2</sup> er litt høgare for naturgass i periode 3 enn det er for kol, i denne perioden finn vi også ein signifikant samanheng på for t-2. Utanom dette er det generelt liten samanheng mellom urea og naturgass.

Dersom eg samanliknar alle resultatane over ser eg ein tendens. Kol har ein signifikant samanheng i periode t, medan naturgass og olje har ein signifikant samanheng i t-2. Totalt finn eg åtte signifikante samanhengar mellom urea og kol, sju av desse er positive. For olje finn eg sju signifikante samanhengar og alle desse er positive. Eg finn tre signifikante samanhengar for naturgass, alle dette er positive. I den grad R<sup>2</sup> kan seie oss noko so har kol generelt den høgaste verdien når vi ser på prisane. For prisendringar har olje den høgaste R<sup>2</sup>-en. Naturgass kjem dårleg ut på begge desse testane. Naturgass har ein høgare volatilitet enn dei to andre energiråvarene, og dette kan nok forklare kvifor den får lågare verdiar. Dersom eg skal konkludere med noko utifrå desse lead-lagmodellane so kan eg seie at prisen og prisendringane på kol og olje verkar å vere noko tettare knytte til prisen og prisendringane på urea enn det naturgass er. Men eg har ingen grunnlag for å seie at anten olje eller kol er tettast knytt til urea.

Eg vil tilslutt teste for . Dette er ein måte å teste om det finst samanhengar mellom to råvarer dersom ein legg inn ein tidslag. Målet å finne ut om X er nyttig når ein skal predikere ein framtidig pris for Y. I denne testen nyttar ein berre lagga variablar. Eg nyttar meg av tidsseriar med

logaritmiske prisendringar. Testen vil vise om prisendringa på ei energikjelde i ein periode vil kunne påverke prisen i ein seinare periode for urea. Det er viktig å understreke at sjølv om ein finn ein signifikant samanheng so betyr ikkje det at det finst ein kausal samanheng. Før eg kan teste for gjennomførar eg ein informasjonskriterietest, dette er for å finne ut kor mange tidslag ein skal ta med i modellen. Eg vil ta utgangspunkt i Akaike's Informasjonskriterie (AIC), den viser at eg bør kjøre modellen med 2 lags.

Vidare vil eg sjå på ein Vektor Autoregressiv modell (VAR), utskrift frå denne ligg i appendix 2. Basert på resultatata frå denne VAR-modellen kjører vi ein Granger kausalitets-test. I denne testen er hypotesane følgjande:

$H_0$ : X med lag forårsakar ikkje Y.

Alternativ hypotese: X med lag kan forårsake Y.

Ein les resultatata frå tabellen som følgjande: dersom Prob > chi2 er mindre enn 0.05 kan ein på 5%-nivå forkaste nullhypotesa.

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Urea	B1	8.3068	2	0.016
Urea	NG1	2.8358	2	0.242
Urea	Coal	8.2392	2	0.016
Urea	ALL	25.774	6	0.000
B1	Urea	14.103	2	0.001
B1	NG1	4.623	2	0.099
B1	Coal	2.39	2	0.303
B1	ALL	21.072	6	0.002
NG1	Urea	.08314	2	0.959
NG1	B1	6.4334	2	0.040
NG1	Coal	3.0654	2	0.216
NG1	ALL	9.4575	6	0.149
Coal	Urea	.37071	2	0.831
Coal	B1	8.4134	2	0.015
Coal	NG1	1.6723	2	0.433
Coal	ALL	14.955	6	0.021

Som ein kan sjå av tabellen over kan ein på 5%-nivå seie at prisen på olje (B1) og kol (Coal) kan forårsake prisen på urea. Ein kan også sjå av tabellen at olje, naturgass (NG1) og kol med tidslag til saman kan forårsake prisen på urea. Det er derimot ingen indikasjon på at prisen på naturgass kan Grangerforårsake prisen på urea.

Vidare kan ein sjå at prisen på urea kan Grangerforårsake prisen på olje. Det er lite truleg at urea skal kunne ha noko å seie for prisen på olje fordi urea berre utgjer ein liten del av energiforbruket knytt til energiråvarene i denne modellen. Ein ser også ein signifikant samanheng for at olje kan Grangerforårsake prisen på naturgass og kol.

Eg vil også dele perioden i to, og sjå etter forskjellar i desse periodane. Eg nyttar dei same to periodane eg har brukt tidlegare, august 1990 til august 2002 og september 2003 til august 2015.

### *Periode 1:*

For periode 1 viste informasjonskriterietesten AIC at VAR-testen burde gjennomførast med to lags.



Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Urea	B1	22.294	2	0.000
Urea	NG1	3.3224	2	0.190
Urea	Coal	.87689	2	0.645
Urea	ALL	29.465	6	0.000
B1	Urea	9.8743	2	0.007
B1	NG1	1.936	2	0.380
B1	Coal	.75062	2	0.687
B1	ALL	11.581	6	0.072
NG1	Urea	.09444	2	0.954
NG1	B1	4.9919	2	0.082
NG1	Coal	3.8334	2	0.147
NG1	ALL	9.8845	6	0.130
Coal	Urea	2.4375	2	0.296
Coal	B1	1.0903	2	0.580
Coal	NG1	5.9069	2	0.052
Coal	ALL	11.471	6	0.075

Denne testen viser to signifikante resultat. Den viser at prisen på olje kan påvirke prisen på urea og at ureaprisen kan påvirke prisen på olje. At ureaprisen skal kunne påvirke prisen på olje er ikkje særleg sannsynleg, med tanke på den store skilnaden i størrelsen på råvarene. Som nemnd tidlegare er det viktig å vere klar over at ein signifikant verdi på ein Granger-kausaltetstest betyr at ei råvare kan vere nyttig til å predikere ein framtidig verdi i ei anna råvare, ikkje at det faktisk påverkar prisen.

### Periode 2:

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Urea	B1	.91543	1	0.339
Urea	NG1	1.6684	1	0.196
Urea	Coal	4.3463	1	0.037
Urea	ALL	10.686	3	0.014
B1	Urea	1.0225	1	0.312
B1	NG1	.73842	1	0.390
B1	Coal	.53584	1	0.464
B1	ALL	3.0648	3	0.382
NG1	Urea	.31665	1	0.574
NG1	B1	.0145	1	0.904
NG1	Coal	.16123	1	0.688
NG1	ALL	.42292	3	0.935
Coal	Urea	.05805	1	0.810
Coal	B1	7.6084	1	0.006
Coal	NG1	.54689	1	0.460
Coal	ALL	12.19	3	0.007

I periode to viser informasjonskriterietesten AIC at eg bør nytte ein lag. For periode 2 finn eg to signifikante verdiar. Testen viser at kolprisen kan påvirke ureaprisen og at olje kan påvirke kolprisen.

Når eg ser på resultatata frå Granger-kausaltetstest kan eg sjå at olje og kol kjem ganske likt ut. Begge har same resultat over heile perioden, olje er signifikant i periode 1 og kol er signifikant i periode 2. Som i testen av lead-lagrelasjonar kan eg ikkje seie at kol påverkar ureaprisen i større grad enn olje. Det eg kan seie utifrå resultatata er at naturgass kjem dårlegast ut og det er ingen signifikante resultat

som seier at olje kan predikere den framtidige prisen på urea. Også denne hypotesa er difor delvis styrka.

### Konklusjonar for hypotese 1

Først såg eg på korrelasjonar mellom naturgass, olje, kol og urea. Eg undersøkte både korrelasjon ved prisar og prisendringar. Ved prisar fann eg at det var størst korrelasjon mellom kol og urea i alle utanom ein periode. Mellom september 2000 og august 2005 var det ein større korrelasjon mellom olje og urea enn kol og urea. Ved prisendringar fann eg at urea var tettare korrelert med olje og kol enn naturgass.

Deretter gjekk eg vidare til regresjonar med urea mot olje, kol og naturgass. Eg undersøkte både med pris og prisendringar. Kolprisen viser den største samanhengen til ureaprisen over heile perioden, kol har også ein signifikant positiv samanheng i alle periodar. Olje har ein signifikant positiv samanheng over heile perioden og i dei tre første delperiodane. I den tredje perioden har også olje den største samanhengen. Naturgass viser ingen samanheng utanom i perioden 4, som var ein veldig ustabil periode. Når eg ser på regresjonane som omfattar prisendring finn eg ein signifikant samanheng mellom urea og både olje og kol. Sjølv om denne modellen viser ein signifikant samanheng so er  $R^2$  ganske låg, eg har difor vanskeleg for å konkludere med noko utifrå dette, men det kan gje ein indikasjon. Regresjonane sett under eit vil eg seie at hypotesa er styrka og at kolprisen er tettast knytt til ureaprisen.

Gjennom lead-lagregresjonane fann eg at prisane og prisendringane på olje og kol verkar å vere tettare knytt til prisane og prisendringane på urea enn det naturgass er. Eg fann signifikante positive samanhengar mellom urea og både olje og kol i sju periodar. Eg fann berre signifikante samanhengar med naturgass i tre periodar. Dermed kan eg seie at hypotesa mi er styrka i den grad at ureaprisen verkar å vere tettare knytt til kolprisen enn naturgassprisen. Eg har ikkje grunnlag for å seie at kolprisen har ein større samanheng med ureaprisen enn det oljeprisen har.

Den siste testen i dette kapitlet var Granger-kausaltetstest. Målet med denne testen var å finne ut om prisendringane på ei råvare kunne vere nyttig for å predikere prisen på ei anna råvare i ein seinare periode. Urea vart testa opp mot dei tre energiråvarene over heile perioden og over to delperiodar. Eg fann at olje og kol var like signifikante når ein såg på heile perioden. Når eg delte perioden i to fann eg at olje var signifikant i første periode medan kol var signifikant i den andre perioden. Konklusjonen må difor bli at det er ei delvis styrking av hypotesa, olje og kol er viktigare for ureaprisen enn det naturgass er.

Test	Hypotese
Bivariate korrelasjonar	Styrka
Regresjon med urea mot olje, kol og naturgass	Styrka
Lead-lag relasjonar	Delvis styrka
Granger-kausaltetstest	Delvis styrka
<b>Samla vurdering</b>	<b>Delvis styrka</b>

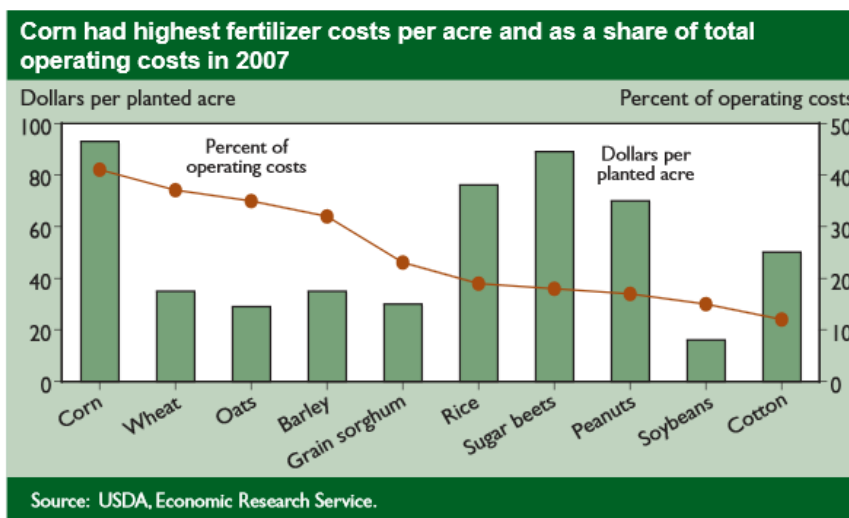
Den samla konklusjonen i dette kapitlet må bli at hypotesa er delvis styrka. Testane peikar i den retning at olje og kol er tettare knytt til ureaprisen enn det naturgass er. På dei to første testane der

eg såg på korrelasjonar og regresjonar var kol tettare knytta til urea enn det dei to andre energiråvarene var. Når eg testa for lead-lag og kom kol og olje omtrent likt ut. Dette tydar på at urea og kol bevegar seg ganske likt, men at når ein tek inn tidslag so har ikkje kol noko meir innverknad på framtidig ureapris enn det olje har.

## 4.2 Påverkar kornprisane gjødselprisane, og korleis?

Hypotese: Soyabønner påverkar prisen på urea i mindre grad enn kva mais og kveite vil gjere.

I denne delen vil eg sjå på samanhengen mellom kornprisar og gjødselprisar. Eg vil prøve å finne ut i kva grad kornprisane påverkar gjødselprisane og om det er forskjellar mellom kornsartane. Eg vil her fokusere på soyabønner, kveite og mais som representantar for kornprodukt og urea som representant for gjødsel. Ved hjelp av regresjonsmodellar vil eg undersøkje hypotesa om at det er mindre samheng mellom gjødselprisen og prisen på soya enn gjødselprisen og prisen på mais og kveite. Grunnlaget for hypotesa er at soyabønner er ein belgvekst som sjølv fikserar nitrogen. Difor blir det brukt mindre gjødsel på desse plantane enn på kveite og mais. Figuren under viser kor store kunstgjødselutgifter det er i dei forskjellige produksjonane, og kor mykje det utgjer av dei totale kostnadane. Vi kan sjå at mais er på topp med høgst kunstgjødselkostnad per mål, og også høgst del av dei totale kostnadane. Deretter følgjer kveite med ein mykje mindre kunstgjødselkostnad per mål, men ein nesten like stor del av kostnadane knytt opp i kunstgjødsel. Soyabønner er heilt i andre enden av skalaen, med lågast kostnad per mål og nest lågast del av kostnadane. Eg vil sjå om dette verkar inn på kunstgjødselprisane.

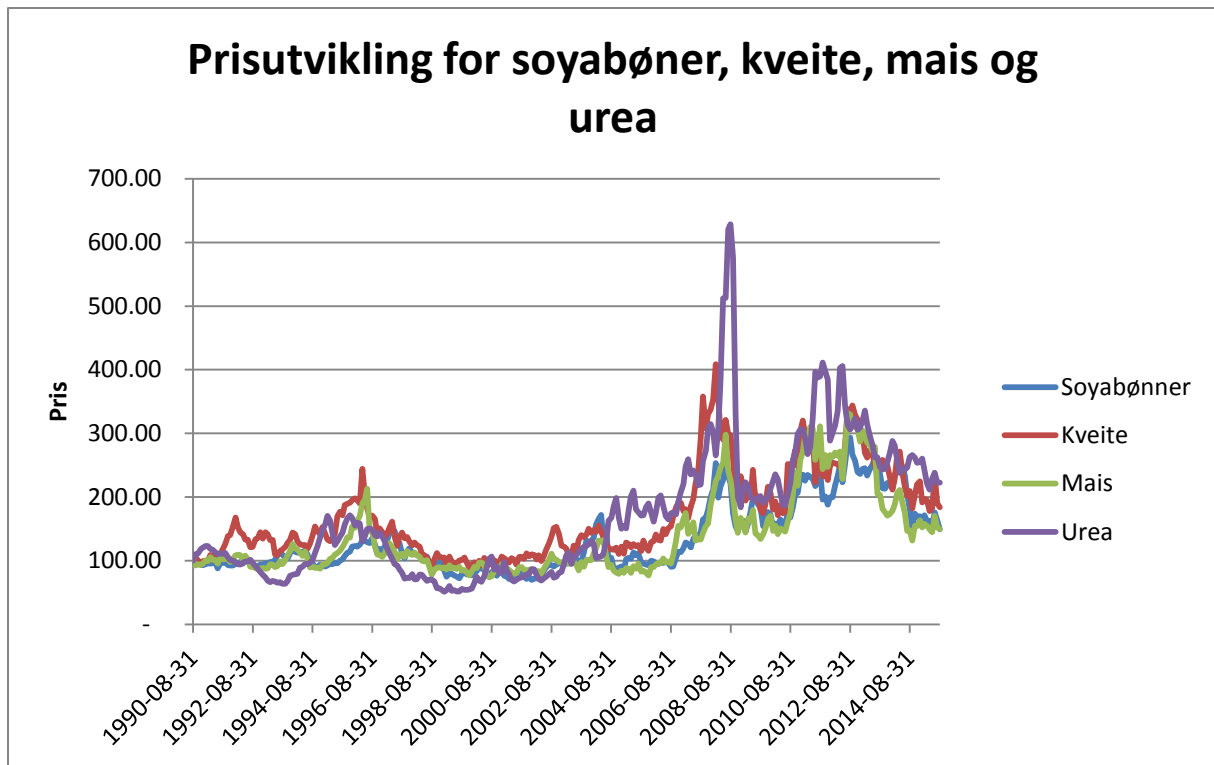


Figur 10: Viser kor mykje kunstgjødsel utgjer av kostnaden på plantane. (Huang et al. 2009)

Avling	2013		2000	
	Antall hektar (million)	Produksjon (million tonn)	Antall hektar (million)	Produksjon (million tonn)
Kveite	219	716	215	586
Mais	185	1018	137	592
Soyabønner	112	276	74	161

Tabell: Avlingar i verden (FAOSTAT)

Som vi ser i tabellen over er kveite det største av desse landbruksprodukta når det gjeld areal, medan mais er størst når det gjeld avling. Dette gjev meining når ein ser på figuren over, om kor mykje kunstgjødsel ein brukar per mål. Soyabønner er berre halvparten so stor som kveite når det gjeld areal, det kan difor tenkjast at dette også fører til ei mindre påverking på kunstgjødselprisen.



Figur 11: Viser prisutviklinga for soya, kveite, mais og urea i perioden august 1990 til august 2015.

Som vi ser av grafen over har det vore ein viss samanheng mellom prisane i desse råvarene. Etter år 2004 ser vi at ureaprisen har skilt seg litt frå dei andre prisane. Vi ser også at ureaprisen følgde etter kveiteprisen under matvarekrisa i 2007-2008 og at den då nådde eit mykje høgare nivå enn dei andre produkta. Frå 2004 ser det ut til at ureaprisen har etablert seg på eit høgare nivå enn dei andre produkta, i forhold til før 2004.

#### Deskriptiv statistikk for pris:

Råvare	Obs	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Max
Urea	298	208,41	126,19	63	770
Soyabønner	298	807,28	327,83	421	1764,5
Kveite	298	446,46	177,53	233	1073
Mais	298	334,83	153,41	180,25	806,5

#### Deskriptiv statistikk for gjennomsnitt månedleg avkastning:

Råvare	Obs	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Max
Urea	298	0,23%	0,091	-55%	29%
Soyabønner	298	0,14%	0,075	-40%	18%
Kveite	298	0,20%	0,087	-29%	35%
Mais	298	0,15%	0,085	-38%	19%

## Bivariate korrelasjonar

Eg vil først sjå på bivariate korrelasjonar. Dette vil gje meg eit inntrykk av kva av desse tre kornprodukta som har den tettaste relasjonen til urea.

Periode	Kveite	Mais	Soyabønner	Obs
Heile perioden	<b>0.85</b>	0.81	0.82	301
August 1990 - August 1995	<b>0.43</b>	0.41	-0.12	61
September 1995 - August 2000	<b>0.78</b>	0.71	0.69	60
September 2000 – August 2005	0.30	-0.11	<b>0.40</b>	60
September 2005 – August 2010	0.65	<b>0.74</b>	0.63	60
September 2010 – August 2015	0.45	<b>0.69</b>	0.43	60
August 1990 – August 2002	<b>0.68</b>	0.59	0.47	145
September 2002 – August 2015	<b>0.78</b>	<b>0.78</b>	0.72	156

Tabell: Korrelasjon mellom prisen på urea og hhv. kveite, mais og søyabønner.

Periode	Kveite	Mais	Soyabønner	Obs
Heile perioden	-0.09	<b>-0.03</b>	-0.06	298
August 1990 - August 1995	-0.02	0.04	<b>0.05</b>	61
September 1995 - August 2000	-0.20	<b>-0.22</b>	-0.13	60
September 2000 – August 2005	-0.07	-0.21	<b>-0.27</b>	60
September 2005 – August 2010	0.04	<b>0.24</b>	0.14	60
September 2010 – August 2015	-0.34	-0.29	<b>-0.23</b>	57
August 1990 – August 2002	-0.08	-0.06	<b>-0.05</b>	142
September 2002 – August 2015	-0.08	<b>-0.01</b>	-0.06	156

Tabell: Korrelasjon mellom logaritmiske prisendringar på Urea og hhv. kveite, mais og søyabønner.

Først vil eg sjå på den første tabellen, som omhandlar korrelasjonar basert på prisar. Her ser eg at kveite er tettast korrelert med urea, både over heile perioden og i begge periodane når vi delar perioden i to. Når eg delar perioden i fem er kveite tettast korrelert i dei to første periodane, medan soyabønner er tettast korrelert i den midtre perioden. I dei to siste periodane er mais tettast korrelert. Dette gjeld også for den siste perioden når vi delar i to, her har mais og kveite same korrelasjonskoeffisient. Vi kan difor sjå ein tendens til at kveite er tettast korrelert med urea, følgt av mais og deretter soyabønner.

Når eg ser på korrelasjonar basert på prisendringar er det ganske annleis. Over heile perioden har mais den tettaste korrelasjonen, men alle har negativ korrelasjon til ureaprisendringane. Dette gjeld generelt for alle periodane, utanom perioden som omfattar matvarepriskrisa i 2007-2008. Berre i den første perioden finn eg positive verdiar, då kjem soyabønner best ut, tett følgt av mais. Kveite er også negativ i den perioden.

Utifrå resultatata eg har fått ved hjelp at bivariate korrelasjonar kan eg ikkje seie at hypotesa er styrka. Eg ser generelt liten samanheng mellom ureaprisar og matvareprisar når eg ser på prisendringar og eg ser ingen indikasjon på at kveite og mais følgjer urea tettare enn det soyabønner gjer. I seinare modellar vil eg teste med lags for å finne ut om prisar i forskjellige periodar kan påverke prisen i andre periodar.

## Multikollinearitet

Eg har allereie forklart denne testen i det førre delkapittelet. Eg kjører også her ein multikollinearitetstest for å sjå om vi kan ha eit problem med dette i dei modellane som følgjer i dette delkapittelet.

```
Collinearity Diagnostics
```

Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerance	R- Squared
lrw	1.46	1.21	0.6864	0.3136
lrc	1.84	1.36	0.5433	0.4567
lrs	1.58	1.26	0.6349	0.3651
Mean VIF	1.62			

Denne tabellen over viser testresultata frå ein multikollinearitetstest basert på ein modell med prisendringar. Den er gjort med omsyn til logaritmiske prisendringar for hhv kveite (lrw), mais (lrc) og soyabønner (lrs). Ein kan sjå av resultata at det ikkje finst nokon problem i modellane som ser på prisendringar.

```
Collinearity Diagnostics
```

Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerance	R- Squared
lnw	7.04	2.65	0.1419	0.8581
lnc	9.40	3.07	0.1064	0.8936
lns	8.51	2.92	0.1175	0.8825
Mean VIF	8.32			

Tabellen over tek føre seg multikollinearitet i modellane som går på dei logaritmiske prisane til hhv kveite (lnw), mais (lnc) og soyabønner (lns). Eg ser at VIF-resultata frå mais er veldig nært den kritiske verdien på 10. Verdien held seg likevel innanfor det som er akseptabelt i følgje Wooldridge. Eg kan difor konkludere med at eg ikkje vil ha problem med multikollinearitet i dette delkapittelet.

## Regresjonar

Eg starta med å kjøre regresjon på logaritmiske prisendringar etter følgjande modell:

$\ln \Delta p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \Delta p_t^w + \alpha_2 \ln \Delta p_t^c + \alpha_3 \ln \Delta p_t^s + u$ , der  $\ln \Delta p_t^u$  er den logaritmiske prisendringa for urea, medan  $\ln \Delta p_t^w$ ,  $\ln \Delta p_t^c$ , og  $\ln \Delta p_t^s$  er den logaritmiske prisendringa for hhv kveite, mais og soyabønner.

Frå denne regresjonen fann eg ingen signifikante samanhengar, verken over heile perioden eller i nokon av delperiodane. Over heile perioden fann eg nokon positive samanhengar mellom urea og mais, sjølv om vi ikkje kan seie noko utifrå desse regresjonane so forventar eg ein litt større samanheng mellom mais og urea i dei neste regresjonane.

Regresjon med prisar utan lag						
$\ln p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_t^w + \alpha_2 \ln p_t^c + \alpha_3 \ln p_t^s + u$						
Der $\ln p_t^u$ er den logaritmiske prisen for urea i ein gitt periode, $\alpha_0$ er konstanten og $\ln p_t^w$ , $\ln p_t^c$ og $\ln p_t^s$ er den logaritmiske prisen for hhv kveite, mais og soyabønner i den gitte perioden.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Kveite	<b>0.953</b> <b>(7.63)</b>	0.025 (0.14)	<b>1.329</b> <b>(3.59)</b>	-0.681 (1.92)	0.228 (1.31)	<b>-0.59</b> <b>(-2.77)</b>
Mais	-0.114 (-0.08)	<b>2.000</b> <b>(5.77)</b>	-0.304 (-0.90)	<b>-3.081</b> <b>(-8.49)</b>	<b>0.851</b> <b>(3.91)</b>	<b>0.759</b> <b>(6.75)</b>
Soyabønner	<b>0.433</b> <b>(3.21)</b>	<b>-2.927</b> <b>(-6.41)</b>	0.176 (0.68)	<b>1.733</b> <b>(7.42)</b>	-0.185 (-0.84)	-0.029 (-0.17)
Konstant	<b>-3.382</b> <b>(-10.37)</b>	<b>12.357</b> <b>(5.29)</b>	<b>-2.477</b> <b>(-2.82)</b>	<b>6.643</b> <b>(4.61)</b>	0.449 (0.65)	<b>5.133</b> <b>(6.67)</b>
R <sup>2</sup>	0.74	0.49	0.67	0.64	0.59	0.58

I denne regresjonsmodellen har eg forsøkt å forklare prisen på urea med prisen på kveite, mais og soyabønner i same periode. Vi ser at både kveite og soyabønner har ein signifikant samanheng når vi ser på heile perioden. Kveite har den største samanhengen. Mais har ein signifikant samanheng i fire av fem periodar, men mellom år 2000 og 2005 er denne samanhengen negativ. Kveite har ein signifikant samanheng i to av fem periodar, men den siste perioden, frå 2010 til 2015 er denne negativ. Soyabønner har ein signifikant samanheng i to periodar og ein av desse er negative. Det er vanskeleg å trekke nokon klare slutningar utifrå denne regresjonen, men eg tek med meg at kveite og soyabønner viser ein signifikant samanheng når ein ser på heile perioden. Eg tek også med meg at mais viser ein stor signifikant samanheng i begge dei to siste periodane.

### Regresjon med lag

Regresjon for prisendringar med lag						
$\ln \Delta p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \Delta p_{t-1}^w + \alpha_2 \ln \Delta p_{t-1}^c + \alpha_3 \ln \Delta p_{t-1}^s + u$						
Der $\ln \Delta p_t^u$ er dei logaritmiske prisendringane for urea i ein gitt periode, $\alpha_0$ er konstanten og $\ln \Delta p_{t-1}^w$ , $\ln \Delta p_{t-1}^c$ og $\ln \Delta p_{t-1}^s$ er dei logaritmiske prisendringane for hhv kveite, mais og soyabønner i periode t-1.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Kveite	0.112 (0.16)	-0.043 (-0.38)	-0.055 (-0.35)	0.174 (0.94)	-0.048 (-0.26)	-0.098 (-0.69)
Mais	0.111 (1.33)	0.277 (1.44)	-0.031 (-0.20)	-0.262 (-1.27)	<b>0.442</b> <b>(2.27)</b>	0.016 (0.09)
Soyabønner	0.057 (0.65)	0.416 (-1.77)	-0.193 (-0.97)	0.078 (0.53)	0.289 (1.25)	0.151 (0.67)
Konstant	0.002 (0.39)	0.006 (0.88)	-0.015 (-1.36)	0.013 (1.15)	-0.004 (-0.22)	-0.005 (-0.49)
R <sup>2</sup>	0.02	0.05	0.04	0.03	0.21	0.02



Regresjon for prisar med lag						
$\ln p_t^u = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_{t-1}^w + \alpha_2 \ln p_{t-1}^c + \alpha_3 \ln p_{t-1}^s + u$						
Der $\ln p_t^u$ er dei logaritmiske prisane for urea i ein gitt periode, $\alpha_0$ er konstanten og $\ln p_{t-1}^w$ , $\ln p_{t-1}^c$ og $\ln p_{t-1}^s$ er dei logaritmiske prisane for hhv kveite, mais og soyabønner i periode t-1.						
	Heile perioden	Nov-90 – nov 95	Des 95 – nov 00	Des 00 – nov 05	Des 05 – nov 10	Des 10 – aug 15
Obs	298	61	60	60	60	57
Kveite	<b>0.995</b> <b>(8.09)</b>	0.190 (0.98)	<b>1.182</b> <b>(3.06)</b>	<b>0.744</b> <b>(2.10)</b>	<b>0.382</b> <b>(2.50)</b>	<b>-0.519</b> <b>(-2.30)</b>
Mais	-0.186 (-0.14)	<b>2.004</b> <b>(5.75)</b>	-0.079 (-0.23)	<b>-3.112</b> <b>(-8.55)</b>	<b>0.861</b> <b>(4.53)</b>	<b>0.741</b> <b>(6.34)</b>
Soyabønner	<b>0.402</b> <b>(3.02)</b>	<b>-2.766</b> <b>(-5.93)</b>	-0.010 (-0.04)	<b>1.811</b> <b>(7.80)</b>	-0.285 (-1.48)	-0.069 (-0.37)
Konstant	<b>-3.381</b> <b>(-10.50)</b>	<b>10.346</b> <b>(4.52)</b>	-1.688 (-1.89)	5.960 (4.17)	0.100 (0.16)	-0.069 (-0.37)
R <sup>2</sup>	0.74	0.50	0.61	0.66	0.68	0.56

I den første regresjonsmodellen har eg sett på ureaprisendringane i tidspunkt t, opp mot prisendringane på kveite, mais og soyabønner ein måned tidlegare. Det finst ikkje nokon signifikant samanheng. Den einaste perioden det fanst ein signifikant samanheng var mellom urea og mais frå desember 2005 til november 2010.

Deretter har eg teke føre meg regresjon basert på logaritmiske prisar. Framleis i tidspunkt t mot t-1 på dei tre landbruksråvarene. Over heile perioden finn eg signifikant samanheng mellom urea og både soyabønner og kveite. Når eg delar opp i fem periodar finn eg framleis ein signifikant samanheng for kveite i periode 2, 3 og 4, men i periode 5 er det ein negativ signifikant samanheng. For mais finn eg signifikant positiv samanheng i den første og begge dei to siste periodane. Dette er det same som eg fann i den førre regresjonen. For soyabønner finn eg ein signifikant negativ samanheng i periode 1 og ein signifikant positiv samanheng i periode 3. I periode 1, 4 og 5 er det ein usignifikant negativ samanheng.

Kveite, mais og soyabønner er sesongbaserte råvarer og ein måned er i dei fleste tilfeller ikkje nok tid til å påverke etterspurnaden etter kunstgjødsel. Det er sannsynleg at ein auke i prisen på desse landbruksprodukta vil kunne påverke prisen på kunstgjødsel i den påfølgande sesongen. Ut frå regresjonsanalysen kan det sjå ut til at prisen på kveite og mais påverkar ureaprisen i noko større grad. Det er vanskeleg å konkludere med noko fordi alle råvarene har både signifikante positive og negative relasjonar til urea i forskjellige periodar. Eg kan difor ikkje konkludere med at hypotesa er styrka.

## Granger-kausaltet

Eg vil no gå vidare til å sjå etter Granger-kausaltet. AIC informasjonskriterietest viser at eg skal bruke 3 lags i VAR-testen.

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
lru	lrw	2.1298	3	0.546
lru	lrc	2.9595	3	0.398
lru	lrs	.94867	3	0.814
lru	ALL	17.862	9	0.037
lrw	lru	4.6159	3	0.202
lrw	lrc	2.4906	3	0.477
lrw	lrs	3.6155	3	0.306
lrw	ALL	10.713	9	0.296
lrc	lru	3.8491	3	0.278
lrc	lrw	3.9115	3	0.271
lrc	lrs	6.4795	3	0.090
lrc	ALL	13.284	9	0.150
lrs	lru	1.666	3	0.645
lrs	lrw	13.467	3	0.004
lrs	lrc	7.221	3	0.065
lrs	ALL	26.871	9	0.001

Tabell: Granger-kausaltet mellom urea (lru), kveite (lrw), mais (lrc) og soyabønner (lrs)

Denne testen viser ingen singifikante Granger-kausaltetar mellom urea og desse tre landsbruksprodukta. Den einaste signifikante samanhengen eg finn er at prisendringane på soyabønner kan vere Granger-forårsaka av prisendringane på kveite. Eg vil igjen dele opp i to periodar, august 1990 til august 2002 og september 2002 til august 2015 for å sjå om eg kan finne nokon andre samanhenger her.

I den første perioden viste AIC informasjonskriterietesten at eg burde bruke 0 lags. Eg testa likevel for 1 og 2 lags men fann ingen signifikante samanhengar. I den andre perioden viste AIC at eg burde bruke 2 lags. Heller ikkje her viste testen nokon indikasjonar på at ureaprisen Granger-forårsakar nokon av landbruksråvarene. Den viste derimot at prisendringane for kveite kan vere Granger-forårsaka av prisendringane på urea i ein tidlegare periode.

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
lru	lrw	.05948	2	0.971
lru	lrc	1.6554	2	0.437
lru	lrs	2.3204	2	0.313
lru	ALL	12.841	6	0.046
lrw	lru	6.1867	2	0.045
lrw	lrc	3.9661	2	0.138
lrw	lrs	1.4375	2	0.487
lrw	ALL	10.997	6	0.088
lrc	lru	2.8256	2	0.243
lrc	lrw	3.8223	2	0.148
lrc	lrs	.58768	2	0.745
lrc	ALL	6.6382	6	0.356
lrs	lru	.23469	2	0.889
lrs	lrw	4.2599	2	0.119
lrs	lrc	7.8794	2	0.019
lrs	ALL	11.683	6	0.069

Dei resultatata eg har fått ved hjelp av Granger-kausalitetesten seier meg lite om problemstillinga for dette delkapittelet. I periode to fann eg ein signifikant verdi som tilseier at kveiteprisen kan bli forårsaka av ureaprisen i ein tidlegare periode. Eg vel å ikkje feste særleg lit til denne observasjonen, då eg ikkje finn igjen denne samanhengen når eg ser på heile perioden under eit.

## Konklusjonar

Den første testen eg gjennomførte var for bivariate korrelasjonar. Når eg brukte logaritmiske prisar som grunnlag for analysen fann eg den sterkaste relasjonen mellom kveite og urea. Mais hadde den sterkaste relasjonen i dei to siste periodane medan soyabønnene hadde den sterkaste relasjonen i periode tre. Når eg undersøkte prisendringar fann eg ingen resultat som er nyttige for å vurdere hypotesa. Eg kan difor ikkje dra nokon slutningar i forhold til hypotesa utifrå denne testen.

Vidare gjennomførte eg regresjonar, utan tidslag, med urea mot både kveite, mais og soyabønner. Først gjennomførte eg regresjonen basert på prisendringar, der fann eg svært få signifikante resultat. Denne regresjonen er difor heller ikkje gjengjeve i oppgåva. Når eg såg på prisar fann eg at kveite og soyabønner viste ein signifikant relasjon med urea når ein såg heile perioden under eit. Eg fann også her at mais viste ein sterkare relasjon i dei to siste periodane. Eg fann ikkje nokon signifikante resultat som kunne styrke eller svekka hypotesa mi.

Deretter gjennomførte eg desse regresjonane med tidslag. Eg tok ureaprisen i periode t og køyrde regresjon av denne mot kveite, mais og soyabønner i periode t-1, altså ein månad før. Først køyrde eg regresjonen med prisendringar, her fann eg berre ein liten signifikant samanheng, mellom urea og mais i periode 4. Når eg køyrde regresjonen basert på prisar so fann eg fleire signifikante samanhengar. Over heile perioden hadde soyabønner og kveite ein signifikant positiv samanheng. Mais hadde framleis ein signifikant positiv samanheng i dei to siste periodane. Soyabønner har kanskje den svakaste samanhengen om ein ser på alle resultatata samla, men det er ikkje sterke nok resultat til å konkludere med noko.

Til slutt såg eg på Granger-kausaltet, dette var den testen eg på førstehand hadde størst forventningar til. I denne testen vert det berre brukt prisendringar. Granger-testen vart først gjennomført for heile perioden, der fann eg ingen signifikante resultat knytt til urea. Eg delte deretter perioden opp i to, i håp om at dette kunne gie meg nokon signifikante resultat. I den første perioden skulle eg ifylgje AIC ikkje bruke nokon lags, eg gjennomførte den likevel med ein og to lags, men fann ingen signifikante resultat. For periode to fann eg eit signifikant resultat. Det tilsa at ureaprisen kan vere nyttig for å predikere kveiteprisen, altså at ureaprisen kan påverke kveiteprisen i framtida. Utifrå desse resultatata konkluderar eg med at hypotesa mi er svekka. Eg finn ingen resultat som viser at kveite og mais påverkar ureaprisen meir enn det soyabønner gjer. Eg finn heller ingen resultat som tilseier at kornprisen påverkar ureaprisen i nokon grad.

Test	Hypotese
Bivariate korrelasjonar	Nøytral
Regresjon med urea mot kveite, mais og soyabønner	Nøytral
Regresjon med lag	Nøytral
Granger-kausaltet	Svekka
<b>Samla vurdering</b>	<b>Delvis svekka</b>

Den samla konklusjonen for hypotesa blir at den er delvis svekka. Eg finn ikkje noko som tydar på at prisutvikling på mais og kveite påverkar prisen på urea meir enn det soyabønner gjer. Eg finn heller ingen resultat som viser at kornprisane driv ureaprisen på nokon måte. Dersom ein studerar grafen i starten av dette delkapittelet kan det sjå ut til at ein oppgong i kveiteprisen fører til ein seinare

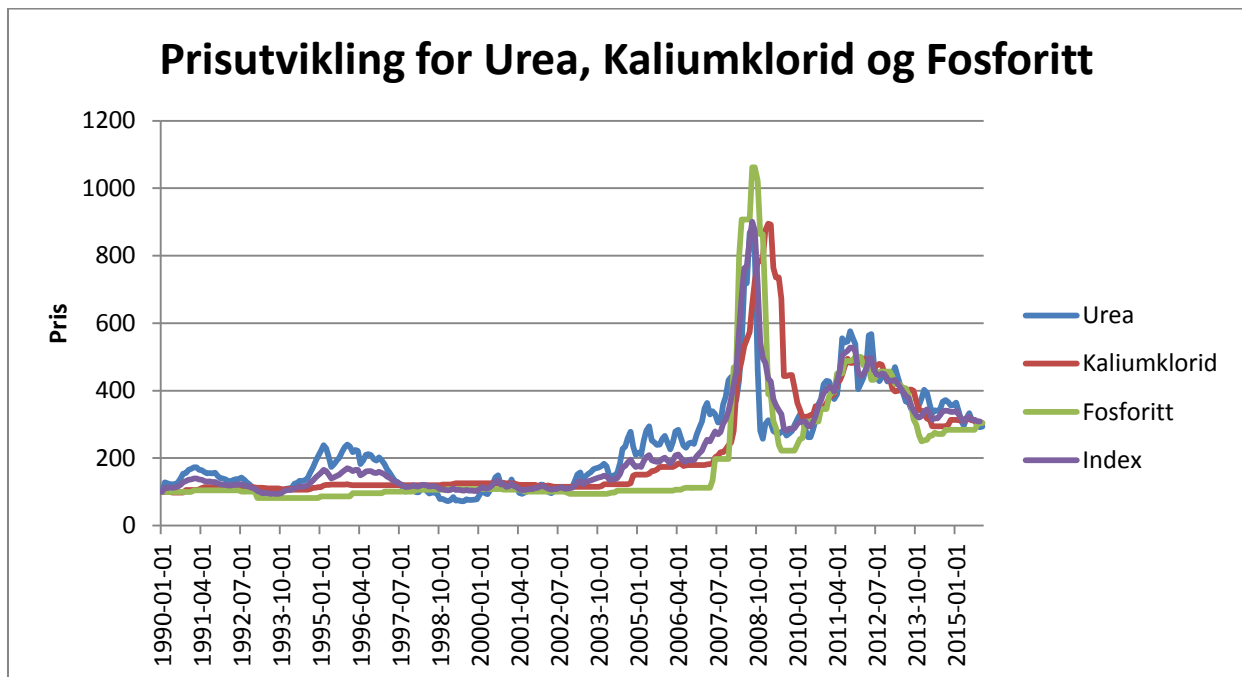
oppgong i ureaprisen i ein seinare periode, men mine testar har ikkje klart å avdekke ein slik samanheng. Det kan vere naturleg å tenkje at ein prisoppgong for eit landbruksprodukt vil kunne påverke ureaprisen i den neste sesongen. Dette er vanskeleg å måle, då det alltid er sesong ein stad i verda, enten på den nordlege eller sørlege halvkule. Ein slik effekt kan difor bli spreidd utover ein lenger periode.

### 4.3 Prisutvikling for Urea, Fosfor og Kalium i perioden 2009 til 2014

Hypotese: Urea, fosfor og kalium har hatt ei lik prisutvikling i perioden 2009 til 2014

I dette siste delkapittelet vil eg ta føre meg utviklinga i kunstgjødselmarknaden. Tidlegare i oppgåva har eg berre brukt urea som referanse for kunstgjødsel. Dette er fordi urea er den mest handla kunstgjødselråvara. Prisen på kalium og fosfor har vore veldig stabil. Dette har endra seg dei siste 12 åra, i løpet av desse åra har det til del vore store sprang i prisane på både kalium og fosfor. I denne delen vil eg ta utgangspunkt i Weber et.al (2014), dei undersøkte prisane på kunstgjødselråvarer opp mot Verdsbanken sin kunstgjødselindeks. Weber tok utgangspunkt i to periodar, 1981 til 2007 og 2007 til 2011. Målet er å finne ut om nokon av råvarene som inngår i NPK bevegar seg annleis enn dei andre.

Eg vil løyse denne oppgåva ved å sjå på korrelasjonar og volatilitet. Eg vil nytte meg av grafar og tolke desse. Eg vil ta utgangspunkt i perioden 2009 til 2014, dette er perioden etter den svært ustabile matvarepriskrisa i 2007-2008.



Figur 12: Viser prisutviklinga for Urea, Kaliumsklorid og Fosforitt mellom 1990 og 2015.

#### Korrelasjon

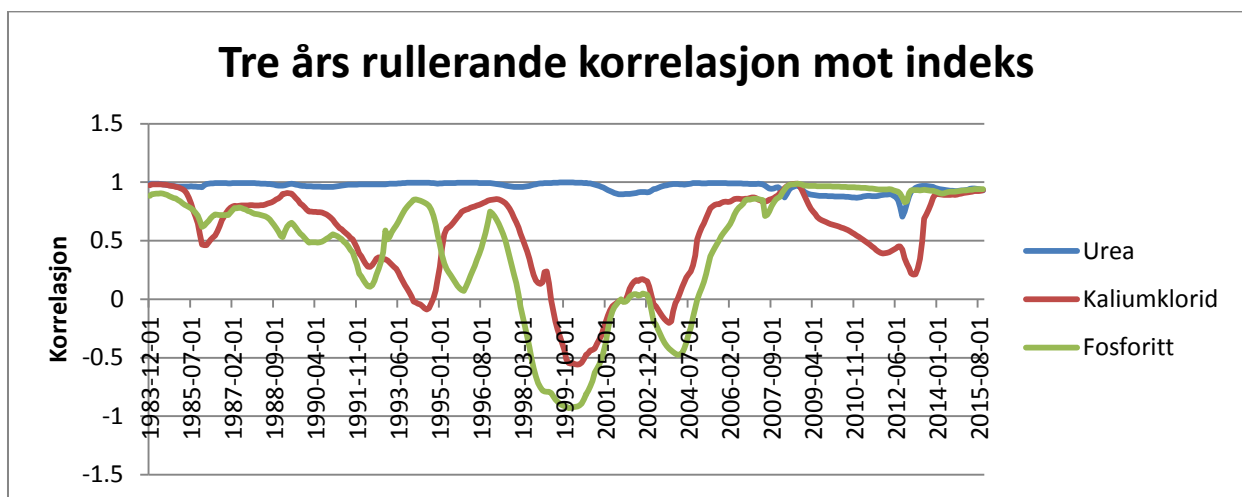
	Index	Kaliumklorid	Fosforitt	Urea
Index	1			
Kaliumklorid	0.43 (0.79)	1		
Fosforitt	0.94 (0.96)	0.46 (0.78)	1	
Urea	0.88 (0.92)	0.08 (0.57)	0.70 (0.80)	1

Korrelasjon i perioden 2009 til 2014, med perioden 2004-2009 i parentes.

Ein kan sjå at Kaliumklorid skil seg mykje frå dei andre råvarene, dersom eg studerar grafen over kan eg sjå at toppen til Kaliumklorid kjem seinare enn for dei to andre råvarene. Denne toppen kjem inn i den perioden eg testar for. Dette kan også observerast i appendix 5. Eg vil difor kjøre ein ny korrelasjonstest der eg ser på 2010 til 2014. Dette er for å finne ut om den store skilnaden berre stammar for det første året i testperioden min.

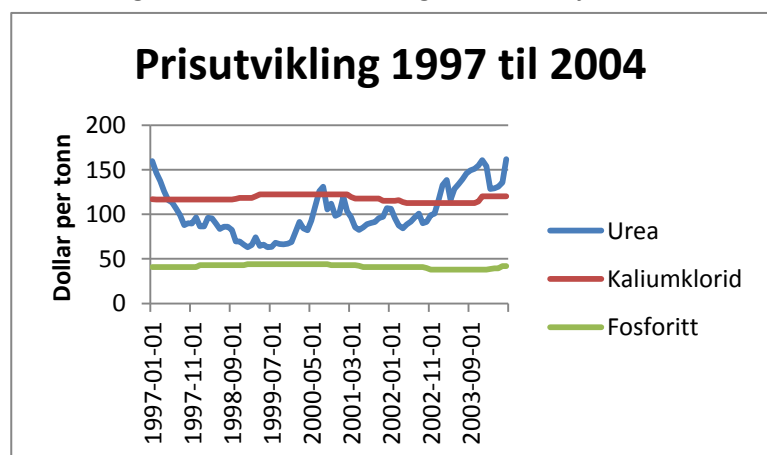
	Index	Kaliumklorid	Fosforitt	Urea
Index	1			
Kaliumklorid	0.29 (0.90)	1		
Fosforitt	0.91 (0.92)	0.23 (0.91)	1	
Urea	0.87 (0.95)	-0.13 (0.79)	0.71 (0.78)	1

Korrelasjon for perioden 2010 til 2014, med perioden 2011-2014 i parentes.

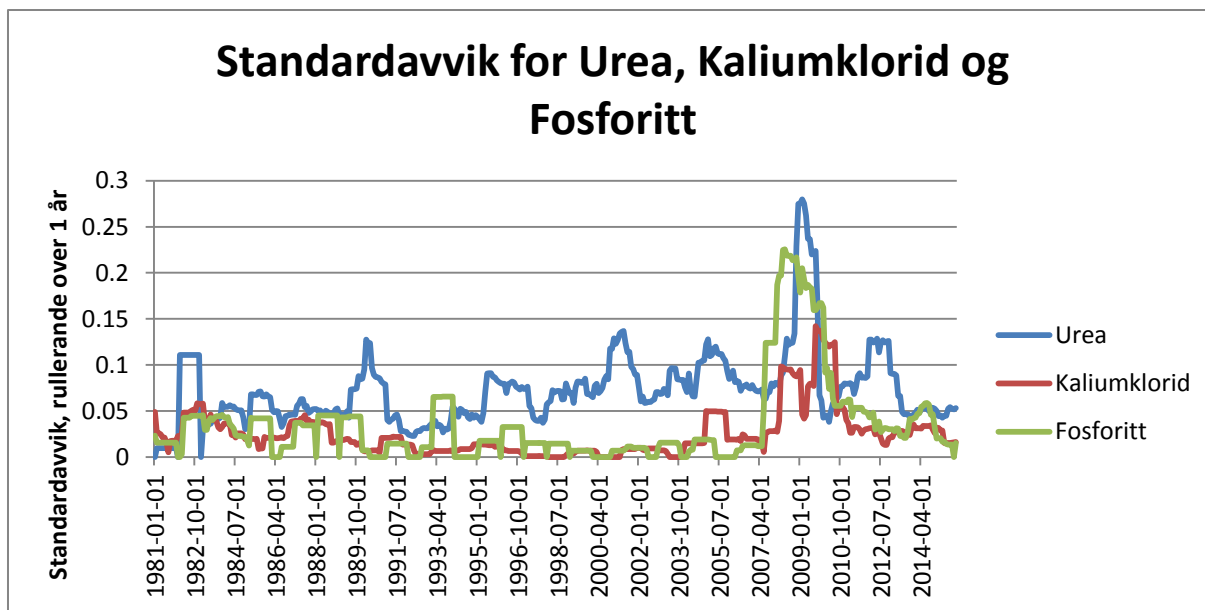


Figur 13: Tre års rullerande korrelasjon mellom kunstgjødselindeks og råvarene.

Grafen over viser korleis råvarene har korrelert med kunstgjødselindexen over tid. Ein kan tydeleg sjå at urea er den viktigaste råvara i indeksen og ureaprisen er difor tett korrelert med denne. Grafen viser også at det til tider har vore store skilnadar i prisutviklinga på råvarene. Den viser også at korrelasjonen har variert mykje. Både fosforitt og kaliumklorid hadde negativ korrelasjon mot urea rundt år 2000. Dette kan enkelt forklarast med at prisen på både fosforitt og kaliumklorid omtrent var utan bevegelse i denne perioden. For å vise dette legg eg inn ein graf med prisutviklinga i faktiske prisar mellom år 1997 og 2004.

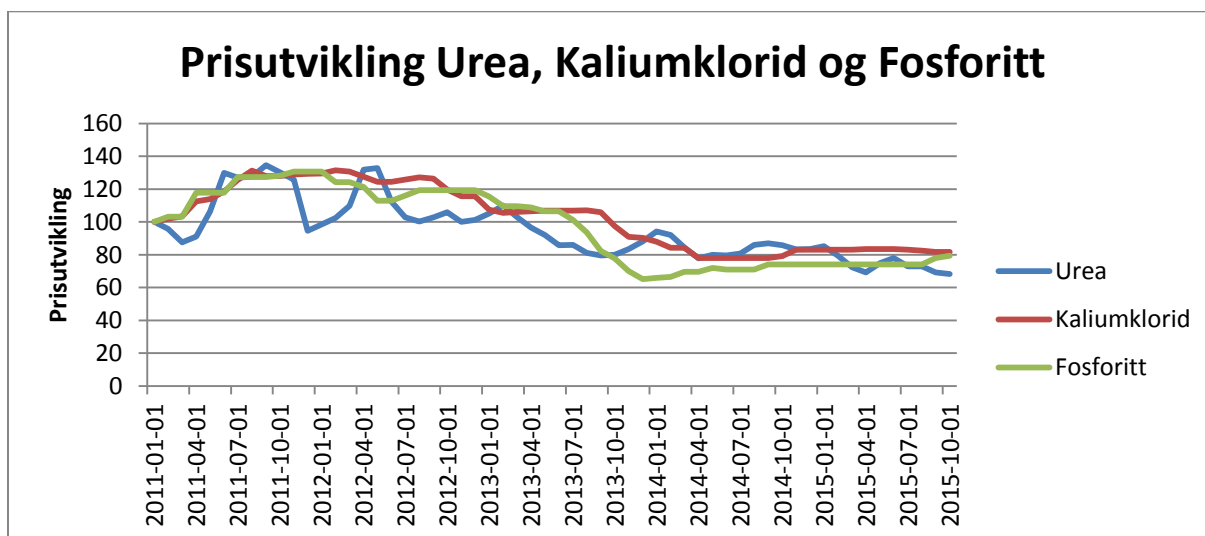


Figur 14: Prisutvikling for Urea, Kaliumklorid og Fosforitt frå 1997 til 2004



Figur 15: Rullerande standardavvik for Urea, Kaliumklorid og Fosforitt

Av grafen over kan eg sjå at det til tider har vore lite aktivitet i råvarene, spesielt kaliumklorid og fosforitt. Grafen viser meir bevegelse mot slutten av perioden. Alle prisane og volatiliteten toppa seg i 2008/2009 med matvarepriskrisa. Etter det verkar prisane å ha stabilisert seg på eit likt nivå. Kaliumsklorid brukar litt lenger tid på å kome seg ned på dette nivået og når det først i 2011.



Figur 16: Prisutvikling for Urea, Kaliumsklorid og Fosforitt, utgangspunkt i 2011

Som vi kan sjå av grafen over har prisutviklinga for dei tre aktuelle kunstgjødselråvarene vore ganske lik sidan år 2011. Alle råvarene har ein korrelasjon på 90% eller over i forhold til Verdsbanken sin kunstgjødselindeks.

## Konklusjonar

Urea, kaliumklorid og fosforitt har i lange periodar hatt høg korrelasjon, Weber et.al (2014) undersøkte perioden mellom 1980 og 2011. Weber tok utgangspunkt i forskjellige fosforprodukt og



urea. Han samanlikna desse opp mot Verdsbanken sin kunstgjødselindeks. Han fann at produkta i perioden desember 1981 til mai 2007 var veldig stabile. I 2007 kom den store matvarepriskrise, dette førte til at matvareprisane auka kraftig. Når matvareprisane auka kraftig førte det til at dei drog med seg kunstgjødselprisen. Denne krisa vart avløyst av finanskrisa som drog med seg alle prisane ned igjen. Etter dette kan vi sjå at kunstgjødselprisane har funne eit felles nivå. Urea og fosforitt fann dette nivået fortare, medan kaliumklorid kom nokon månader seinare. På vegen opp nådde både urea og fosforitt toppnivået i august 2008. Kaliumklorid nådde først toppnivået i februar 2009. Når prisane stupte so var det først urea som stupte, fosforitt følgde ein måned seinare medan kaliumklorid først følgde fleire månader seinare. Urea er det mest handla av desse råvarene, og det er naturleg at dette reagerar først. Men det er likevel interessant at prisen på kaliumklorid slik lang tidslag i forhold til dei to andre råvarene. Det finst ikkje eit stort fungerande futuresmarknad for desse råvarene. Med ein slik marknad ville det kanskje ha vore annleis.

Hypotesa mi i dette delkapittelet var at urea, fosforitt og kaliumklorid har hatt ei lik prisutvikling etter matvarekrise, altså i perioden 2009 til 2014. Etter å ha studert prisutvikling, korrelasjon og volatilitet kan eg konkludere med at dette ikkje stemmer. Kaliumklorid stabiliserte seg ikkje på det same nivået som dei to andre råvarene før seint i 2010. Frå 2011 er det derimot ein høg korrelasjon mellom desse råvarene. Eg vil anta at aukande aktivitet i desse marknadene er med på å auke korrelasjonen. Huang (2009) peika på sterke eksportorganisasjonar innanfor både kalium og fosfor, med stor marknadsmakt. Dette kan vere med på å forklare kvifor prisen på kalium heldt seg høg etter 2009.

## 5. Konklusjon

Hypotese	Konklusjon
#1: Prisen på urea er påverka av prisen på kol i større grad enn prisen på naturgass og olje.	<b>Delvis styrka</b>
#2: Soyabønner påverkar prisen på urea i mindre grad enn kva mais og kveite vil gjere.	<b>Delvis svekka</b>
#3: Urea, fosfor og kalium har hatt ei lik prisutvikling i perioden 2009 til 2014	<b>Svekka</b>

I denne oppgåva har eg forsøkt å finne ut korleis kunstgjødsel vert påverka og vert påverka av andre råvarer. Eg arbeidde ut ifrå to hovudhypoteser. I den første ynskte eg å finne ut korleis energiprisane påverka kunstgjødsel, om energiprisen er viktig for kunstgjødselprisen har mange undersøkt og fått bekrefta før meg. Eg ynskte å sjå på skilnaden mellom dei tre store energiråvarene, olje, naturgass og kol. I Gjødselaktuelt 1/2015 skreiv Mogens Erlingson og Ola Nyhus at kolprisen påverka kunstgjødselprisen i større grad enn det olje gjorde. Eg ynskte å finne ut om dette stemde.

For å undersøkje denne hypotesa testa eg for fire samanhengar, bivariate korrelasjonar, regresjon utan tidslag, lead-lag relasjonar og . Først testa eg for bivariate korrelasjonar, eg testa både prisar og prisendringar. Når eg testa med prisar fann eg størst korrelasjon mellom kol og urea i alle utanom ein delperiode. Ved prisendringar fann eg har olje og kol var tettast korrelert med urea. Når eg gjekk vidare til regresjonar med prisar utan tidslag fann eg at kolprisen viste den største samanhengen med urea over heile perioden. Den hadde ein signifikant positiv samanheng i alle periodar. Naturgass viste den minste samanhengen. Når eg køyrde regresjonar med prisendringar fann eg igjen at olje og kol viste størst samanheng med urea. Vidare testa eg for lead-lag relasjonar, her fann eg igjen at kol og olje viste den største samanhengen. Den siste testen var ein Granger-kausaltetstest. Her fann eg at olje og kol viste ein like stor signifikant samanheng over heile perioden. Når eg delte i to fann eg at olje viste den største samanhengen i periode ein medan kol viste den største samanhengen i periode to. Samla konkluderte eg med at hypotesa er delvis styrka. Kol viser den største samanhengen om ein ser på samanhengar utan tidslag, dette betyr at dei bevegar seg saman. Når ein legg på ein tidslag for å prøve å finne ut om energiproduktet kan påverke kunstgjødselprisen i framtida finn eg at olje og kol er like signifikante. Naturgass viser den minste samanhengen i alle testane.

Mi andre hypotese handla om den andre sida av kunstgjødsel, nemleg landbruksprodukt. Kunstgjødsel er ein svært viktig innsatsfaktor i dagens landbruk, eg ynskte å finne ut korleis kunstgjødsel påverka ulike landbruksprodukt. Mange andre har sett på, og funne samanhengar mellom olje og korn. Andre, for eksempel Ott (2012) såg på og konkluderte med at matvareprisar forårsakar kunstgjødselprisar. I denne oppgåva valde eg å arbeide utifrå ei hypotese om at det er mindre samanheng mellom prisen på soyabønner og urea enn det er mellom prisen mellom kveite, mais og urea. Bakgrunnen for hypotesa er forklart i innleiinga.

I den andre hypotesa nytta eg meg av dei same testane som i den første hypotesa, med unntak av lead-lag. Her køyrde eg regresjon med urea i periode t mot dei tre andre råvarene i t-1. Først såg eg på bivariate korrelasjonar. Eg fann at alle dei tre råvarene viste sterkast korrelasjon i forskjellige delperiodar. Når eg køyrde regresjonar utan tidslag fann eg at både soyabønner og kveite viste ein

signifikant positiv samanheng over heile perioden. Mais viste ein signifikant samanheng i dei to siste delperiodane. Vidare såg eg på regresjon med tidslag, her viste både kveite og soyabønner ein signifikant positiv samanheng over heile perioden. Mais viste framleis ein signifikant samanheng i dei to siste delperiodane. Til slutt såg eg etter , her fann eg ingen signifikante samanhengar som kunne styrkje hypotesa mi. Samla sett konkluderar eg difor med at hypotesa mi er delvis svekka. Mot slutten av perioden viser mais ein sterkare samanheng enn dei andre råvarene, dette kan stemmer overeins med tidlegare forskning som viser at USA sin biodrivstoffpolitikk har medført ein tettare korrelasjon mellom mais og olje, og dermed også kunstgjødsel.

I tillegg til desse to hypotesane ynskte eg å ha eit tredje delkapittel der eg såg på forskjellige kunstgjødselprodukt. I dei to føregåande hypotesane nytta eg urea som representant for kunstgjødsel. Grunnen for dette er at det har vore lite bevegelse i kunstgjødselprisane og at urea er det produktet som har hatt mest bevegelse. Dei seinare åra har det derimot blitt meir bevegelse og eg ynskte å finne ut om prisane på dei forskjellige kunstgjødselsortane har oppført seg nokså likt. Weber et.al (2014) undersøkte desse samhengane fram mot matvarepriskrisa i 2008/2009. Eg ynska å sjå på perioden etter dette og fram til i dag. Eg valde eit produkt frå kvar av dei tre store ingrediensane i NPK.

For å teste den siste hypotesa nytta eg meg av Verdsbanken sin kunstgjødselindeks og samanlikna dei tre kunstgjødselråvarene opp mot denne. Eg undersøkte korrelasjonar, volatilitet og grafar for prisutvikling for å sjå etter samanhengar. Eg valde å fokusere på ein kort periode etter matvarepriskrisa og denne krisa hang litt igjen inn i perioden eg såg på. Kaliumprisen hadde endå ikkje stabilisert seg og dette førte til at eg fekk eit resultat som gjekk på tvers av mi hypotese. Medan prisen på urea og fosforitt bevegde seg ganske likt frå 2009 gjekk det over eit år før prisen på kaliumklorid stabiliserte seg på dette felles nivået. Hypotesa er difor svekka. Frå 2011 er det derimot etablert ein sterk samanheng mellom desse tre kunstgjødselråvarene. Det kan difor tenkast at råvarene igjen vil ha den store korrelasjonen dei viste før 2007.

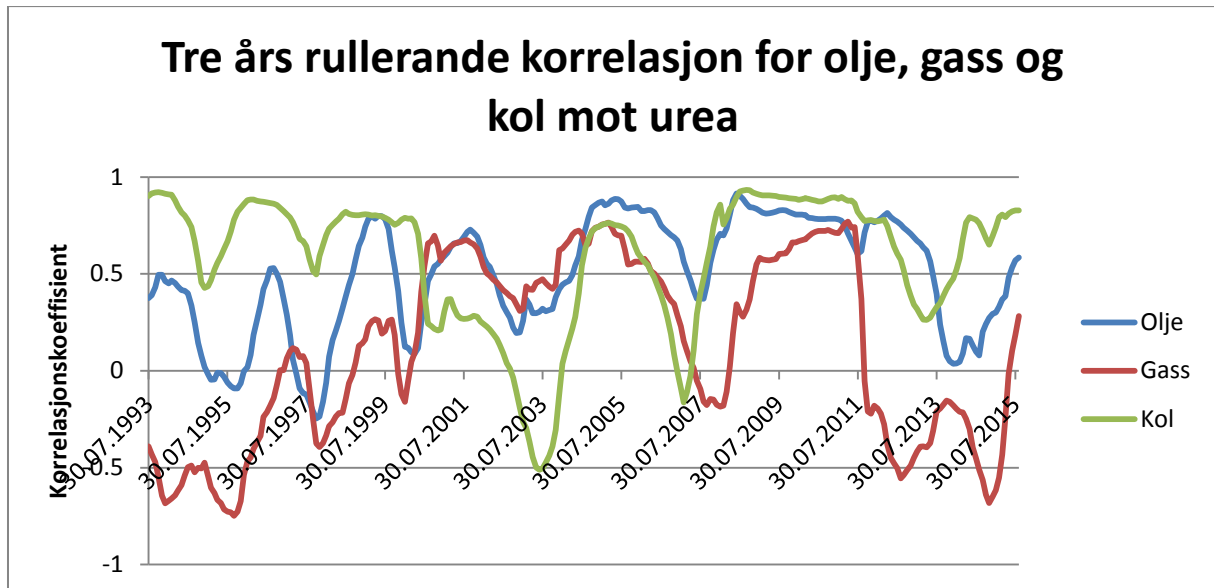
## Referanseliste

- Alghalith, M. (2010). The interaction between food prices and oil prices. *Energy Economics*, 32 (6): 1520-1522.
- Baumeister, C. & Kilian, L. (2014). Do oil price increases cause higher food prices? *Economic Policy*, 29 (80): 691-747.
- Bjørnå, F. (2014). Kunstgjødsel. *Store Norske Leksikon* (lest 10.11.15).
- Blanco, M. (2011). Supply of and access to key nutrients NPK for fertilizers for feeding the world in 2050. *UPM, Madrid*.
- Bruinsma, J. (2009). *The resource outlook to 2050*. Expert meeting on how to feed the world in. 1-33 s.
- Chen, P.-Y., Chang, C.-L., Chen, C.-C. & McAleer, M. (2010). Modeling the Effect of Oil Price on Global Fertilizer Prices. Available at SSRN 1677308.
- D'Altorio, T. (2010). *What to Expect for Future Potash Prices*. Investment U. <http://www.investментu.com/article/detail/16222/potash-prices#.VklV4r8d3T8>: Investment U.
- De Ridder, M., De Jong, S., Polchar, J. & Lingemann, S. (2012). Risks and Opportunities in the Global Phosphate Rock Market. *Robust Strategies in Times of Uncertainty*. Available online: [http://www.phosphorusplatform.eu/images/download/HCSS\\_17\\_12\\_12\\_Phosphate.pdf](http://www.phosphorusplatform.eu/images/download/HCSS_17_12_12_Phosphate.pdf) (accessed on 18 October 2013).
- Erlingson, M. N., Ola. (2015). Hva betyr lavere oljepris for gjødselprisene? *Gjødsel Aktuelt*, 1 (1): 23.
- Etienne, X. L., Trujillo-Barrera, A. & Wiggins, S. (2015). Price and Volatility Transmissions between Natural Gas, Fertilizer, and Corn Markets. *Fertilizer, and Corn Markets (October 30, 2015)*.
- FAO, U. (2009). *How to Feed the World in 2050*. Rome: High-Level Expert Forum.
- Galloway, J. N., Leach, A. M., Bleeker, A. & Erisman, J. W. (2013). A chronology of human understanding of the nitrogen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368 (1621): 20130120.
- Gardebroek, C. & Hernandez, M. (2012). *Do energy prices stimulate food price volatility*. Examining volatility transmission between US oil, ethanol and corn markets. Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2012 Annual Meeting, Seattle, Washington, August. 12-14 s.
- Group, W. B. (2015). *World Development Indicators*. I: Bank, T. W. (red.). <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>: World Bank Publishers (lest 09.11.15).
- Haile, M. G., Kalkuhl, M. & Von Braun, J. (2013). Short-term global crop acreage response to international food prices and implications of volatility. *ZEF-Discussion Papers on Development Policy* (175).
- Huang, W.-Y. (2009). *Factors contributing to the recent increase in US fertilizer prices, 2002-08*: DIANE Publishing.
- Huang, W.-Y., McBride, W. & Vasavada, U. (2009). Recent volatility in US fertilizer prices. *Amber Waves*, 7 (1): 28-31.
- Kenkel, P. (2010). Causes of fertilizer price volatility. *Oklahoma State University, Oklahoma*, 2.
- Malingreau, J.-P., Eva, H. & Maggio, A. (2012). *NPK: Will there be enough plant nutrients to feed a world of 9 billion in 2050?*: Publications Office.
- Mosier, A., Syers, J. K. & Freney, J. R. (2013). *Agriculture and the nitrogen cycle: assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment*, b. 65: Island Press.
- Ott, H. (2012). Fertilizer markets and its interplay with commodity and food prices: Institute for Prospective and Technological Studies, Joint Research Centre.
- Ruder, J. & Bennion, E. (2013). Growing demand for fertilizer keeps prices high.
- Salvagiotti, F., Cassman, K. G., Specht, J. E., Walters, D. T., Weiss, A. & Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*, 108 (1): 1-13.

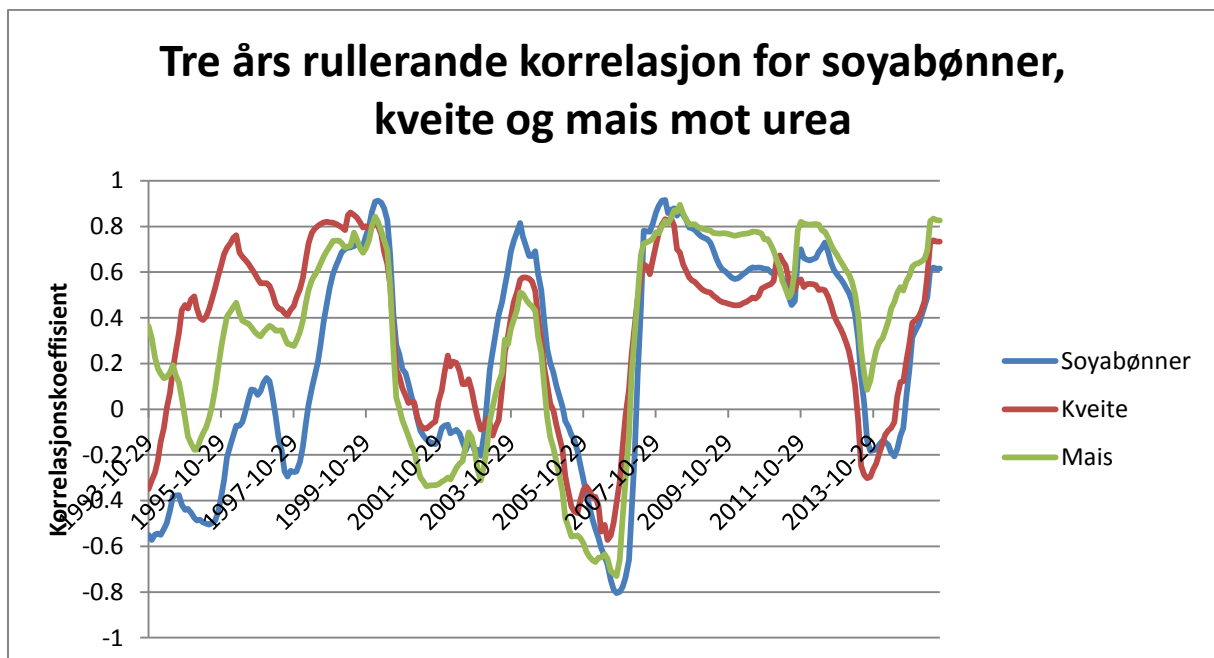
- Sucarrat, G. (2015). *Metode og økonometri : en moderne innføring*. Midlertidig utg. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Tunmo, T. (2011). - Økologisk mat er ren bløff. *Teknisk Ukeblad*.
- Van Kauwenbergh, S. J. (2010). *World phosphate rock reserves and resources*: IFDC Muscle Shoals.
- Vatn, A. (1996). *Policies for reduced nutrient losses and erosion from Norwegian agriculture : integrating economics and ecology*. Norwegian journal of agricultural sciences (trykt utg.), b. no. 23 1996. Ås: Ås Science Park.
- Weber, O., Delince, J., Duan, Y., Maene, L., McDaniels, T., Mew, M., Schneidewind, U. & Steiner, G. (2014). Trade and finance as cross-cutting issues in the global phosphate and fertilizer market. I: *Sustainable Phosphorus Management*, s. 275-299: Springer.
- Wooldridge, J. M. (2014). *Introduction to econometrics*. Europe, Middle East and Africa ed. utg. Andover: Cengage Learning.

## Appendix

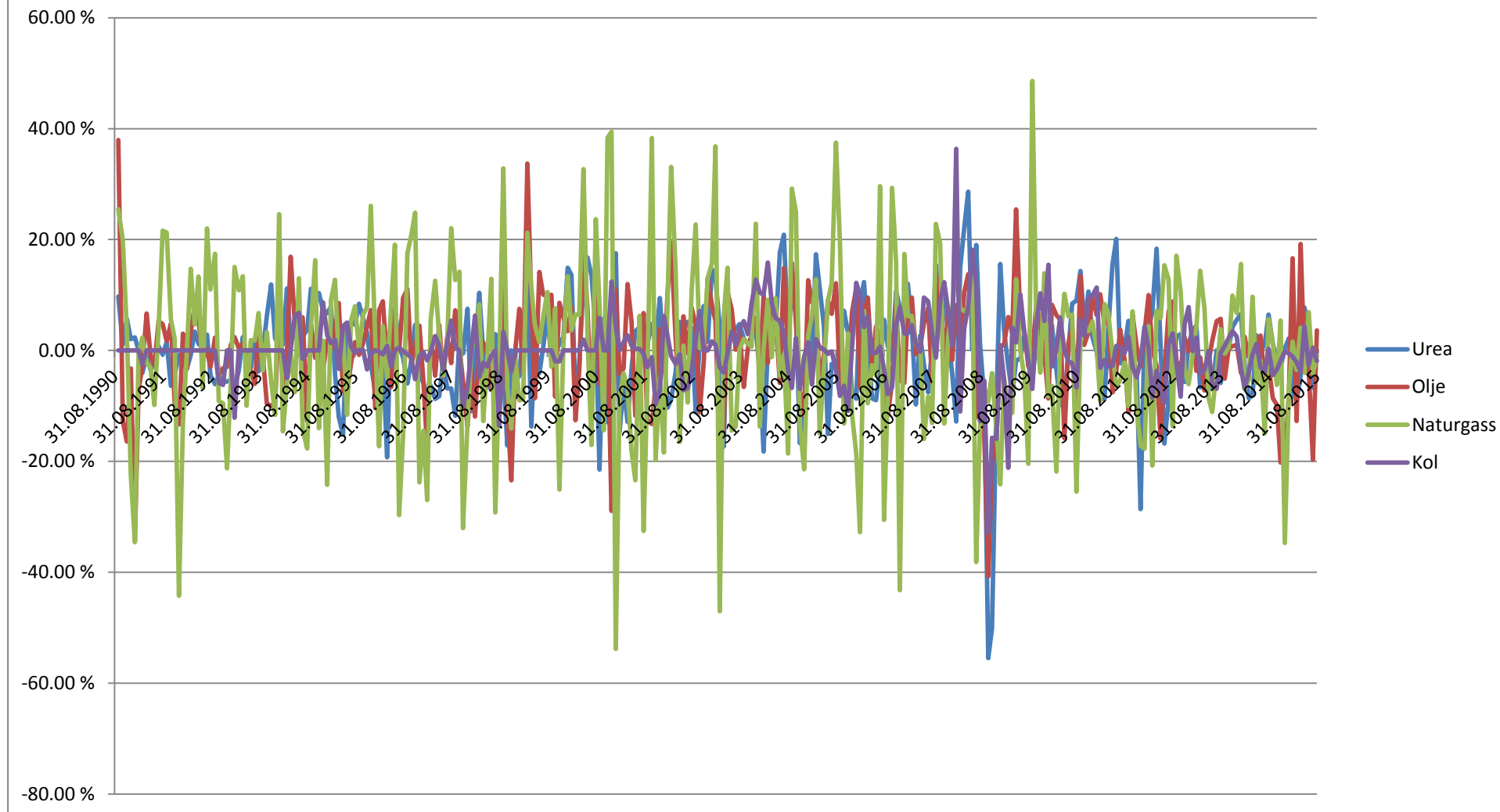
### Appendix 1

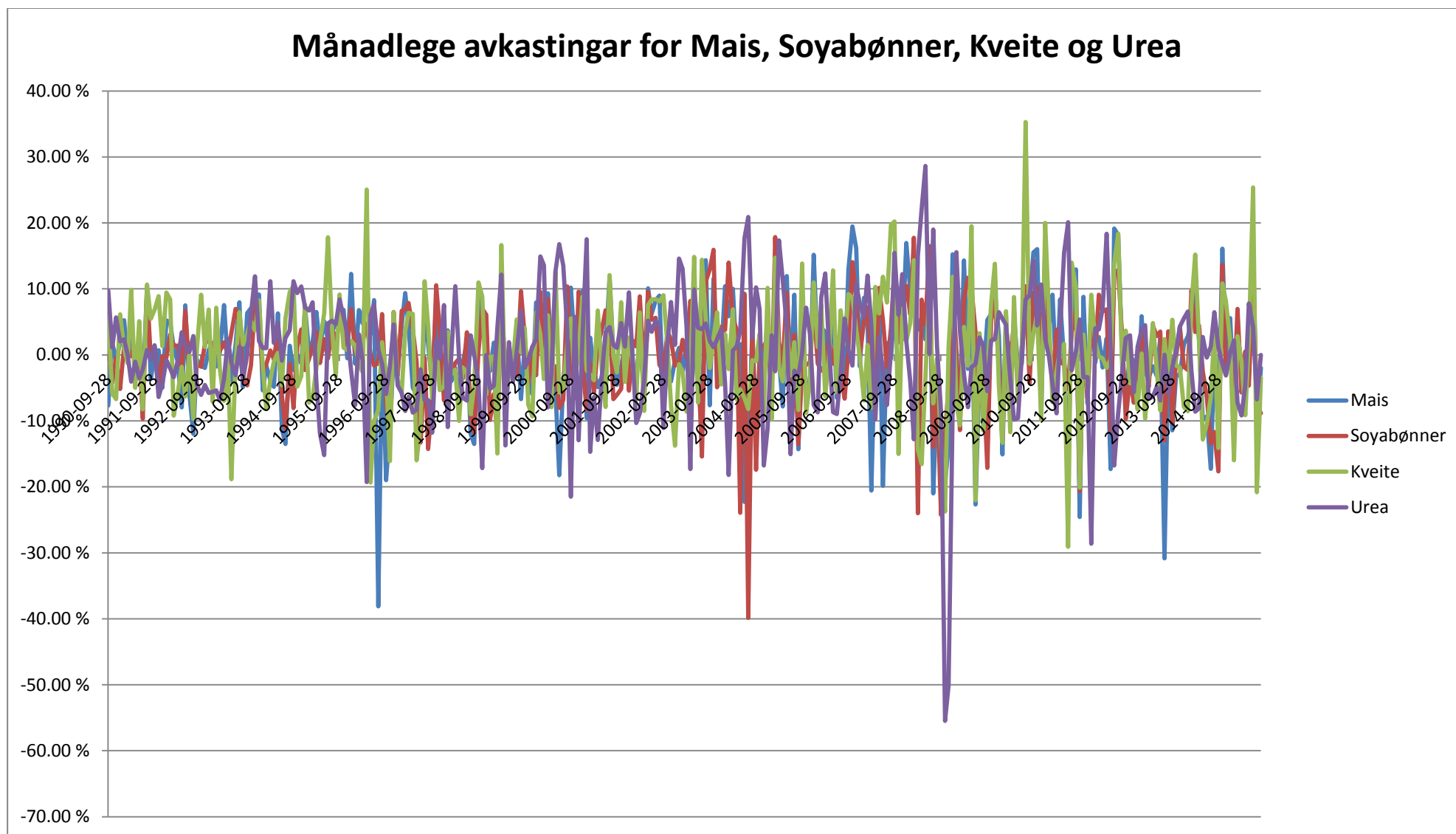


### Appendix 2

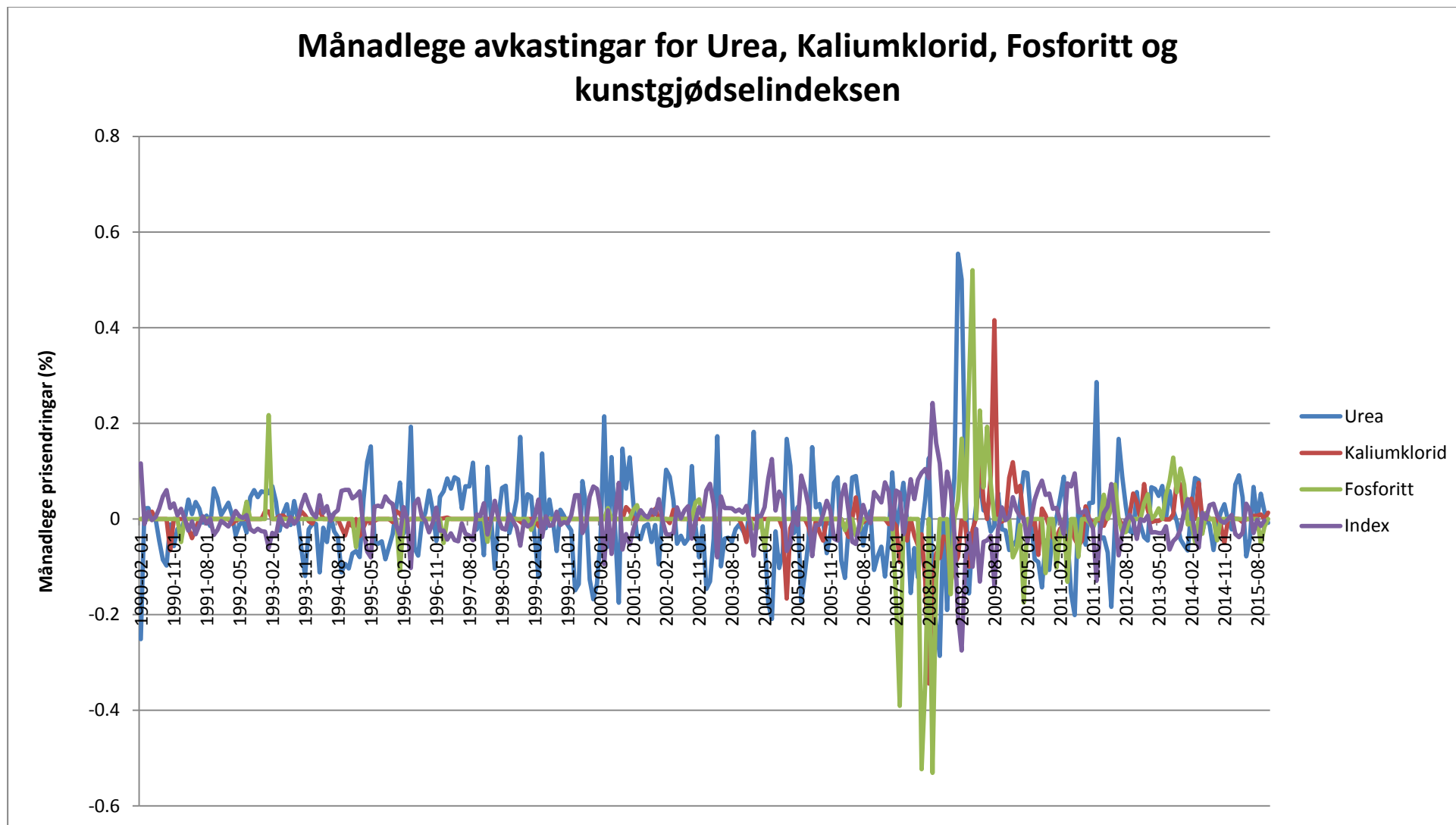


### Månadlege avkastningar for Urea, Nordsjøolje, Naturgass og Kol













Noregs miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)