

KUNSTGJØDSEL; KAN PRISEN PROGNOTISERES VED HJELP AV TIDSSERIEMODELLER ELLER FUTURES PRISER?

FERTILIZER: ANY PROSPECTS FOR FORECASTING PRICES BY USING TIME-SERIES FORECASTING MODELS OR FUTURES CONTRACTS?

MAI NGUYEN

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
HANDELSHØYSKOLEN VED UMB
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2013



Forord

Denne utredningen er gjennomført som en del av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB). Hovedprofilen er økonomistyring, hvor tema for utredningen er prognostiseringsmuligheter for kunstgjødselspriser ved hjelp av tidsseriemodeller og futures priser.

Valg av tema har vært basert på interessen for prognostiseringsmodeller og med et solid fagmiljø innenfor råvare på universitet falt valget på dette markedet. Innledende søk på tidligere utredninger internt på instituttet viste lite forskning på prognostisering av kunstgjødselspriser. Videre "research" viser at prisene har blitt og er fremdeles utsatt for høy grad av volatilitet, det har ført til at kunstgjødning ble valgt til denne utredningen.

Det som har vært mest utfordrende er å sette seg inn i kunstgjødselsmarkedet for å forstå hvorfor prisene er volatile, prisdrivere, hvordan handelen foregår mv., da jeg kunne lite om kunstgjødning før oppstart av arbeidet.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere, Ole Gjølberg og Marie Steen, for viktig og konstruktiv tilbakemelding underveis. Takk også for deres uvurderlige tålmodighet til å veilede meg gjennom utredningen.

Drammen, 15. desember 2013

Mai Mortensen Nguyen

Sammendrag

Tema i denne utredningen handler om prognostiseringsmuligheter for kunstgjødselspriser. Det er tatt utgangspunkt i tidsseriemodeller og futurespriser for å komme frem til prognosemodeller for kunstgjødselspriser. I denne oppgaven fokuseres det på urea, Diammonium phosphate (DAP) og Muriate of Potash (MOP) som er hovednæringsstoffene i kunstgjødsel.

Historiske kunstgjødselspriser har vist høy grad av volatilitet over flere tiår og har medført høy risiko for aktører i kunstgjødselsmarkedet. Markedet står overfor en stadig voksende verdensbefolkning og problemstilling om tilstrekkelig mat for å dekke økningen står sentralt. Kunstgjødsels rolle som innsatsfaktor i matdyrking gjør at de vil være påvirket.

Kunstgjødselsmarkedets utfordring ser ut til å være at det består av få og store aktører i markedet. Det gjør at prisene er sensitiv i forhold til ett lands endring i både forbruksmønster eller endringer i regler og vilkår. Kartlegging av kunstgjødsels prisdrivere viser jordbruksavlinger som mais, ris, hvete og på produksjonssiden energi råvarer som den største innsatsfaktoren.

Tidligere forskning viser ulike resultater for prognostisering av kunstgjødselspriser. Fama og French (1985) fant bevis for anvendelse av futures priser som prognose på 10 av 21 råvarer. Regresjonsanalyse, VAR modellen og kointegrasjonsanalyse er blant andre metoder som har vært benyttet for å påvise sammenheng mellom kunstgjødsel og dens prisdrivere. Innenfor tidsseriemetode er følgende modeller anvendt: Siste Verdi, Gjennomsnitt, Glidende Gjennomsnitt, Eksponentiell Glatting og Eksponentiell Glatting med trend. Modellenes formål er å avdekke eventuelle mønster i prisen som kan være prediksjon for fremtidige priser.

Futures kontrakter (1,2,3 og 6 måneder) for råolje, naturgass og hvete er valgt for å finne prognostiseringsmuligheter da futures kontrakter for urea, DAP og MOP ikke har eksistert sammenhengende siste 20 årene. Regresjonsanalyse med utgangspunkt i futurespriser og med utgangspunkt i basis er anvendt i utredningen.

Etter tidsseriemodellene er modellen *Siste Verdi* pekt ut som mest egnet for DAP og MOP priser. For urea vil modellen *Glidende Gjennomsnitt* gi minst gjennomsnittlig feil (MAD). Siste Verdi, EG og EGT har som følge av datasettets høye volatilitet og manglende trend, gitt relativt like MAD verdier. *Siste Verdi* har allikevel gitt marginalt bedre prognoser.

Bruk av futures kontrakter i utredningen har ikke resultert i sterke nok relasjoner mellom futures kontrakter (råolje, naturgass og hvete) og kunstgjødsel. Basis har derimot vist vesentlig bedre relasjon til kunstgjødsel. Generelt har langsiktige futures kontrakter (3 og 6 måneder) gitt bedre samvariasjon med kunstgjødsel enn de med kortere perioder (1 og 2 måneder).

Svakheter med begge metodene er at modellene er basert på fortiden og forutsetter at fremtiden skal bli relativt lik for å kunne gi gode prognoser.

Tidsserie modeller med Glidende Gjennomsnitt i spissen, viser bedre prognoser enn futurespriser, men forskjellen er marginal. Begge metodene kan derfor brukes innenfor de spesifikke modellene/futureskontrakter som har gitt best predikasjon.

Abstract

The topic of this paper is about forecasting fertilizer prices. It is all based on Time-Series Forecasting method and futures prices as forecast. This paper focuses on the price of urea, Diammonium phosphate (DAP) and Muriate of Potash (MOP), which are the main nutrients in fertilizer.

History of fertilizer prices has shown a high degree of volatility over decades and has resulted in high risk for participants in the fertilizer market. The market is facing a growing world population and the problem of adequate food to meet the increase in population is raised. Fertilizers as an important input in food cultivation, means they will be affected.

Challenges of the fertilizer market seem to be their few major buyers and sellers in the market. It means that prices are sensitive to one country's changes in both consumption patterns and in terms and conditions in the matter of commodities and agriculture. Examining price drivers of fertilizer resulted in crops such as maize, rice, wheat, and on the supply-side energy commodities as the main input factor is detected.

Previous research shows different results from forecasting fertilizer prices. Fama and French (1985) found evidence of the use of futures prices as forecast in 10 of 21 commodities. Regression analysis, VAR model and cointegration are among other methods that have been used to detect correlation between fertilizer and its price drivers.

Within the Time-Series Forecasting method the following models are applied: Last Value, Average, Moving Average, Exponential Smoothing (ES) and Exponential Smoothing with trend (EST). Models' purpose is to identify any patterns in price that may be the prediction of future prices.

Futures contracts (1, 2, 3 and 6 months) of crude oil, natural gas and wheat are chosen to find the power of forecasting fertilizer prices, because the futures contracts of urea DAP and MOP has not existed continuously the past 20 years. Regression analysis based on futures prices and basis are used in this paper.

In Time-Series Forecasting method, Last Value is pointed out as the most suitable for DAP and MOP prices. For urea, the model Moving Average yields at least average error (MAD). Last Value, ES and EST as a result of high volatility and lack of trend, has resulted in almost equal MAD values. Last Value has still given marginally better forecasts.

The use of futures contracts in this paper has not resulted in strong enough correlations between futures contracts (crude oil, natural gas and wheat) and fertilizers. However, basis has shown significantly better correlation with fertilizers. In general, long-term futures contracts (3 and 6 months) yielded better correlation with fertilizer than those with shorter periods (1 and 2 months).

Weakness of both methods is that the models are based on the past and assume that the future will be equal in order to provide good forecasts.

Time-Series Forecasting method by Moving-Average shows better forecasts than futures prices, but the difference is marginal. Both methods can be used in the specific models or futures contracts that have provided the best predictability.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Sammendrag	4
Abstract.....	6
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn.....	11
1.2 Problemstillinger.....	12
1.3 Avgrensninger.....	12
1.4 Disposisjon	13
2 Produksjon og handel med kunstgjødning.....	14
3 Prisdrevne i gjødselsmarkedet.....	21
4 Foreliggende litteratur om prisprognoser for kunstgjødning.....	25
5 Redegjørelse av pris og prisutvikling for urea, DAP og MOP 1995-2012	31
6 Swap futureskontrakter for kunstgjødning	43
7 Prognosemodeller (1): Tidsseriemodeller.....	45
8 Estimering av tidsseriemodeller	50
9 Prognosemodell (2): Futures priser som prognose.....	54
10 Funn og tolkning av dataanalyse.....	58
10.1 Funn i bruk av tidsseriemodeller som prognoseverktøy	58
10.2 Funn i futurespriser som prognose.....	65
10.3 Futurespriser versus tidsserie	69
11 Diskusjon	70
11.1 Hovedfunn i undersøkelsen.....	70
11.2 Videre arbeid.....	73
12 Konklusjoner.....	75
13 Referanser	77
14 Appendiks	80

Figurer

Figur 1 Prisutvikling kunstgjødning 1995-2012	12
Figur 2 Relasjoner mellom Kunstgjødning, naturgass, råolje og hvete	13
Figur 3 Etterspørsel kunstgjødning fordelt på regioner. Kilde: Berge (2012).....	16
Figur 4 Oversikt kunstgjødsels forbruksmarked 2012. Kilde Berge (2012)	16
Figur 5 Etterspørsel urea 2007-2012 målt i million MT. Kilde: Berge (2012)	16
Figur 6 Etterspørsel DAP 2007-2012 målt i million MT. Kilde: Berge (2012)	17
Figur 7 Etterspørsel MOP 2007-2012 målt i million MT. Kilde: Berge (2012).....	17
Figur 8 Produksjon urea 2011 målt i tusen tonn. Kilde: International Fertilizer Industry association (2012)	18
Figur 9 Produksjon DAP 2011 målt i tusen tonn. Kilde: International Fertilizer Industry association (2012) ...	18

Figur 10 Produksjon MOP 2011 målt i tusen tonn. Kilde: International Fertilizer Industry association (2012)..	19
Figur 11 Priser kunstgjødning, hvete og mais 1995-2012.	23
Figur 12 Produksjonskostnader DAP 2006-2012. Kilde: PotashCorp (2013)	24
Figur 13 Naturgass og råoljepriser 1997-2012. 1997=1	25
Figur 14 Prisutvikling urea og råolje 1995-2012 og gjennomsnittlig, månedlig urea pris. 1995 = 100.	33
Figur 15 Prosentvis ureaprisendringer 1995-2012 og årlig gjennomsnittsendring.	34
Figur 16 Ureapriser og matpris indeks 1995-2012. 1995 = 100.	36
Figur 17 DAP- og råoljepris indeks 1995-2012 og gjennomsnittlig, månedlig DAP pris. 1995=100.....	37
Figur 18 DAP prisendring i % 1995-2012.....	38
Figur 19 DAP priser og matpris indeks 1995-2012. 1995=100	39
Figur 20 MOP - og råoljepris indeks 1995-2012 og gjennomsnittlig, månedlig MOP pris. 1995=100	40
Figur 21 MOP prisendring i % 1995-2012.	41
Figur 22 MOP priser og matpris indeks 1995-2012. 1995=100	42
Figur 23 Ureapriser med prognoser 2010-2012, målt i USD/MT	59
Figur 24 DAP priser med prognoser 2010-2012, målt i USD/MT.	61
Figur 25 Prisutvikling 2010-2012 for MOP med prognoser, målt i USD/MT.....	63

Tabeller

Tabell 1 Spesifikasjon av anvendte priser i undersøkelsen.....	32
Tabell 2 Gjennomsnittspriser, standardavvik ureapriser og varianskoeffisient 1995-2012 samt delperioder.	35
Tabell 3 Gjennomsnittspriser, standardavvik og varianskoeffisient DAP priser 1995-2012 samt delperioder	37
Tabell 4 Gjennomsnittspriser, standardavvik og varianskoeffisient MOP priser 1995-2012 samt delperioder	40
Tabell 5 Swap futures kontraktens spesifikasjoner på CBOT. Kilde: CME Group (2013).....	44
Tabell 6 Resultat estimering parametere for ureapriser, 1995-2009	51
Tabell 7 Sesongfaktorer for perioden 1995-2009, ureapriser	51
Tabell 8 Resultat estimering parametere for DAP priser, 1995-2009	52
Tabell 9 Sesong faktorer for perioden 1995-2009, DAP priser	52
Tabell 10 Resultat estimering parametere for MOP priser, 1995-2009	53
Tabell 11 Sesongfaktorer for perioden 1995-2009 for MOP.....	53
Tabell 12 Symboler i formelen regresjon mellom spot og futures priser.....	55
Tabell 13 Resultat prognosemodeller for Urea priser.....	59
Tabell 14 Resultat prognosemodeller for DAP priser.....	62
Tabell 15 Resultat fra prognosemodellene for MOP	64
Tabell 16 Regresjon spotpris og futurespris 1- og 2 månedspriser	66
Tabell 17 Regresjon spotpris og futurespris 3- og 6 månedspriser	66
Tabell 18 Prognosefeil i %, 1 og 2 måned futurespriser	67
Tabell 19 Prognosefeil i %, 3 og 6 måned futurespriser	67
Tabell 20 Regresjon basis og spotprisendringer, kontrakt 1 og 2	68
Tabell 21 Regresjon basis og spotpriser, kontrakt 3 og 6	69

Tabell 22 Oversikt over minste MAD verdi for kunstgjødsel innenfor hver metode.70

Tabell 23 Sammenstilling MAD fra estimering og evaluering71

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

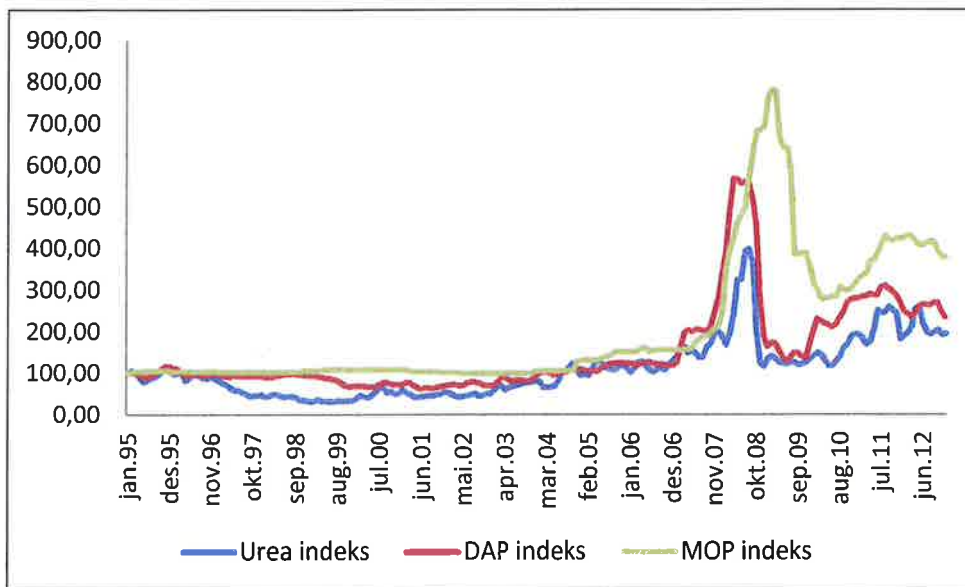
Kunstgjødning er, enkelt sagt, nyttig næring for planters vekst. Den består av rundt 17 næringsstoffer kategorisert etter hoved-, sekundær- og mikro nivåer. Inndelingen indikerer hva plantene trenger mest for å vokse og utvikle seg (Yara 2012). Hovednæringsstoffene i kunstgjødning består av nitrogen (N), fosfat (P) og kalium (K). De øvrige næringsstoffene er blant annet svovel, kalsium, magnesium, jern, mangan, sink, bortrifluorid, kobber, molybden og klor. Dersom en eller flere av næringsstoffene er til stede i jordtilsetningen, vil den/de være definert som kunstgjødning. På grunn av ulike sammensetninger av næringsstoffene til ulike formål, eksisterer ikke priser for kunstgjødning som en vare, men for hvert av næringsstoffene (heretter vil kunstgjødning bli brukt som samlebegrep for komponentene). I denne oppgaven fokuseres det på hovednæringsstoffene N, P og K med henholdsvis urea, Diammonium phosphate (DAP) og Muriate of Potash (MOP) som mest vanlige innsatsfaktorer i kunstgjødning. Historikk viser en svært volatil prisutvikling av kunstgjødning (nærmere presentert i kapittel 6). I skrivende stund (februar 2013) har prisen på urea vokst med 144 % siden 1995, for å ikke snakke om prissvingningene de har hatt i løpet av disse årene.

Kunstgjødning representerer 30-35 % av variable kostnader i dyrking av jordbruksprodukter og opp til 85 % for enkelte dyrking av dyrefôr (Kenkel & Kim 2009). Prisen på kunstgjødning spiller derfor en vesentlig rolle for forbruker, men likeledes for produsent av kunstgjødning som opplever risiko iht. salg. I tillegg vil en stadig økende verdensbefolkning kreve økning i matproduksjon. Glenn et al. (2008) indikerte en økning på 50 % innen 2013 og det doblete innen 30 år for å dekke matbehovet. Roberts (2009) påpekte at økningen vil ikke skje uten at kunstgjødning er påvirket da kunstgjødning står for mellom 40 til 60 % av matdyrkingen.

Med utgangspunkt i et volatilt kunstgjødningensmarked som stadig blir påvirket av andre faktorer, er det behov for virkemidler som bidrar til å redusere prisrisikoen aktørene er eksponert for i dag. Målet med denne oppgaven er derfor å finne prognostiseringsmuligheter for prisene til kunstgjødningenskomponentene urea, DAP og MOP.

1.2 Problemstillinger

Kunstgjødselspriser har som nevnt over vist en svært volatil prisutvikling de siste årene. Prisutvikling for urea, DAP og Mop priser for perioden 1995-2012 er som vist i figur 1.



Figur 1 Prisutvikling kunstgjødsel 1995-2012

Problemstillingen i denne undersøkelsen er å finne metode for å prognostisere kunstgjødselspriser med følgende presiseringer:

- 1) Er det mulig å prognostisere kunstgjødselspriser ved hjelp av statistiske prognosemetoder?
- 2) Er det mulig å prognostisere kunstgjødselspriser ved hjelp av futures priser til relaterte råvarer?

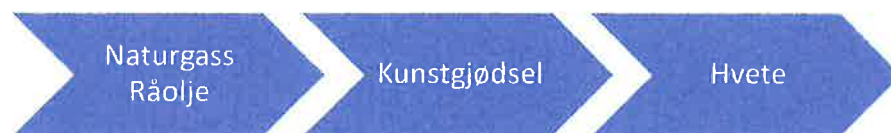
1.3 Avgrensninger

Kartlegging av tidligere forskning viser flere forsøk på prognostisering av kunstgjødselspriser med ulike statistiske metoder som blant annet kointegrasjonsanalyse, VAR metoden og regresjonsanalyse som har vist delvis positive svar. Forskning på futures priser som prognose

har ikke vært gjennomførbart med hensyn til tilstrekkelig dataserie, for futures kontrakter for kunstgjødsel har ikke eksistert sammenhengene i de siste 20 årene. I stedet vil jeg se på forskning om bruk av futures priser som prognose i råvaremarkedet. Tidligere forskning har vist ulike svar på futures prisers evne til å predikere. Dette blir nærmere omtalt i kapittel 2.

Det finnes en rekke konsulentbyråer med spesialisering i kunstgjødsels- eller jordbruksmarkedet og som utarbeider ukentlige og månedlige prisrapporter. I teorien om prognostiseringsmetoder er metoden disse selskapene benytter kategorisert som kvalitativ prognoseteknikk. Rapportene er basert på deres ekspertise om kunstgjødsel i forhold til hva som påvirker tilbud og etterspørsel og følgelig prisen. Disse rapportene er brukt til å se på kunstgjødselsmarkedet i forhold til tilbud og etterspørsel; hvor foregår produksjonen og forbruket av kunstgjødsel.

Da historiske priser for kunstgjødsel er tilgjengelig vil jeg benytte kvantitative metoder i utredningen. Tidsseriemodeller er valgt for å avdekke eventuelle mønster i dataserien som kan danne grunnlag for prognostisering. I tillegg vil futures priser bli involvert for å studere mulige sammenheng mellom spotprisen og futurespriser. I løpet av de siste 20 årene har futures kontrakter for kunstgjødsel eksistert i til sammen 7 år (91-97 og 06-07). Det gjør at denne oppgaven vil basere sin undersøkelse på futurespriser for de relaterte råvarene råolje, naturgass og hvete. Figur 2 viser relasjonene mellom råvarene og kunstgjødsel. Naturgass og råolje er viktige input i produksjon av urea, DAP og MOP mens hvete er konsument av kunstgjødsel. Kunstgjødselpriser vil naturligvis være påvirket av tilbud (naturgass og råolje) og etterspørsel (hvete og andre jordbruksprodukter) som andre produkter i markedet.



Figur 2 Relasjoner mellom Kunstgjødsel, naturgass, råolje og hvete

1.4 Disposisjon

Kapittel 2 vil gi en presentasjon av produksjon og handel med kunstgjødsel, først kort om hvordan urea, DAP og MOP blir til deretter kartlegges største forbrukere og tilbydere av kunstgjødsel på verdensbasis.

Kapittel 3 studerer nærmere aktuelle prisdrivere for kunstgjødselsprisen og har dannet

grunnlag for hvilke råvarer som er valgt ut som relaterte futurespriser utredningen skal basere regresjonsanalysen på.

Kapittel 4 redegjør for tidligere studier og funn innen prognostisering av kunstgjødning både når det gjelder futures priser som prognose og tidsserie modeller.

Kapittel 5 presenterer priser som er brukt i utredningen og prisutvikling i perioden 1995-2012.

Kapittel 6 introduserer Swap kontrakter til urea, DAP og MOP som har eksistert siden 2011. Kontraktenes levetid anses for være kort til å kunne bidra hensiktsmessig i prognose sammenheng. Det er av informativ hensikt at kontraktene er medtatt enn at det skal være noen form for bidrag i utredningen.

Kapittel 7 presenterer tidsseriemodellene som er anvendt i utredningen; *Siste Verdi*, *Gjennomsnitt*, *Glidende Gjennomsnitt (GG)*, *Ekspontentiell Glatting (EG)* og *Ekspontentiell Glatting med trend*.

Kapittel 8 estimerer modellene som presentert i kapittel 7 i henhold til parametrene n , α og β som vil bli nærmere forklart i kapittelet. Deler av datasettet blir brukt til å estimere og andre delen til å evaluere modellene.

Kapittel 9 presenterer futures priser som prognose ved hjelp av regresjonsanalyse for futures priser og spotpriser, for basis og statistisk analyse av prognosefeil.

Kapittel 10 er analyser av de resultater som har framkommet på bakgrunn av modellene omtalt i kapittel 7, 8 og 9.

11 Diskuterer det som har framkommet i analyse av resultater for prognosemodellene, sammenligner med dagens situasjon og nye hendelser i kunstgjødselsmarkedet. Til slutt vil det bli foreslått momenter for eventuelt videre arbeid med utgangspunkt i avgrensinger og resultater som foreligger.

Kapittel 12 gir en kort oppsummering og konklusjoner av de funn som har ankommet i utredningen.

2 Produksjon og handel med kunstgjødning

I dette avsnittet vil det bli gjort rede for det globale kunstgjødselsmarkedet, hvilket innebærer en oversikt over hvor forbruk (etterspørsel) og produksjon (tilbud) finner sted i verden.

Kartleggingen er en viktig del av forståelsen på mekanismene bak prisdannelse av kunstgjødselspriser. Det vil for eksempel gi en grunnleggende forståelse på hvorfor endringer

i enkelte lands økonomi har mer påvirkning på kunstgjødselspriser enn andre. Eller hvorfor endringer i enkelte lands eksport og import regler vil ha stor påvirkning på kunstgjødselspriser. Informasjon om kunstgjødselsmarkedet er hentet fra CRU, IFA og FAO. Avsnittet vil først kort forklare hvordan urea, DAP og MOP blir til.

Fra N, P og K til urea, DAP og MOP

Urea er den mest produserte formen for nitrogengjødsel. Urea består av 46 % nitrogen. Produksjonen skjer ved en direkte reaksjon mellom ammoniakk (reaksjon mellom ammonium¹ og syre) og CO₂ (ICIS 2013f).

DAP er en kjemisk reaksjon mellom fosforsyre og ammoniakk. Den er den mest produserte fosfatgjødselen og består av 18 % nitrogen og 46 % fosforpentoksyd (ICIS 2013c).

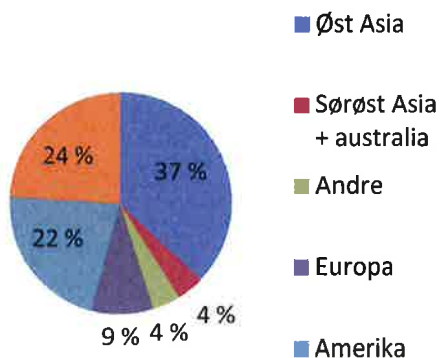
MOP er den mest produserte formen for kaliumgjødsel og utgjør 95 % av kaliumgjødselsbruk i verden. MOP består av 50 % kalium og 46 % klorid (ICIS 2013e)

Etterspørsel etter kunstgjødsel

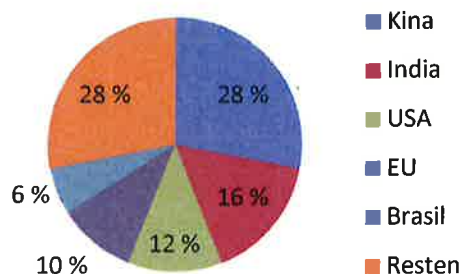
I 2012 utarbeidet (Berge 2012) en oversikt over det globale kunstgjødselsmarkedet. Figur 2 viser hvor forbruket foregår, fordelt på regioner. Øst Asia representerer størst forbruk med 37 %, etterfulgt av Sør Asia og Amerika med hhv 24 % og 22 %.

Figur 4 peker ut de største landene og regioner der ingen land utmerker seg i sin region. Kina topper lista med sine 28 % forbruk av totalforbruket i verden. India, USA og Brasil (størst til minst) er de neste landene etter Kina med vesentlig etterspørsel. Sammen med EU utgjør de til sammen over 70 % av den globale etterspørselen.

¹ Ammonium er en av to nitrogenholdige ioner som kan opptas i plantene som gjødsel.



Figur 3 Etterspørsel kunstgjødning fordelt på regioner. Kilde (Berge 2012).

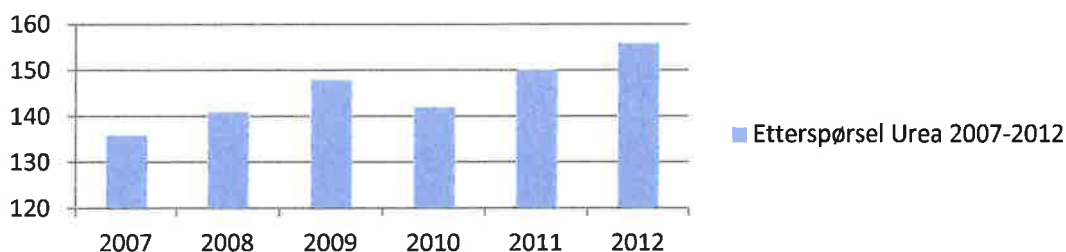


Figur 4 Oversikt kunstgjødningens forbruksmarked 2012 (Berge 2012).

I følge Berge er de største forbrukerne av urea Kina og India. For DAP finner man de største forbrukerne i Kina, India og USA målt i import volum. De største forbrukerne av MOP er Kina etterfulgt av USA.

Fra 2001 til 2006 vokste etterspørselen etter nitrogen med 14 %. Figur 5 viser utviklingen på etterspørselen etter urea for perioden 2007-2012. Økningen er på ca 14,7 %, vi kan se av figuren at utviklingen hadde et fall i 2010 før den økte igjen frem til 2012.

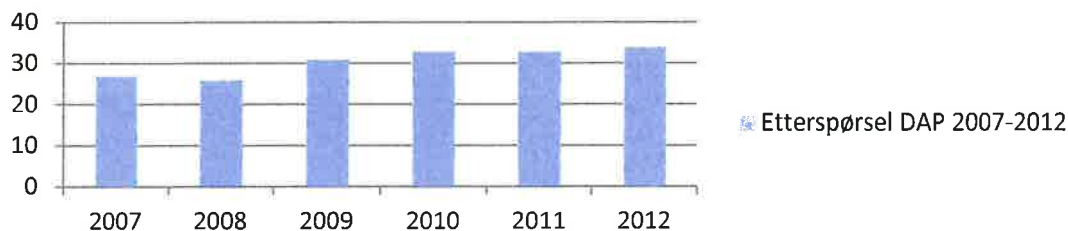
Etterspørsel etter urea 2007-2012



Figur 5 Etterspørsel urea 2007-2012 målt i million MT. Kilde: Berge (2012)

Fra 2001 til 2006 vokste etterspørselen av fosfat med 13 %. Figur 6 viser utviklingen på DAP (form for fosfat) for perioden 2007-2012. Økningen er på ca 26 %, Etterspørselen hadde et fall i 2008 før den økte igjen frem mot 2012.

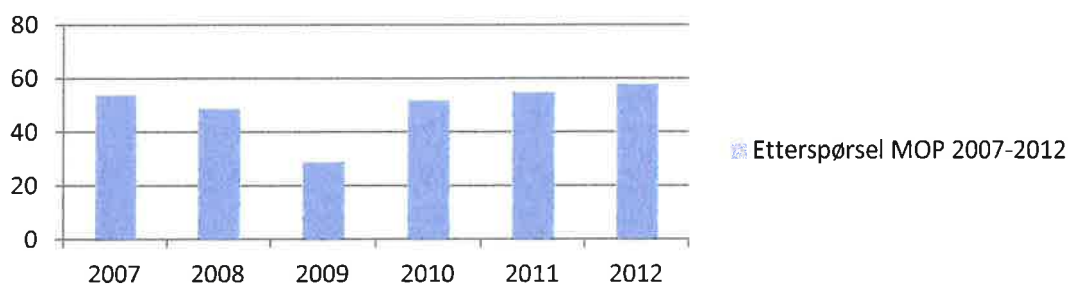
Etterspørsel etter DAP 2007-2012



Figur 6 Etterspørsel DAP 2007-2012 målt i million MT. Kilde: Berge (2012)

Fra 2001 til 2006 vokste etterspørselen av kalium med 10 %. Figur 7 viser utviklingen for MOP (form for kalium) for perioden 2007-2012. Totalt har økningen i perioden vært på ca 7 %. Etterspørselen hadde to fall, en i 2008 og en i 2009 før den vokste i 2010 og har vist svak økning frem til 2012.

Etterspørsel etter MOP 2007-2012



Figur 7 Etterspørsel MOP 2007-2012 målt i million MT. Kilde: Berge (2012)

Heffer og Prud'homme (2013) publiserte en rapport om fremtidsutsikter for kunstgjødningens globale etterspørsel for perioden 2013-2017.

Til tross for sterk vekst i jordbruksmarkedet viser tallene at etterspørselen etter kunstgjødning globalt har stagnert i perioden 2012/2013 på 176,3 MT (millioner tonner), mot økning på 2,2 % i forrige periode (2011/2012). Stagneringen har IFA knyttet til fallende etterspørsel i India som er en av de største forbrukerne av kunstgjødning, men samtidig har resten av verden økt etterspørsel og har dermed dekket nedgangen i India.

Prognoser for 2013/2014 viser bedre tall, den globale etterspørselen vil øke med 2,4 % til 180,5 MT for alle komponentene N, P og K og for alle regionene utenom Nord Amerika. Der vil fallende priser for jordbruksprodukter bidra til nedgang i forbruket på 1 %.

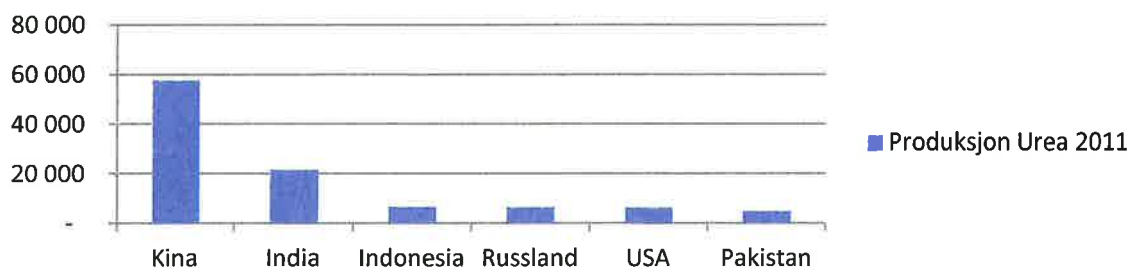
IFAs prognose av kunstgjødsel er tilknyttet en rekke usikkerheter hvor hovedmomentene er endringer i verdensøkonomien, utviklingen til jordbruks råvarepriser og kunstgjødselspriser i forhold til jordbruks råvarepriser, utviklingen av fornybar drivstoff i USA og utviklingen i ”Nutrient Based Subsidy”² tiltaket i India.

Tilbud av kunstgjødsel

I følge Heffer og Prudhomme (2013) er produksjon av kunstgjødsel fordelt på de ulike landene som vist i figur 8, 9 og 10 for urea, DAP og MOP.

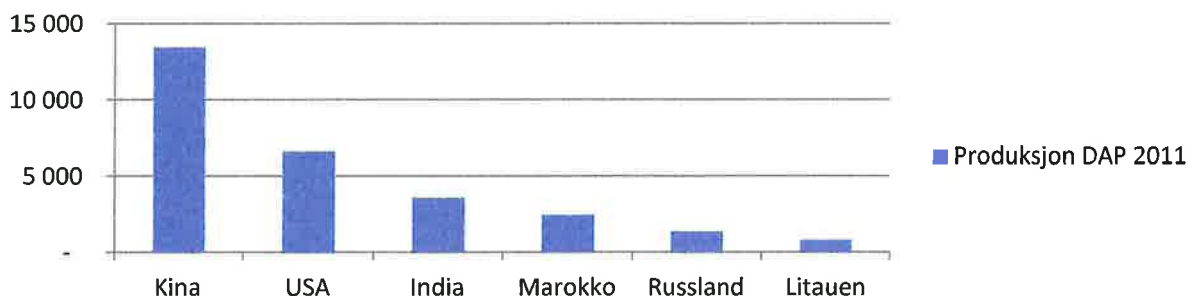
Kina er den klart største produsenten for urea og DAP, mens Canada produserer mest MOP.

Produksjon Urea 2011



Figur 8 Produksjon urea 2011 målt i tusen tonn. Kilde: International Fertilizer Industry association (2012)

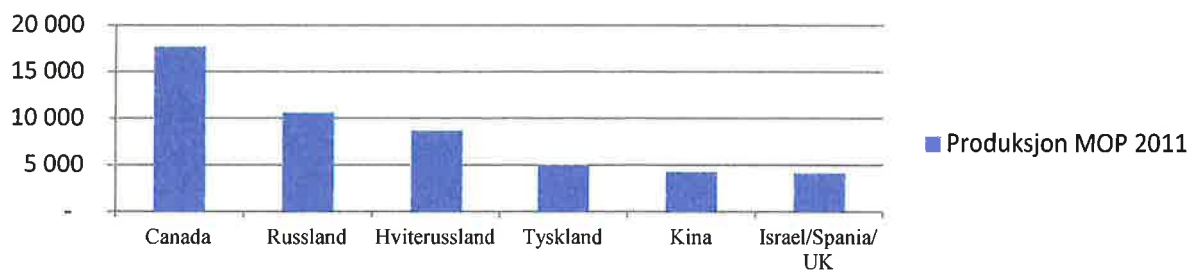
Produksjon DAP 2011



Figur 9 Produksjon DAP 2011 målt i tusen tonn. Kilde: International Fertilizer Industry association (2012)

² Indias subsidieringstiltak støtter bønderens bruk av kunstgjødsel basert på fast pris på de ulike komponentene, f.eks kalium, svovel etc. (unntatt urea). Kilde: (Rajshekhar 2011)

Produksjon MOP 2011



Figur 10 Produksjon MOP 2011 målt i tusen tonn. Kilde: International Fertilizer Industry association (2012)

Produksjon av urea skjer i nesten 50 land, hvor den største produsenten er Kina etterfulgt av India som vist i figur 3.

Urea blir produsert i flytende form for så bli omdannet til fastere form gjennom perledannelse eller granulering (korndanning). Perledannelse skjer ved at flytende urea blir sendt gjennom en prosess hvor den blir sprayet og deretter nedkjølt og til slutt størknet av luftstrømmer.

Under korndanning blir flytende urea tilsatt bindevæske eller bindestoff og prosessen lar urea binde seg til ønsket størrelse er oppnådd.

Per i dag er perledannelse mest brukt blant produsentene. Granulering er mer håndterbar når det gjelder lagring og transportering, samtidig som nesten alle nye urea produksjonsmaskiner er designet for å lage granuleringsmaterialer. Perledannelse er derfor forventet å bli forbigått av granulering i løpet av neste tiår (ICIS 2013f).

Produksjon av DAP skjer i over 20 land, de største produsentene er også her Kina, USA og India som vist i figur 4. DAP blir fremstilt i granular form for direkte bruk som kunstgjødning eller i blandingen av andre typer kunstgjødning. DAP i flytende form blir brukt i kunstgjødning i flytende form. Lagring og transportering av DAP skjer ved normal temperatur og i fast form (ICIS 2013c).

De største forekomstene av kalium er funnet i Canada, Russland og Hviterussland. Etter fulgt av bl.a Tyskland, Israel og Jordan. De største produsentene av MOP viser seg naturlig nok å være de samme landene (se figur 5).

MOP produseres både i standard og granulert form hvor standard MOP er mest brukt i fattige land som direkte bruk i kunstgjødning (ICIS 2013e).

Handelstrømmer i kunstgjødselsmarkedet

Foregående avsnitt viser at samme land/region kan være størst på både forbruk og produksjon. De kan være store forbrukere av kunstgjødsel samtidig som produksjonen i landet er lav og vice versa. Hvordan vil dette se ut i det store bildet? Hvilke land kan eksportere og hvilke vil være avhengig av import? Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO) utarbeider årlig nåværende trender og prognoser for kunstgjødsels tilbud og etterspørsel og følgelig netto kapasitet eller behov for eksport/import. Rapport fra 2012 viser en økende trend i global etterspørsel etter kunstgjødsel som følge av voksende økonomi totalt sett (Food and Agriculture organization of the United Nations 2012).

Afrika var estimert til eksportmuligheter for både urea og DAP, men for MOP må de belage seg på å importere da regionen ikke produserer MOP. I 2011 utgjør deres forbruk 2,9 % av verdensforbruket. De mest sentrale forbrukerne i Nord-Afrika er Egypt og Marokko. Sør-Afrika, Nigeria, Kenya, Etiopia og Malawai er de sentrale i Sub-Saharan regionen.

Amerika i sin helhet representerer betydelig høyere forbruksandel enn Afrika. Deres forbruk utgjør 23,7 % hvor fordelingen mellom Nord- Amerika og Latin Amerika inkludert Karibien er hhv 13,2 % og 10,5 %.

For både urea og DAP vil ikke Amerika greie å dekke behovet for etterspørselen og er derfor avhengig av import i tillegg til egen produksjon. Situasjonen for MOP er annerledes, her har regionen kapasitetsoverskudd og kan dermed eksportere.

Situasjonen i Latin Amerika og Karibien viser eksportkapasitet på urea, mens det er behov for import for både DAP og MOP. Sentrale forbrukere her er Brasil, Argentina, Mexico og Columbia.

Asia er den største forbrukeren av kunstgjødsel i verden, deres andel viser hele 58,7 % av totalforbruket i verden. Asia under ett viser importbehov på alle tre komponentene, men ved fokusering på delområdene vil det gi ulike tilfeller av import/eksport. Vest-Asia har eksportkapasitet på alle komponentene og er en viktig eksportør av urea for resten av verden. Sør-Asia følger Asia i sin helhet, de er avhengig av import for å dekke deres etterspørsel på alle komponentene.

Sør-Øst Asia er størst på både produksjon og forbruk. Hvilken som helst endring i utviklingen av kunstgjødselsmarkedet i dette området, vil ha signifikant påvirkning på det globale markedet. I Sør-Øst Asia er det behov for import av urea og MOP, mens for DAP vil det være kapasitet til eksport.

Europa utgjør som tidligere nevnt mindre andel av forbruket enn både Asia og Amerika. Verdensdelen har i sin helhet eksportkapasitet for alle tre komponentene, men for DAP er kapasiteten minimal. Sentral Europa har behov for import av både DAP og MOP, mens urea vil være eksportvare. Vest Europa derimot er avhengig import av urea og DAP, eksportkapasiteten ligger i MOP. Øst og Sentral Europa har kapasitet til å eksportere alle komponentene.

Australias forbruksandel er på beskjedne 1,7 %. Deres produksjon dekker ikke forbruket på noen av komponentene. Kontinentet har derfor behov for import av kunstgjødning.

Det er nå kartlagt hvor produksjon og forbruk av kunstgjødning foregår, hvor de største forbruks- og produksjonslandene er angitt samt utviklingen av etterspørselen på urea, DAP og MOP i perioden 2007-2012. Videre så vi hvordan eksport og import behovene er for de ulike verdensdelene. Kunstgjødning sett under ett viser en stadig økende trend i etterspørselen fra og med 2009. Hvordan det vil endre prisen er også avhengig av tilbudssiden, greier produksjon av kunstgjødning å dekke forbruksbehov? I neste kapittel vil jeg redegjøre for prisdrivere i kunstgjødselsmarkedet.

3 Prisdrivere i gjødselsmarkedet

I dette kapitlet skal det redegjøres for kunstgjødselsprisens prisdrivere. Det er nevnt innledningsvis sammenhengen mellom naturgass, råolje og hvete og kunstgjødning. Vi skal se nærmere på deres roller som prisdrivere. Først er det viet plass til kunstgjødselsmarkedet generelt, hvor det ses nærmere på hvordan karakterer ved markedet er med å påvirke prisvolatiliteten. Videre er det naturlig å kommentere produksjonskostnader når prisdrivere skal kartlegges.

Kunstgjødselsmarked; et høyt konsentrert marked

Strukturen i kunstgjødselsmarkedet kan være mulig forklaring på prisenes volatilitet og sårbarhet. Både tilbud og etterspørsel av kunstgjødning er preget av internasjonalisering som innebærer at et lands prissetting vil være påvirket av andre lands endringer. For eksempel vil prissetting av kunstgjødning i US Gulf være avhengig av Kinas etterspørsel av kalium, da Kina er den største importør av kalium i dag. Internasjonaliseringen har ført til at noen lokale (nasjonale) hendelser har bidratt til pristopper for den internasjonale kunstgjødselsprisen. I

2007 økte den marokkanske fosfat kontraktsprisen med nesten 350 %, samtidig som prisen på svovel vokste med 200 % og en fordobling i ammonia prisen. Økning i råvarene til DAP førte til at DAP prisen i Europa fordoblet seg (Ott 2012) Eksempelet understreker hvordan markedet henger sammen på verdensbasis. Fordelen med fenomenet er effektivisering av verdikjeden, men på den andre siden vil ulempen være økt sårbarhet til endringer i andre land. Denne internasjonale utviklingen i kunstgjødselsmarkedet har videre medført ”just in time” lagerhold for å kunne holde lagerkostnaden nede, men lavt lagerhold vil igjen øke sårbarheten ved uforutsette sjokk i markedet da det vil gi umiddelbar prisstigning (Ott 2012). (Bain 2012) mener at grunnen til en dreining mot ”just in time” kjøp er fordi distributører/selgere har blitt mer ”risiko averse”. De tør ikke å bære risikoen med lagerhold slik prisen har endret seg gjennom flere tiår.

Et annet karakteristikum i markedet som har bidratt til høy volatilitet er høy grad av konsentrasjon, med det menes at det er få store tilbydere/produsenter av kunstgjødning i markedet. I USA finnes det sju firmaer som produserer fosforsyre og kun tre av de styrer til sammen 80 % av total produksjonen i USA (Huang 2009) . I Canada og Russland er det kun en organisasjon som eksporterer kalium. Det er tydelig høy konsentrert marked for fosfat og kalium og prissettingen skjer under svak til ingen konkurranse forhold (Ott 2012).

I et konsentrert marked vil markedet være avhengig av at aktørenes interne forhold fungerer bra for at markedet skal fungere bra i den forstand at det ikke oppstår brå prisendringer i verden. Hovedaktørenes politikk i forhold til handel vil spille en stor rolle i prissetting av kunstgjødselspriser. Kina innførte en eksport avgift på kunstgjødning som utgjør 100 % for å redusere eksportmengden. Konsekvensen ble økning i DAP prisen (verden) på 185 % i følge Huang (2009) da Kina er den nest største eksportøren av fosfat og den største av urea.

I India subsidierer staten bruken av kunstgjødning noe som fremmer høyere import.

Av eksemplene over ser vi at Kina og India innfører nye retningslinjer for å sikre nok kunstgjødning til sine bønder, det har uheldigvis ført til høyere priser i verden.

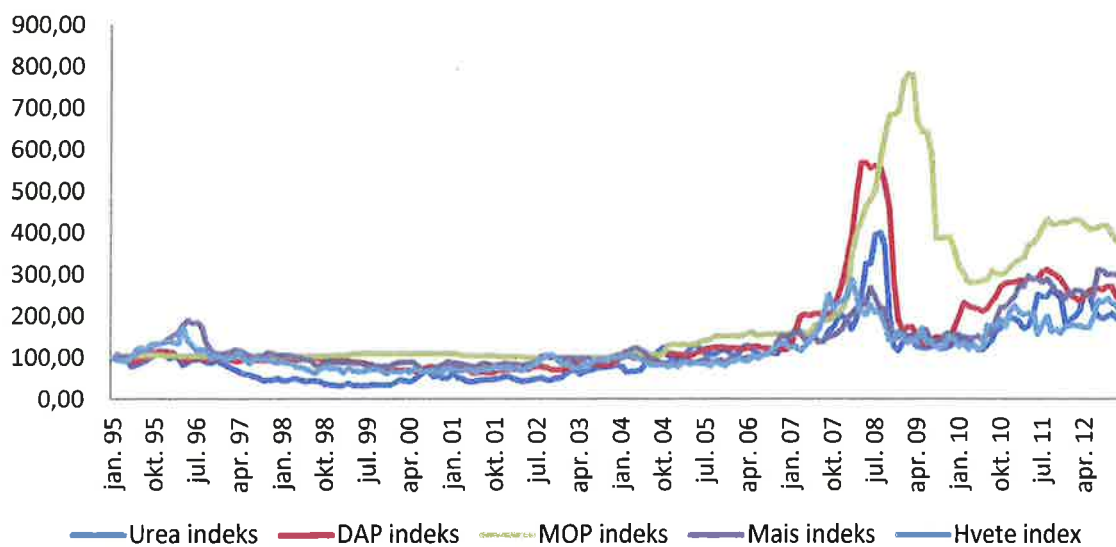
Jordbruksprisers påvirkning på kunstgjødselspriser

Hva skyldes den økende trenden av etterspørselen etter kunstgjødning? Figur 11 viser priser for kunstgjødning, hvete og mais i perioden 1995-2012. Av figuren ser vi at produktene følger samme mønster i det store bildet og indikerer sammenheng mellom markedene.

Perioden 2007 frem til 2012 har det globale tilbudet på råvarer vært utsatt for ekstremvær; tørke og oversvømmelser i Australia, tørke i Ukraina, brann i Russland, tørke i Nord-vest Europa om våren etc. Ekstremvær sammen med voksende trend i etterspørselen etter råvarer har ført til lavere lagerhold av råvarer. Det kan ha bidratt til pristoppen i 2007-2008 (se figur 11). Høy råvarepriser betyr større marginalinntekt av jordbruksprodukter, noe som førte til at kunstgjødselsprisen også økte. Som svar på høy råvarepris økte bønder deres dyrkeareal på rundt 5 millioner hektar på verdensbasis. Høy råvarepris økte også bønders etterspørsel av kunstgjødning som hadde til hensikt å øke kvaliteten på sine jordbruksprodukter. Total kunstgjødsels forbruk (nitrogen) var 172 (100) metrisk tonn i 2007 sammenlignet med gjennomsnittlig 140 (83) metrisk tonn mellom 1993 og 2007.

Herve Ott (2012) konkluderte i sin studie om kunstgjødselsmarked og deres samspill med råvare- og matpriser, at mat og råvarepriser har påvirkning på kunstgjødselsmarkedet men ikke vice versa.

Bain (2012) viser til mais, hvete og ris som prisdrivere for kunstgjødning. Han påpeker at regionale avvik vil forekomme og det vil variere for de ulike komponentene i kunstgjødning i forhold til grad av påvirkning.



Figur 11 Priser kunstgjødning, hvete og mais 1995-2012.

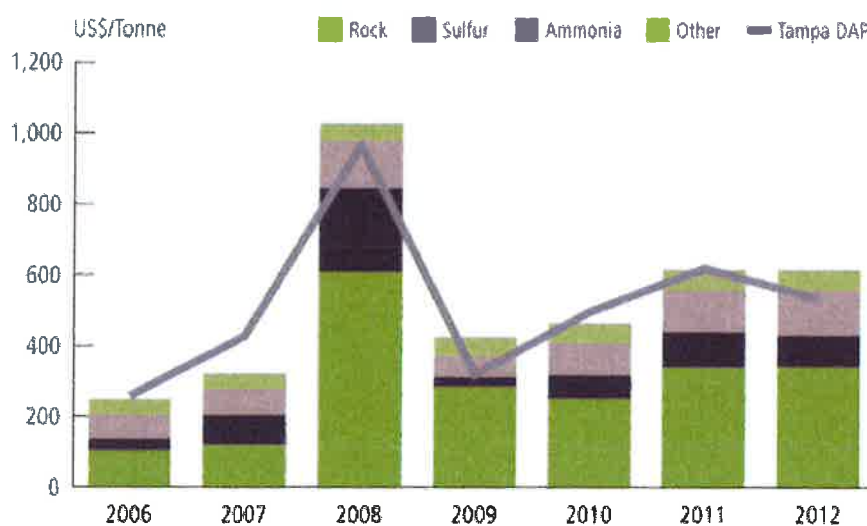
Produksjonskostnaders påvirkning på kunstgjødning

Kunstgjødselsproduksjon er en energikrevende prosess som krever stor mengde energi.

Ammonium som er input i produksjonen av urea er spesielt energiavhengig. Nitrogen i rå

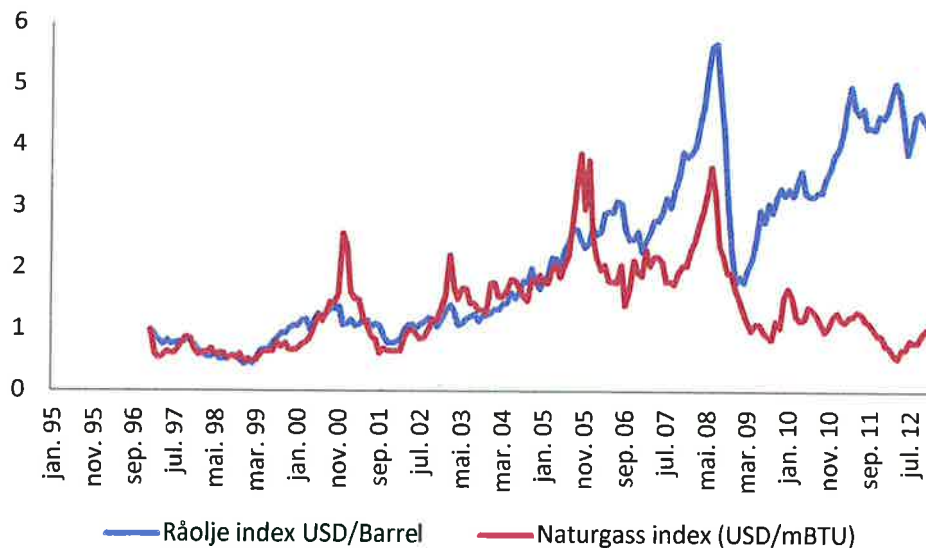
form (78 % i atmosfæren) er det tilnærmet ubegrenset tilgang på, men å omdanne råstoffet til ammonium krever stor mengde av energi som er naturgass i ureas tilfelle. Naturgass utgjør 72-85 % av produksjonskostnaden til ammonium i følge (Huang 2007).

Produksjon av fosfat og kalium er mindre energikrevende. Utvinning av fosfatsteiner til fosfat og fra kalium i rå form til kalium representerer en viktig del av produksjonskostnaden sammen med transportkostnader for DAP og MOP. DAPs produksjonskostnad består av omdanning av råmateriale til bruk i kunstgjødning i tillegg til ammonium og svovel som utgjør viktige inputkostnader, se figur 12. Markedsprisene for fosfatsteiner, svovel og ammonium har økt signifikant de siste årene. Fosfatsteinene har mer enn tredoblet siden 2006 og har ført til økning av produksjonskostnader av DAP og dermed salgsprisen. Samtidig har også økning i svovel- og ammoniumsprisene bidratt til økning i DAP priser.



Figur 12 Produksjonskostnader DAP 2006-2012. Kilde: PotashCorp (2013)

Energi priser (naturgass og olje) har vist en økende trend siden begynnelsen av 2000-tallet og som utviklet til pristopp i 2008. Mellom 1999 og 2008 økte naturgassprisen med mer enn 550 % og olje med 970 %, det har bidratt til økning i kunstgjødselspriser (se figur 13).



Figur 13 Naturgass og råoljepriser 1997-2012. 1997=1

Oppsummering

Det er flere momenter som har ført til at kunstgjødselsprisen har svingt som den har gjort, både tilbuds- og etterspørselssiden har bidratt til den økende pristrenden. Kunstgjødning er linket til energimarkedet fordi hovedinput i kunstgjødselsproduksjon er olje og gass. Den er selv hovedinput for jordbruksavlingen og er dermed også påvirket av råvarepriser.

Videre har også markedets struktur bidratt til at prisen har drevet oppover i perioden 2007-2012. Markedet er definert som globalt da for eksempel ett lands endring i etterspørsel vil påvirke andre lands prissetting, samtidig som det er et marked med få aktører.

4 Foreliggende litteratur om prisprognoser for kunstgjødning

Dette kapitlet vil starte med å presentere foreliggende litteratur om prognostisering av kunstgjødselspriser. Videre vil tidligere studier om anvendelse av futurespriser som prognose bli presentert. Jeg vil se på tidligere resultater og metoder som er benyttet for å finne prognostiseringsmuligheter. Hensikten er å danne ett bilde av hva som allerede har blitt forsket på for så til slutt komme med mitt bidrag til utredningen.

Kapitlet vil også introdusere sentrale selskaper og organisasjoner som jobber med og utgir analyse av kunstgjødselsmarkedet i forhold til etterspørsel og tilbud, da de til ulik grad er henvist til gjennom hele oppgaven.

Ammoniakk er den mest vanlige formen for nitrogen som blir brukt i kunstgjødsel, både urea og DAP består av store mengder ammoniakk. Hovedinputen til ammoniakk er naturgass som utgjør 72-85 % av produksjonskostnaden til ammoniakk (Huang 2007).

I 2007 undersøkte Huang sammenhengen mellom den langsiktige ammoniakkprisens elastisitet med naturgasspris ved å benytte kointegrasjonsanalyse. Analysen vil finne langsiktig sammenheng mellom prisene; hvor stor andel av endringen i ammoniakkprisen kan forklares med endring i naturgassprisen. Undersøkelsens dataserie er priser mellom 1985-2005. Ammoniakkpris viste svak korrelasjon med naturgasspriser for perioden 1985-1999 (0,172), etter 1999 viser tallene langt bedre korrelasjon mellom prisene (0,809). Bakgrunnen til forskjellen mellom periodene kan være stabilitetsendring i naturgassprisen. Naturgass gikk fra å ha et standardavvik på 0,5\$/mm Btu i 1995-1999 til 2,27\$/mm Btu i 2000-2005, samtidig som prisen øker fra \$2 - \$4 til \$3-\$13 per mm Btu. Økningen i naturgasspriser har ført til bedre korrelasjon med ammoniakkpriser, korrelasjonen på 0,809 betyr at ca 81 % av endringer i ammoniakkprisen kan forklares med endring i naturgassprisen. Legg merke til at korrelasjonen reflekterer naturgass sin andel i produksjonskostnaden av ammoniakk.

Av nyere forskning har Ott (2012) studert kunstgjødselsmarkedet og dets samspill med råvare- og matpriser. Studiet hadde fokus på 1) Hvordan spekulasjoner i markedet påvirker kunstgjødselspriser, 2) Samhandlingen mellom kunstgjødsels-, mat- og energipriser og 3) Kunstgjødsels prisvolatilitet sammenlignet med volatilitet i mat- og energipriser.

VAR modellen (vector autoregressive) er anvendt for å analysere samspillet mellom de ulike prisene og i hvilken grad mat- og energipriser påvirker kunstgjødselsprisen. Ott baserte seg på ideen om at det er samspill mellom prisene og er mer opptatt av å analysere sistnevnte.

Forfatteren benyttet videre Granger kausalitetstest til å bestemme årsakssammenheng mellom prisene. Resultatet viste at energipriser påvirker kunstgjødsels- og matpriser som følge av sin input rolle i kunstgjødsel. Den representerer nøkkel innsatsfaktor i kunstgjødselsproduksjonen, i følge Ott (2012). Videre vil økning i matvarepriser kunne fungere som varsel på kunstgjødselspriser, men ikke motsatt. Høye matvarepriser har ført til økning i etterspørselen etter kunstgjødsel som igjen øker prisen.

Når det gjelder volatiliteten til mat-, energi- og kunstgjødselspriser ble standardavvik kalkulert og annualisert for alle prisene og deretter observert hvordan volatiliteten i kunstgjødselspriser har utviklet seg ift. de øvrige prisenes volatiliteter. Ved økende volatilitet i energipriser har det vist at både volatiliteten i kunstgjødsels- og matpriser har fulgt etter. Der

det har vært synkende trend i volatiliteten i energipriser har det ikke påvirket de to andre prisene.

Acheampong og Dicks (2012) har fokusert sin analyse på etterspørselen etter kunstgjødning til bruk i produksjon av biobrensel³ og korn. Tidligere studier har ofte sett på total kunstgjødning (N, P, K) mot total jordbruk, noe de mener vil miste muligheten for å fange opp enkelte komponenters effekter mot spesifikke avlinger. De skal derfor i sin undersøkelse ha sitt hovedfokus på nitrogengjødning og se på spesifikke jordbruksprodukter som mais og hvete. De mener videre at økning i etterspørsel etter biobrensel og korn vil øke bruken av kunstgjødning. I tillegg til funn av bevis til økende mangel på N, P, K gjør at forfatterne ser viktigheten av å se på hvilke økonomiske konsekvenser etterspørsel etter kunstgjødning vil ha for den økende produksjonen av biobrensel og korn.

Data er kunstgjødnings-, mais- og hvetepreiser i USA for perioden 1964 til 2008. Metoden "Feasible generalized least squares" (FGLS) er anvendt og estimert av vektet regresjonsanalyse. Resultatet viste at nitrogengjødning viser høy respondering på endringer i mais-, hvete-, nitrogen-, fosfat og kaliumspriser. Resultatet indikerer også at økning i nitrogenpriser reduserer etterspørselen etter nitrogen. Videre viste økning i mais-, hvete- og andre kunstgjødningspriser bidro til økning i etterspørselen etter nitrogengjødning.

Økende behov for mat og økning i verdensbefolkning vil ikke skje uten at det blir økt behov for kunstgjødning (Roberts 2009). I følge United Nations (UN) vil verdensbefolkningen nå 9,2 milliarder mennesker innen 2050. For at matbehovet skal være dekt må matproduksjonen øke med 50 % innen 30 år. Flere analytikere fokuserer på metoder for høyere utnyttelsesgrad av jord dedikert til dyrking, metode for høyere avlingsprosent, større landområder til dyrking, avlinger som tåler tørke og en rekke andre faktorer som innebærer innovasjon innen jordbruk som skal møte utfordringen med vekst i populasjonen. Rollen til kunstgjødning vil som følge av dette spille en sentral rolle, spesielt dersom den bioteknologiske industrien greier å levere økning i landområder til dyrking som lovet (Fixen 2007).

Roberts (2009) konkluderte med at etterspørselen etter kunstgjødning vil forbli høy så lenge matbehovet ikke er tilfredsstillt.

Ved studier av futurespriser som prognostiseringsverktøy, vises det ofte til

³ Biobrensel er en fellesbetegnelse på brensel fra trær og planter, gjødning, skogsavfall og brenntorv som kan omdannes til energi.

Fama og French (1985) sin forskning. Forfatterne tok utgangspunkt i to rådende modeller om futures. En modell kalles "Teorien om lagring", forklarer differansen mellom futures- og spotpriser (basis) i forhold til endringer i rentekostnad, lagerkostnad og avkastning. Den andre modellen deler futuresprisens oppbygning i to deler, en forventet avkastning og en antagelse om den fremtidige spotprisen. "Teorien om lagring" har en stor tilslutning, mens det utvises mindre enighet når det gjelder futuresprisers evne til å predikere spotprisen

Fama og French brukte begge modellene i en studie av futurespriser for 21 råvarer. Resultatet viste at 10 av 21 råvarer som ble studert viste prognostiseringsevne for spotpriser og det ble påvist forventet avkastning på 5 råvarer.

De fant også at det er variasjoner i basis som viser at de responderer på endringer i rentekostnad og sesongbaserte avkastninger.

Fama og French konkluderte at med statistiske tester er det enklere å oppdage samsill mellom futurespriser og lagringskostnader enn å bevise at forventet avkastning eksisterer for futurespriser eller dens prognostiseringsevne. Det er med større sikkerhet å kunne fastslå om 2 eller flere prisendringer følger hverandre ved hjelp av den indirekte metoden *basis*, i dette tilfelle futurespriser og lagrings- og rentekostnader. Når det gjelder å forutsi prisen eller avkastning krever det større sikkerhet for å kunne konkludere om en prognose er 100 % sikkert ved bruk av den direkte metoden *regresjonsanalyse*. Og selv om analyser skulle tilsi en perfekt prognose, vil det råde en usikkerhet om at fremtiden ikke kan predikeres med 100 % sikkerhet.

French (1986) publiserte en artikkel om å finne prognoser for spotprisen i futurespriser basert på funnene til Fama og French om basis som metode. Han utvidet utredningen med å hensynta faktorer som sesongbaserte svingninger, lagringskostnader, produksjon og tilbud og etterspørsel etter varen i metoden. Frenchs hensikt var å identifisere karakterer ved råvarene som burde relateres til hvorfor det er ulikeheter i prognostiseringsevner for råvarer (se funn i French og Famas forskning). Han studerte årsaker som førte til endringer i spotprisen og faktorer som hindret markedet fra å prognostisere disse endringene i spotpriser. French benyttet funnene i sin forskning til å tolke resultatene i French og Famas forskning om prognostiseringsevne til råvarer.

Frenchs funn i sin forskning basert på elementene overviser prognostiseringsevner i futurespriser for varer som blir påvirket av sesongvariasjoner og relativt store lagerkostnader. Det er i samsvar med French og Famas funn om metall hvor den ble konkludert som ikke

prognostiseringsdyktig. Grunnen er at metallprisen ikke blir påvirket av endringer i etterspørselen eller i tilbudet, både når det gjelder sesongbaserte endringer eller høy lagerkostnader.

I senere tid har W. R. Emmons og T. J. Yeager (2002) studert hvorvidt futures priser fungerer som prognoseverktøy. Deres konklusjon var både nei og ja til å basere seg på futures prisen da de mener at det ikke alltid vil gi pålitelige prognoser. Dessuten vil hvilken type råvare spille en rolle; de er kategorisert som "ikke-lagrings" varer, lagringsvarer med tilstrekkelig stort lager og lagringsvarer med moderat varelager. Resultatet viser bedre prognoser for ikke-lagringsråvarer enn for de som kan lagres. Når det gjelder lagringsvarer med moderat varelager kommer det an på om markedet er i "backwardation"⁴ eller i "contango"⁵ for å kunne si om futures kan brukes som prognose. Er det et "backwardation" marked vil futures prisen fungere som i tilfelle for ikke-lagringsråvarer. I et contango marked vil futuresprisen ikke predikere fremtiden på samme måte som for lagringsråvarer med tilstrekkelig stort lager. Futures priser kan derfor ikke være ubetinget god i prognose sammenheng.

En utredning utført av International Monetary Fund ved D. A. Reichsfeld og S. K. Roache (2011) som er gjort på råvarer (råolje, naturgass, hvete) konkluderte med at det er vanskelig å slå futures priser som prognoseverktøy sammenlignet med andre kjente prognosemodeller. De sier videre at futures kontrakter som prognose opptrer upåvirket ift. ned- eller oppgangstider i prisene.

Ulike studier har gitt ulike svar om futures priser som prognose for ulike råvarer.

Mitt bidrag vil være basert på ideen til Acheampong og Dicks (2012) hvor det er ønskelig å se på de ulike komponenter opp mot spesifikke jordbruksavlinger, basert på flere forskning som har påvist at futures priser kan være god indikasjon på spot priser under ulike forutsetninger. I tillegg til futures priser vil jeg som nevnt i innledningen, benytte tidsseriemodeller til å avdekke eventuelle prismønstre for urea, DAP og MOP.

⁴ "Backwardation" er når futures prisen er høyere enn spotprisen for en gitt periode. Kilde: Geman (2005)

⁵ "Contango" er når futures prisen er lavere enn spotprisen for en gitt periode. Kilde: Geman (2005)

Dette kapitlet avslutter med å presentere bedrifter og organisasjoner som jobber med og utarbeider rapporter om kunstgjødselsmarkedet som utredningen henviser til. Det gjelder International Fertilizer Industry (IFA), ICIS og CRU group. Disse aktørene utgir prognoser og fremtidsutsikter til interessenter. I tillegg vil "Food and Agriculture Organization of the United Nations" (FAO) bli presentert.

International Fertilizer Industry Association (2013) representerer den globale kunstgjødselsindustrien med base i Paris. For hvert land IFA har ordinære medlemmer i, vil rådet bestå av delegat fra gjeldende land.

De tilbyr bønder informasjon om nødvendige næringsstoffer til ulike avlinger. I tillegg utarbeider IFA prognoser og fremtidsutsikter for etterspørsel etter kunstgjødning. Rapportene er tilgjengelige for både medlemmer og andre interessenter. Formålet med rapportene er å hjelpe beslutningstakere ift investering/handel av kunstgjødning.

Foreningen ser på kunstgjødselsindustrien som nødvendig for å kunne imøtekomme den stadig økende etterspørselen etter mat, dyrefor, fiber og energi (International Fertilizer Industry association 2013).

Prognoser blir fremlagt en gang i året. Prosessen starter på vårparten hvor IFAs eksperter analyserer kvantitative data fremlagt av FAO-OECD⁶, USDA⁷, FAPRI⁸ og den Europeiske kommisjonen. Analysen munner ut i et generelt scenario for Europa. Mellom mai og juli blir dette scenarioet innarbeidet i det enkelte land og nasjonale prognoser blir utarbeidet. I juli blir disse nasjonale prognosene analysert og diskutert av ekspertene. IFA sammenstiller prognosene og utgir årlig fremtidsutsiktene for bruk av kunstgjødning 10 år frem i tid.

I følge ICIS selv er de verdens største markedsinformasjonstilbydere innenfor petrokjemisk industri hvor kunstgjødning er en av deres raskt voksende avdeling (ICIS 2013a). De er godt presentert med hovedkontorer i hele verden; Houston, Washington, New York, London, Montpellier, Düsseldorf, Milan, Mumbai, Singapore, Guangzhou, Beijing, Shanghai, Yantai, Tokyo and Perth. Deres mål er å støtte og gi aktuelle aktører et konkurransefortrinn ved å levere prissetting data, relevante nyheter, analyser og konsulenttenester for at de best mulig kan planlegge/ta beslutninger på et best mulig grunnlag.

ICIS gir ut ukentlige rapporter om verdensmarkedet for kunstgjødning, regionale rapporter er

⁶ FAO-OECD: Food and Agriculture Organisation of the United Nations

⁷ USDA: United States Department of Agriculture

⁸ FAPRI: Food and Agricultural Policy Research Institute

også mulig å bestille. De gir viktige prisvurderinger om kunstgjødselsråvarene og legger vekt på informasjon og analyse av den kortsiktige trendutviklingen. Når det gjelder Urea, DAP og MOP blir det utgitt månedlige rapporter om deres marked. Den siste type rapport ICIS utarbeider er om fremtidsutsikter og månedlig prisprognoser ett år frem i tid. Utviklingen av tilbud og etterspørsel for samme periode er også fremstilt i samme rapport.

“Food and Agriculture Organization of the United Nations” (FAO) (2013) visjon er å sørge for at alle får tilgang til mat og som fører til aktivt og sunt liv. Deres hovedbase er i Roma, men organisasjonen er internasjonal med sine 194 land som medlemmer. Deres mandat er definert til å øke kvaliteten på kosthold, forbedre jordbruksproduksjonen, øke livskvaliteten til befolkningen på landsbygda og bidra til vekst i verdensøkonomien.

FAO jobber med å utvikle og dele kritiske informasjon om mat, jordbruk og naturressurser i verden. Deres aktiviteter skal omfatte følgende fire områder:

- 1) Samle tilgjengelig informasjon for å kunne opptre som informasjonssenter for sine brukere.
- 2) Dele ekspertise innen politiske bestemmelser i ulike land om jordbruk.
- 3) Tilrettelegge møteplass for landene med sin nøytrale rolle.
- 4) Bringe kunnskap ut på feltet ved å delta i en rekke prosjekter over hele verden.

CRU Group (2013) er engelsk selskap med hovedsete i London som tilbyr ekspertise innenfor globalt gruvedrift, metaller og kunstgjødsel. Selskapet utarbeider markedsanalyser innen disse tre områdene for sine kunder fra London og 35 andre kontorer omkring i verden. I tillegg til markedsanalyser arrangerer selskapet foredrag og tilbyr konsulenttjenester hvor det settes inn eksperter i kunders spesifikke behov eller problemstillinger.

5 Redegjørelse av pris og prisutvikling for urea, DAP og MOP 1995-2012

I dette kapitlet gjøres det rede for data og tilhørende kilde som er innsamlet for undersøkelsen. Hvilke råvarer er valgt og hvor dataene er hentet fra. Videre vil historiske priser for kunstgjødsel bli presentert med hovedvekt på utvikling, gjennomsnittlige månedlige priser og volatilitet. Tidligere kartlegging av prisdrivere for kunstgjødsel avdekket flere råvarer og energipriser som har påvirkning på kunstgjødselsprisen. Disse blir kommentert sammen med kunstgjødselskomponenten det er aktuelt for; urea- og råoljepriser, DAP og råoljepriser og

MOP og råoljepriser. I tillegg vil vi se på kunstgjødsels prisutvikling mot matpris indeksen da tidligere studier har vist at matpriser og råvarepriser har påvirkning på kunstgjødselspriser.

Data

Data i analysen er spotpriser til kunstgjødsel og futurespriser for naturgass, råolje og hvete. Begge serietypene består av månedlige priser fra og med 1995 til og med 2012. I tillegg er også futures kontraktsprisene for 2, 3 og 6 måneder innhentet.

Nærmere spesifisering av prisene er oppsummert i tabell 1.

Tabell 1 Spesifisering av anvendte priser i undersøkelsen.

Råvare	Valuta/enhet	Kilde
Urea	USD/metrisk tonn	Black Sea (primarily Yuzhny)
DAP	USD/metrisk tonn	US Gulf
MOP	USD/metrisk tonn	Potassium chloride, f.o.b. Vancouver
Råoljepris indeks	USD/fat	Gjennomsnittet av Dated Brent, West Texas Intermediat og the Dubai Fateh,
Naturgass futures kontrakt	USD/ millioner Britisk termisk enhet	NYMEX (New York Mercantile Exchange)
Råolje futures kontrakt	USD/fat	NYMEX
Hvete futures kontrakt	Cent/bushel	CBOT (Chicago Board of Trade)
Matpris indeks	Indeks	International Monetary Fund

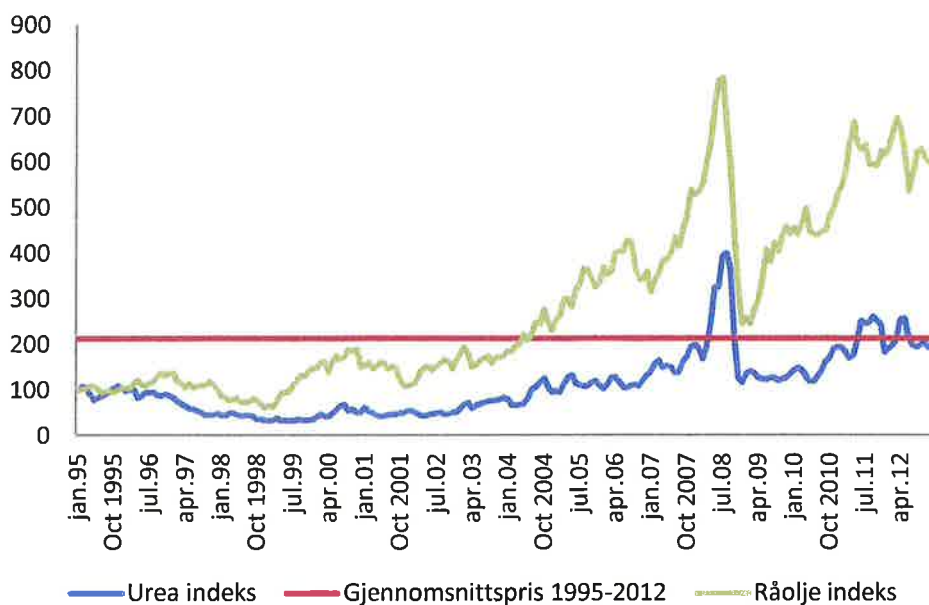
Metrisk tonn vil være forkortet som "MT" i utredningen og million britisk termisk enhet som "MBTU".

Utvikling i kunstgjødselsprisene 1995-2012

Avsnittet starter med å presentere utviklingen i ureapriser med henvisninger til utviklingen i oljeprisen og deretter sammenligning med utvikling i matprisindeksen. Videre blir DAP og til slutt MOP priser presentert med samme fremstilling som for ureapriser.

Utvikling urea priser 1995-2012

Figur 14 viser utvikling i ureaprisen i perioden 1995-2012. Den mest dramatiske endringen er åpenbart i 2007/2008 hvor prisene økte og falt like kraftig etterpå. Grafen viser en ureapris i stadig endring, ingen tydelig trend. Gjennomsnittlig månedspris for perioden er 214,34 USD/MT.



Figur 14 Prisutvikling urea og råolje 1995-2012 og gjennomsnittlig, månedlig urea pris. 1995 = 100.

Ureaprisen er under stadig endring under hele undersøkelsesperioden. Perioden 1995-2000 viser allikevel mindre svingninger i ureaprisen denne perioden sammenlignet med de øvrige. Hendelser som kan ha påvirket denne perioden er blant annet finanskrisen i Asia (1998). Krisen har ført til nedgang i etterspørselen og prisen til råolje (Petroleum Resources Branch Energy Sector 2010). Figur 14 viser synkende trend i ureaprisen rundt årene 97-99 i samsvar med råoljeprisen. Golfkrigen (90-91) har også blitt dratt frem av PRBES⁹ som årsak til den relative lave oljeprisen gjennom hele 90-tallet. Økningen i oljeprisen 1999/2000 er resultat av OPECs inngrep for å gjenvinne kontrollen i oljemarkedet som også kan ha påvirket økningen i ureaprisen.

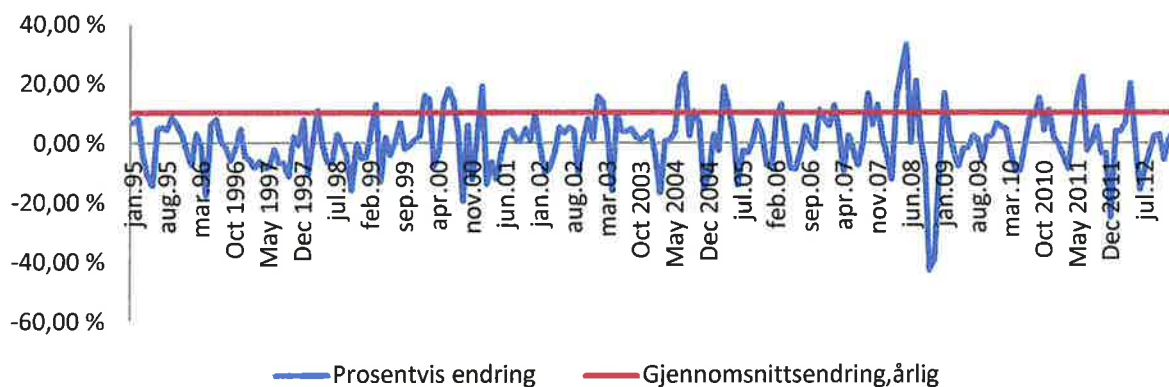
⁹ Petroleum Resources Branch Energy Sector, Canadian Natural Resources.

I store deler av perioden 2001-2005 er prisen fortsatt under gjennomsnittet. Det er først fra 2004 kurven viser større utslag enn tidligere. Utslaget kan vises til markant økning av olje etterspørselen i Kina og andre utviklingsland i Asia. Etterspørselen har ført til at oljeprisen begynte å øke igjen og kan dermed ha bidratt til økning i ureaprisen.

Perioden 2006-2009 er som nevnt den mest volatile delen. Gjennomsnittsprisen er doblet og standardavviket tredoblet i forhold til tidligere perioder (se tabell 2). Det er tydelig at finanskrisen som oppstod i 2008 påvirket kunstgjødselsprisen markant, på samme måte som den har røkket hele verdensøkonomien.

Tiden etter finanskrisen frem til 2012 har ureaprisen begynt å stabilisere seg, men grafen viser at den fortsatt er preget av usikkerhet og uroligheter i den såkalte resesjonstiden (PRBES 2010). Prisen fortsatte å være på samme nivå og det er betydelig tilbakegang i standardavviket (tabell 2).

Den månedlige, prosentvise endringen til ureapriser er som vist i figur 15. Figuren viser klarere bilde av volatiliteten i datasettet. Prisen har endret seg mellom ca 40 % ca - 40 % og har vært i kontinuerlig endring under hele utvalgsperioden. Den mest og minst volatile perioden er også her hhv 1995-2000 og 2006-2009.



Figur 15 Prosentvis ureaprisendringer 1995-2012 og årlig gjennomsnittsendring.

Både prisendringen og prosentvise prisendringen viser høy grad av volatilitet i ureaprisen, men hvor mye utgjør volatiliteten i de ulike periodene? Hvor stor er usikkerheten aktørene har blitt eksponert for? Standardavvik er benyttet for å sette mål på usikkerhet i datasettet. I dette tilfellet vil standardavvik gi ett bilde på hvor mye datasettet avviker fra gjennomsnittsprisen til urea.

For perioden 1995-2012 er månedlig standardavvik på 134,23 USD/MT. Det betyr at prisen i perioden har gjennomsnittlig variert fra -134,23 USD/MT til 134,23 USD/MT, månedlig. Med en gjennomsnittspris på 214,34 USD/MT utgjør varianskoeffisienten¹⁰ 0,63 (se tabell 2). De ulike delperiodene er spesifisert i tabell 2. Perioden 2006-2009 hadde høyest standardavvik og varianskoeffisient. Nest største periode i usikkerhet er 2010-2012; i denne perioden var gjennomsnittsprisen høyest, men betraktelig lavere standardavvik på 80,01 USD/MT. I prosent utgjør annualisert standardavvik 45,26 % (2006-2009) og 32,74 % (2010-2012).

Tabell 2 Gjennomsnittspriser, standardavvik ureapriser og varianskoeffisient 1995-2012 samt delperioder.

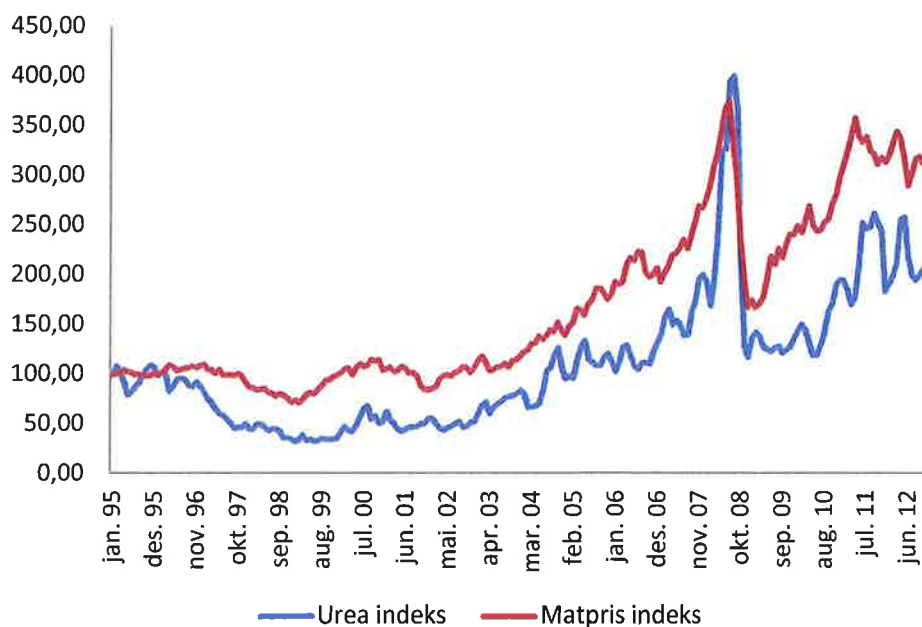
Urea prisutvikling	1995-2012	1995-2000	2001-2005	2006-2009	2010-2012
Gjennomsnittspris, månedlig	214,34	121,8	144,58	318,65	371,65
Standard avvik, månedlig	134,23	48,55	52,79	144,54	80,01
Gjennomsnittsendring i %, årlig	10,34 %	-5,76 %	16,51 %	16,06 %	17,72 %
Standard avvik i %, årlig	33,34 %	28,04 %	30,19 %	45,26 %	32,74 %
Varianskoeffisient	0,63	0,39	0,36	0,45	0,22

I figur 16 har vi sammenstilt ureapris indeks med matpris indeks for utvalgsperioden. Matpris indeksen inkluderer prisen på korn, vegetarisk olje, kjøtt, sjømat, sukker, banan og appelsin indekser. Hensikten er å se om prisutviklingen for urea i denne perioden har vært den samme som prisutviklingen for matpriser da de er påpekt som prisdrivere for kunstgjødning.

Matpris indeksen har vist høyere variasjoner enn urea gjennom hele perioden. Fra 1995-2005 som er definert som relativt små endringer for urea, viser figur 3 en mer volatil matpris indeks. Matpris indeksen har videre en brattere stigning enn urea priser i perioden 2002-2008. Finanskrisen hadde også en sterkere påvirkning på matpris indeksen. Resesjonstiden hvor ureapriser blir halvert i forhold til toppen i slutten av 2007, øker mat pris indeksen til nesten

¹⁰ Varians koeffisient er standardavvik dividert på gjennomsnittsprisen; gir et sammenligningsgrunnlag som kan brukes når to eller flere dataserier skal sammenlignes.

samme nivå som i 2007 før den går ned mot slutten av 2012.



Figur 16 Ureapriser og matpris indeks 1995-2012. 1995 = 100.

Utvikling DAP priser 1995-2012

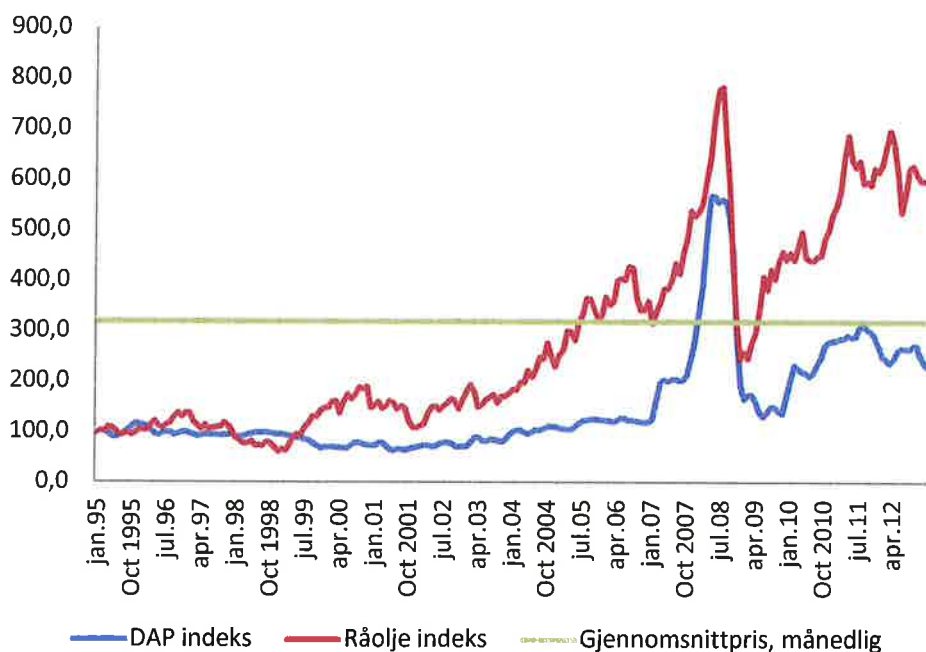
DAP priser for perioden 1995-2012 er fremstilt i figur 17 med tilhørende gjennomsnittpris på 319,96 USD/MT og råoljepris indeks for perioden. Prisene for DAP var, i likhet med urea, i stadig endring under hele utvalgsperioden dog mindre enn endringer til ureapriser (se tabell 3). DAP prisen har vokst jevnt siden 2002 til toppen i 2008 som er periodens høyeste og mest dramatiske prisendring. Frem til og med 2006 var prisen merkbart lavere enn gjennomsnittsprisen, fra begynnelsen av 2007 passerte prisen gjennomsnittet og har opprettholdt nivået over snittet til ut 2012.

Ved å sammenlikne DAP priser med utviklingen i oljepriser vil vi se mindre klare felles mønster enn for urea og olje; fra 97-99 var olje prisen som nevnt påvirket av finanskrisen i Asia ved at prisen og etterspørselen reduserte. DAP prisen forble stabil gjennom 1997 og 1998, nedgangen startet først i 1999. Økningen i oljeprisen i 1992/2000 ga ikke like stort utslag som det gjorde for ureapriser.

I 2004 da Asia bidro til økt etterspørsel av olje og dermed drev prisen oppover, økte også

prisen for DAP i likhet med urea. Topprisen i 2008 viste 1200 USD/MT og utgjør en økning på nesten 500 % siden januar 1995.

I resesjonstiden (2009 -2102) var prisen under gjennomsnittsprisen i noen tilfeller i både 2009 og 2010, den bygde seg opp igjen rundt 2011. Utgangen av utvalgsperioden viser allikevel en fallende trend i prisen. Pris per oktober 2013 er på 377, 30 USD/MT.



Figur 17 DAP- og råoljepris indeks 1995-2012 og gjennomsnittlig, månedlig DAP pris. 1995=100

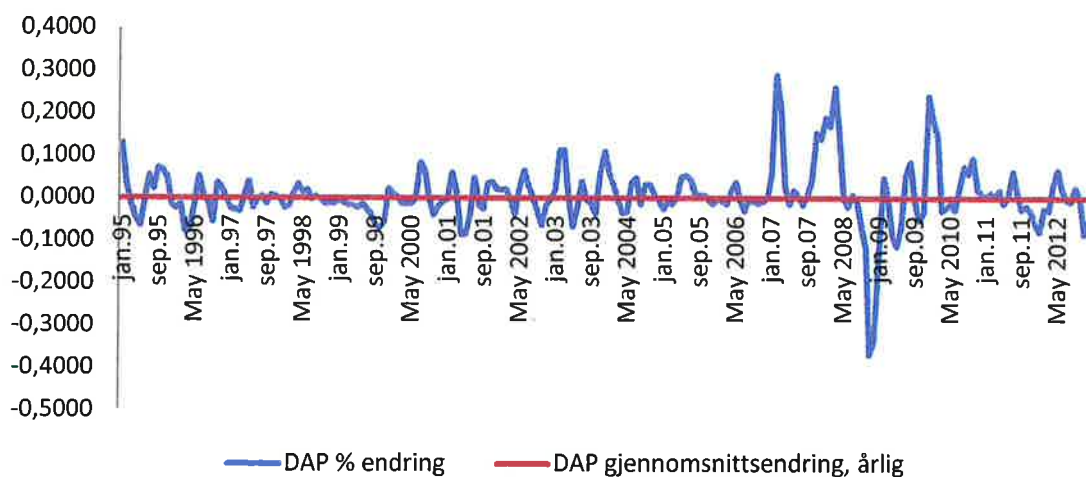
Tabell 3 Gjennomsnittspriser, standardavvik og varianskoeffisient DAP priser 1995-2012 samt delperioder

DAP månedlig prisutvikling	1995-2012	1995-2000	2001-2005	2006-2009	2010-2012
Gjennomsnittspris, månedlig	319,96	194,18	190,58	495,76	525,75
Standardavvik, månedlig	220,62	25,43	39,96	313,25	62,25
Gjennomsnittsendring i %, årlig	8,45 %	-2,11 %	11,39 %	17,51 %	12,61 %
Standardavvik i %, årlig	24,07 %	12,89 %	14,64 %	42,79 %	19,26
Varianskoeffisient	68,76 %	13,10 %	20,97 %	63,19 %	11,84 %

Den prosentvise endringen til DAP priser er som vist i figur 18. De største endringene er rundt 2006-2009. I denne perioden varierer prisen mellom +30 % og – 40 % og hvor

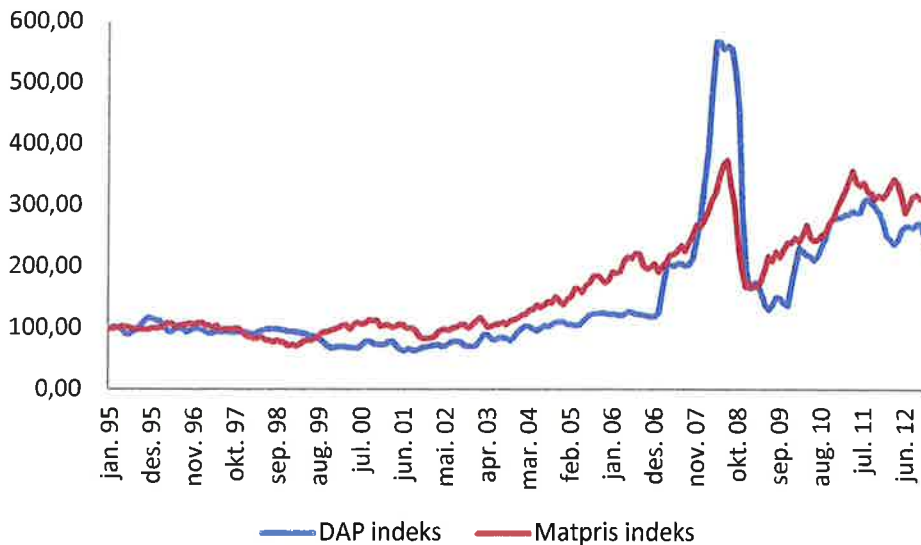
usikkerheten er på 42,79 % årlig (tabell 3). Standardavviket for denne delperioden er tilnærmet lik urea, men i de øvrige delperiodene er DAP prisen mindre volatile (lavere standardavvik, årlig) enn urea priser.

Gjennomsnittsendringen for hele perioden er 8,45 % med standardavvik på 24,07 %, begge annualisert. Rangeringen av delperiodene er lik ureapriser; minst endring og usikkerhet er i periodene 1995-2000 og 2001-2005, størst under 2006-2009 og årene 2010-2012 som den nest volatile perioden (målt i standardavvik).



Figur 18 DAP prisendring i % 1995-2012.

Hvordan DAP priser har endret seg i forhold til matpris indeksen er som vist i figur 19. Matpris indeksen er tidligere definert under urea priser. Vi ønsker å se hvordan DAP prisen har opptrådt ift. andre råvarepriser. DAP prisen og matprisindeksen følger samme utviklingen gjennom hele perioden, bortsett i fra perioden 2008-2012 hvor det ser ut til at indeksene går hver sin retning.



Figur 19 DAP priser og matpris indeks 1995-2012. 1995=100

Utvikling MOP priser 1995-2012

MOP prisutviklingen er som vist i figur 20 sammenstilt med råoljepris indeksen og gjennomsnittlig månedlig pris for 1995-2012. Den månedlige gjennomsnittsprisen for hele perioden er 230,05 USD/MT (tabell 4). I likhet med både urea og DAP priser nådde MOP pristoppen i 2008, men ikke før mot slutten av 2008. Nedgangen begynte ikke før i mars 2009 noe som er senere enn både urea- og DAP priser.

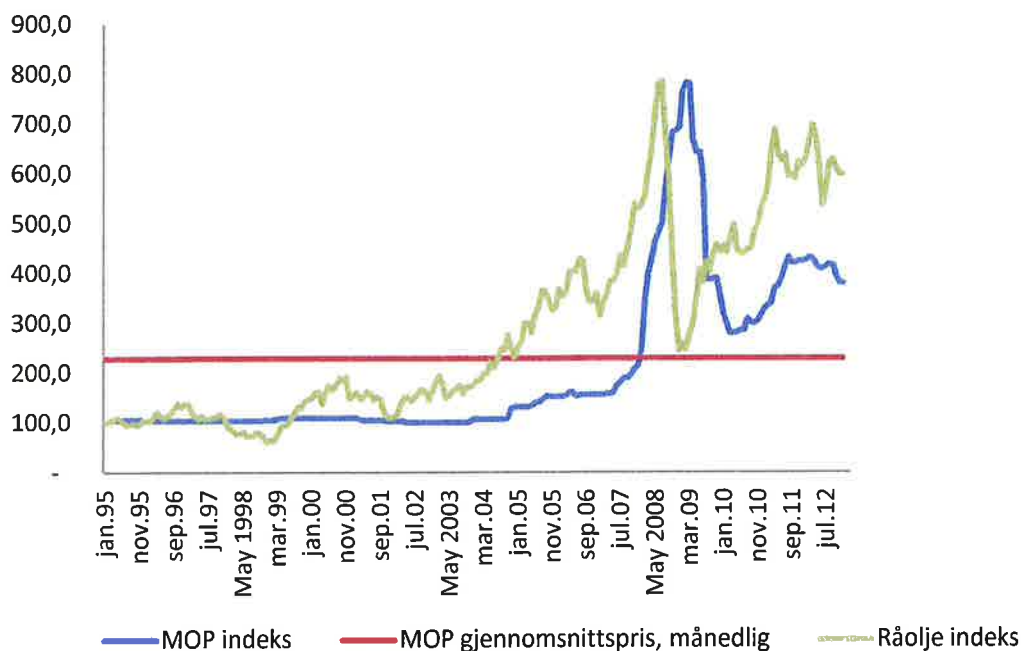
Fra 1995 frem til 2007 var prisen under gjennomsnittsprisen, stigningen startet i 2004 og hadde små økninger frem til 2007 hvor prisen ble skutt i været mot slutten av 2007. Grafen viser små endringer i MOP prisen for periode 1995-2004 hvor resultatene i tabell 4 viser bekrefter forholdene; laveste gjennomsnittspris (månedlig) er i perioden 1995-2000 med standard avvik på 2,7 USD/MT. Perioden 2000-2005 hadde marginalt høyere gjennomsnittspris, men med en betydelig økning i standardavvik.

Perioden 2006-2009 hadde høyest gjennomsnittspris og standardavvik på hhv 393,8 USD/MT og 242,8 USD/MT.

MOP prisen viser minst påvirkning av oljeprisen sammenlignet med urea- og DAP priser (figur 7). Endringer i oljeprisen gjennom perioden 1995 til 2004 ser ut til å påvirke MOP prisen i svært liten grad. Økningen i MOP prisen starter som sagt i 2004 og det samsvarer med økning i råoljeprisen som var påvirket av økning i etterspørselen etter råolje i Asia. Fra 2004 frem til 2007 viser både råolje og MOP prisen økning, men for råoljeprisen ble det en nedgang i prisen rett før den sterke økningen i 2007. For MOP sin del kom økningen senere

og gjennom hele perioden 2007-2009/2010 viser figur 7 forskyvning i MOP prisen i forhold til råoljeprisen.

I resesjonstiden som er definert fra 2009 og utover (PRBES 2010) viser bedre påvirkning av råoljepris indeksen på MOP prisen.

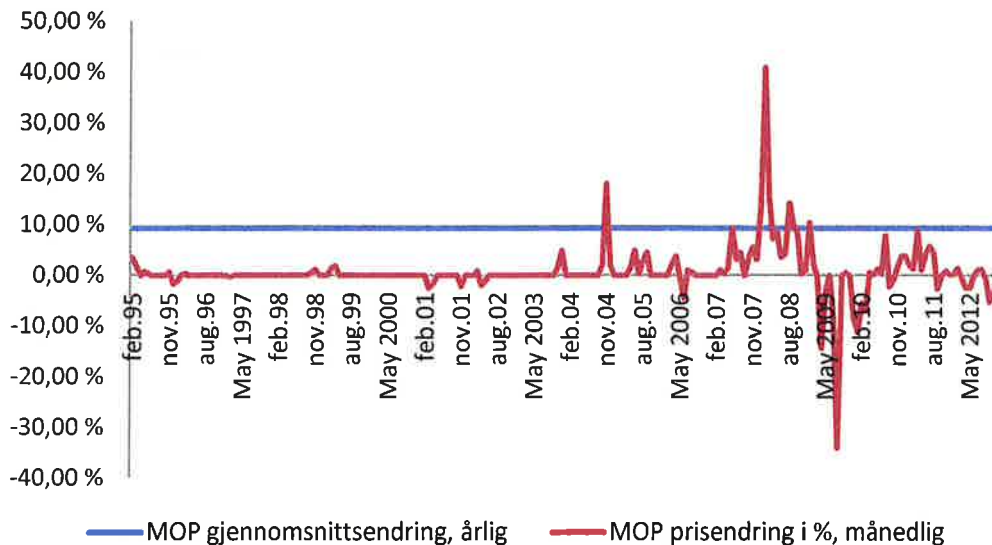


Figur 20 MOP - og råoljepris indeks 1995-2012 og gjennomsnittlig, månedlig MOP pris. 1995=100

Tabell 4 Gjennomsnittspriser, standardavvik og varianskoeffisient MOP priser 1995-2012 samt delperioder

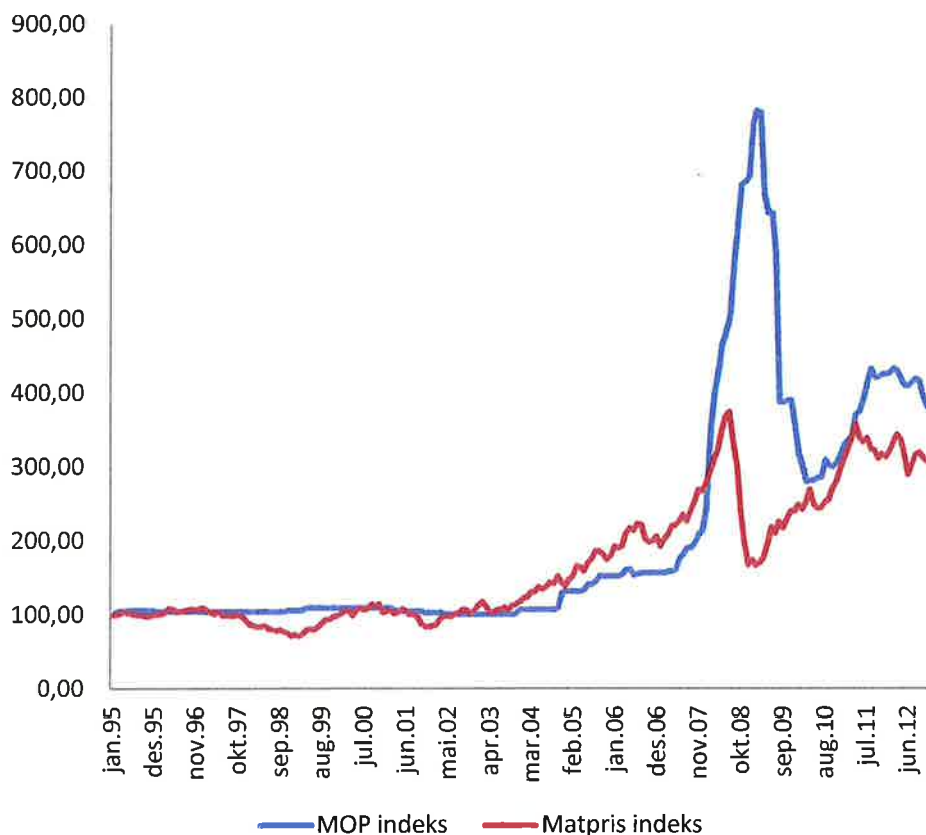
MOP	1995-2012	1995-2000	2001-2005	2006-2009	2010-2012
Gjennomsnittspris, månedlig	230,05	118,7	125,5	393,8	408,7
Standardavvik, månedlig	179,3	2,7	18,1	242,8	62,5
Gjennomsnittsendring, årlig	9,3 %	1,9 %	5,9 %	30,5 %	3,0 %
Standardavvik, årlig	17,3 %	2,3 %	8,4 %	32,9 %	13,3 %
Varianskoeffisient	0,78	0,14	0,13	0,68	0,14

Den prosentvise endringen av MOP prisen er som vist i figur 21 med gjennomsnittendring på 9,3 % årlig for hele undersøkelsesperioden. Fra 1995 til 2004 er endringene små. Tabell 4 viser liten gjennomsnittsendring i perioden 1995-2000 (1,9 % og standardavvik på 2,3 %). Største gjennomsnittsendringen er ikke overraskende i perioden 2006-2009 på 30,5 % og standardavvik på 32,9 %.



Figur 21 MOP prisendring i % 1995-2012.

Figur 22 viser utviklingen til MOP priser sammenlignet med utviklingen i matpris indeksen. Det er ingen tydelig felles mønster som de begge følger under hele perioden. Perioden 1995 til 2004 viser figur 22 mindre svingninger i MOP prisen sammenlignet med matpris indeksen. MOP prisen har betydelig høyere økning rundt perioden 2007/2008 enn matpris indeksen. Også her er svingningene i MOP prisen forskyvet i forhold til endringer i matpris indeksen rundt pristoppene og det ser ut til å vare helt til rundt 2010/2011 hvor det er antydning til felles mønster til ut 2012.



Figur 22 MOP priser og matpris indeks 1995-2012. 1995=100

Oppsummering

MOP priser viser størst prisendring i prosent og størst varianskoeffisient enn urea- og DAP priser dersom vi ser på hele perioden (1995-2012). MOP priser har en betydelig lavere prisendring i perioden 1995-2005, men på grunn av den kraftige økning i 2008 har det gitt utslag for hele undersøkelsesperioden under ett.

Ut i fra den grafiske fremstillingen er det urea som viser best samvariasjon med råoljepris indeksen. Det samsvarer med kartleggingen av prisdrivere i kapittel 3 hvor urea har størst behov for energi i sin produksjonsprosess enn DAP og MOP. DAP viser mindre samvariasjon enn urea men mer enn MOP. Det henger sammen med at ammonium krever energi i omdanningen fra råvare til bruk i kunstgjødsel (DAP består av blant annet ammonium), mens energi i produksjon av MOP er begrenset til transportkostnader.

6 Swap futureskontrakter for kunstgjødset

Swap futureskontrakter har eksistert i for kort tid til at den har tilstrekkelig data for å kunne anvendes i undersøkelsen. Opprettelsen av disse kontraktene vil likevel ha en viktig rolle med tanke på prognostiseringsmuligheter senere at det er viet et eget kapittel for å gi en innføring i kontraktene.

Chicago Merchantile exchange (CME Group 2013) står bak lansering av kunstgjødset swap futures kontrakter i juli 2011 (FIS swap kontrakter har eksistert i 4 år). Informasjon beskrevet i dette kapitlet er hentet fra selskapets hjemmeside.

Selskapets direktør av jordbruksråvarer-avdelingen Tim Andriesen var klar i sin forklaring; kontraktene skulle være til hjelp for den høye prisrisikoen som har vært de siste tiårene. Kontraktens art var "cash-settled", listet på NYMEX og var underlagt NYMEX betingelser og vilkår. I "Cash settled" kontrakter eksisterer ikke fysisk varelevering ved utgang av kontrakten, men kontantstrømmen som oppstår mellom to parter. En produsent har for eksempel inngått avtale med en konsument om en salgspris for gitt mengde og leveringsdato. Når man kommer til leveringsdagen så har produsenten enten lovet for lav eller høy pris ift. dagens spotpris. Ved høy pris betyr det at produsenten har tjent penger og konsumenten må betale differansen (avtalt pris- spotpris). I motsatt tilfelle har produsenten tapt og må betale differansen til konsumenten (avtalt pris fratrukket spotpris).

Swap kontrakter fungerer i teorien som futures kontrakter, man avtaler pris og mengde for en gitt dato i fremtiden. En av forskjellene er at handel via futures kontrakter skjer via børsene med tilhørende 3.part (Clearing House) som sikrer at gjennomføring av handelen går som avtalt. 3.part skal fungere som selger overfører kjøper av kontraktene og som kjøper for selgere av kontraktene. Swap kontrakter derimot er mellom 2 parter og partene vil selv gjennomføre handelen uten innblanding av 3.part. De vil derfor oppleve risiko ift. gjennomføring av handelen som kan være at en part ikke lbetaler ved kontraktens utløp (counterparty risk).

Swap inngår i et "Over the Counter" (OTC) marked hvor handelen foregår som beskrevet over, i tillegg til at partene kan fritt bestemme innholdet i kontraktene. I motsetning til futures kontrakter som er påkrevd standardisering av kontraktene ift. både kvantitet og kvalitet. Dette er forutsetningen for å oppfylle krav til transparent i handelen på børs.

Kombinert swap futures kontrakter ble ett resultat av den nye loven innført av Dodd-Frank Act¹¹. Den nye loven krever at alle swap kontrakter i OTC marked skal gå gjennom "Clearinghouse". En av årsakene er å unngå "counterparty" risiko og føre til transparente transaksjoner i OTC markedet, og som ett ledd i å unngå finanskriser i fremtiden.

Kort tid etter lansering valgte CME Group å ertstatte kontraktene på NYMEX med CBOT fertilizer swap futures i september 2011. Kontrakter som kan handles på CBOT er:

- Urea (Granular) FOB US Gulf Coast swaps
- Urea (prilled) FOB Yuzhny swaps
- Urea (Granular) FOB Egypt swaps
- UAN FOB NOLA swaps
- DAP FOB Tampa swaps
- DAP FOB NOLA swaps

Tabell 5 viser hvordan kontraktene er spesifisert.

Tabell 5 Swap futures kontraktens spesifikasjoner på CBOT. Kilde: CME Group (2013)

Kontrakt enhet:	100 tonner: Short tons – Urea US Gulf Coast, UAN, DAP NOLA Metric tons – DAP tampa, Urea Yuzhny, Urea Egypt
Pris	USD per ton
Min. pris:	0,25 USD (25 USD per kontrakt)
Åpningstid:	CME Clearport: SUN-FRI 17:00-16:15 med 45 min. pause hver dag starter 16:15
Prissetting:	Basert på aritmetrisk gjennomsnitt av midtpriser publisert ukentlig av ICIS og Profercy i løpet av kontraktsmåned.
Oppgjør:	Siste torsdag i kontraktsmåned, dersom det faller på ikke-arbeidsdag vil foregående arbeidsdag gjelde
Kontraktmåned:	12 sammenhengende kalender måneder
Rregler:	Kontraktene er listet på CBOT og er pålagt deres regler og vilkår

For disse kontraktene vil det som nevnt ikke ekistere fysisk levering. Hver kontrakt gjennomføres på bakgrunn av pris levert av ICIS og Profercy. Ved oppgjør vil handelen

¹¹ Dodd-Frank ACT ble opprettet etter finanskrisen for å overvåke systemrisiko, begrense bank egenhandel (den "Volcker regelen"), plassere nye forskrifter om derivater og beskytte forbrukere. Målet er å forhindre en ny finanskriser.

foregå som en swap kontrakt, kontantstrøm som oppstår som følge av differansen mellom avtalt pris og spotprisen.

Pris ved oppgjør (spotpris) er beregnet som aritmetisk gjennomsnitt av ukentlige priser fra publiseringer gjort av ICIS og Profercy gjennom hele kontraktsmåned. For hvert sett av ukentlig pris fjernes den høyeste og laveste pris, aritmetisk gjennomsnitt av uke datasettet blir gjort på gjenstående data.

I tillegg til å fjerne “counterparty” risiko og gi mer åpenhet, vil swap futures være lett omsettelige enn i et OTC marked. En swap futures holder vil f. eks kunne lettere kjøpe/selge seg ut ved å kjøpe eller selge via CBOT hvor det er mange deltakere. I OTC marked måtte man ha inntrådt i en ny swap som kan reversere den gjeldende swap kontrakt, selge tilbake til banken eller en tredjepart.

Ulempen er at det generer mer oppfølging og flere forpliktelser ved å være listet på børs. Sluttbruker må melde sin posisjon daglig for å få kontrakten verdisatt etter markedsverdi. Større merkbare ulempe er muligens eksponeringen av basis risiko. I swap kontrakter kan man skreddersy sine egne kontrakter etter behov, men swap futures kontrakter er det krav til standardisering. Det kan føre til at sikringen man ønsker og pådratt ansvar ikke samsvarer, det kan dermed medføre for høye tap eller gevinst. Man kan også risikere og ikke finne kontrakter som tilfredsstillers ens behov.

I dette kapitlet har vi sett på hvordan swap kontraktene for kunstgjødsel fungerer. Swap kontraktene er ikke medtatt i undersøkelsen som en del av analysen, men vil heller ha en informativ rolle i den hensikt å gjøre leser oppmerksom på utviklingen av kunstgjødselsmarkedet.

7 Prognosemodeller (1): Tidsseriemodeller

I dette kapitlet vil tidsseriemodellene bli presentert. Forklaring av de ulike modellene er basert på Hillier & Hilliers (2011) bok om operasjonsanalytiske metoder og teknikker og Hanke og Reitschs litteratur om prognostisering. Modellene baserer seg på historiske data og prognostiserer ved hjelp av gjennomsnittsverdier og historiske trender (Eikeri 2004). Modellene vil på ingen måte alene gi beslutningstakere det endelige svaret, men heller være en del av deres totale vurdering og aller helst ved siden av vurderinger basert på egne erfaringer og kjennskap til markedet. Modellene er basert på historiske tall og med det følger indirekte aksept for at en tror fortiden vil være representativ for fremtiden.

Sesongfaktor, MAD og MSE

Det er ikke lett å se mønster og tendenser for prisdataene som er samlet inn for oppgaven slik den er vist i kapittel 2 om problemstillingen (figur1). Tidsseriemodellene som blir anvendt i undersøkelsen vil få frem eventuelle mønstre som kan være grunnlag for prognoser.

Et mønster som det er ønske om å fjerne i datasettet er sesongvariasjoner. Disse variasjonene er mønster som vil forekomme år etter år, for eksempel endringer som skyldes årstider. Ved å fjerne de vil en få et klarere bilde av trender til datasettet. Sesongfaktor beregnes som vist under (formel 1).

$$(1) \text{ Sesong faktor} = \frac{\text{Gjennomsnittet for perioden (bestemt måned)}}{\text{Gjennomsnitt for alle periodene}}$$

I dette tilfelle vil det være 12 sesongfaktorer da utredningen operer med månedlige priser.

Eksempelvis vil beregning av sesong faktor for januar innebære og beregne gjennomsnittsprisen for alle januarprisene som har vært i perioden 1995-2012 (teller i formelen). Og når det er beregnet gjennomsnitt for de øvrige månedene vil en kunne beregne gjennomsnittet for alle månedene ved å legge sammen alle månedlige gjennomsnittsprisene og deler på 12 (nevner i formelen).

Månedlige priser justert for sesongvariasjoner oppnås ved å dele månedlige prisen på tilhørende sesong faktor.

Vurdering av modellene vil basere seg på deres MAD og MSE. «MAD» (mean absolute deviation) er gjennomsnittlig totalavvik. «MSE» (mean square errors) er gjennomsnittlig kvadrert avvik. Bruken av disse måltallene er avhengig av vektleggingen en har til små og store avvik. Generelt kan vi si at man kan fokusere på «MAD» dersom selv små avvik vil gi konsekvenser for prognosearbeidet og «MSE» er foretrukket dersom det kun er store avvik man er opptatt av og som vil gi betydelige konsekvenser. Målet er, uavhengig av hvilke måltall en bruker, å få lavest mulige verdier. I dette tilfelle betyr det å finne lavest mulig prognosefeil og dermed være en god prognosemodell for kunstgjødsel. Beregningen av "MAD" og "MSE" er som vist under (formel 2 og 3).

$$(2) MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |P_t - F_t|}{n}$$

Hvor; n = antall prognoser, P = månedlig pris, F = månedlig prognose, t = periode

$$(3) MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_t - F_t)^2$$

Hvor; n = antall prognoser, P = månedlig pris, F = månedlig prognose, t = periode

MAD er gjennomsnittet av prognostiseringsfeil (Hillier & Hillier 2012). Som vi ser av formelen over summeres alle prognostiseringsfeil (pris – prognose) for så dele på antall prognostiseringsfeil. N ville ha vært 216 (12 mnd x 18 år) for perioden 1995-2012.

MSE følger samme beregningen som MAD, men blir i tillegg kvadrert.

Siste verdi

Modellen bruker forrige månedspris som prognose for neste måned, også ansett som noe naiv metode. Den er velegnet dersom det er ustabile forhold i markedet som gjør at eldre priser enn forrige måned ikke vil være pålitelige indikatorer for fremtiden.

Denne modellen gjør at ved store endringer i markedet, opp eller ned, vil prognosene alltid være en måned på etterskudd i forhold til å fange opp endringene.

Gjennomsnitt

Gjennomsnitt for alle prisene i perioden til dagens dato blir brukt som prognose for neste periode i denne modellen. Modellen vil være best egnet under stabile forhold, det skal ikke utgjøre stor forskjell mellom den eldste eller den yngste som blir brukt som prognose for neste måned. Dersom det allikevel skjer store endringer vil modellen være sein med å fange opp endringene.

$$(4) \text{ Gjennomsnitt} = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n}$$

Hvor; $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ er (i denne sammenheng) månedlige kunstgjødselspriser.

n: totalt antall måneder i utvalgt periode

Glidende gjennomsnitt

Metoden er lik Gjennomsnitt-modellen, men forskjellen er at man her kan velge antall måneder som skal inngå i gjennomsnittsberegningen. En utelukker da eldre tall som ikke er relevant lenger. Antallet bestemmes av bruker ettersom hva den mener er mest relevant data for å predikere neste måneds pris. For hver ny pris som er tilgjengelig vil modellen droppe den eldste prisen (se formel (5)). Hver pris er vektlagt like mye. Modellen passer til relativt stabile datasett eller som er preget av endringer av og til.

$$(5) M_t = y_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-n+1}}{n}$$

Hvor;

M_t = glidende gjennomsnitt i perioden t

y_{t+1} = neste periodes prognose

y_t = virkelig verdi i periode t

n = antall perioder i glidende gjennomsnitt

Dersom antall perioder er 4 og vi ønsker å beregne prognose for periode 8, vil beregningen være følgende:

$$F_8 \text{ (Prognose for periode 8): } \frac{(P_4 + P_5 + P_6 + X_7)}{4}$$

4: antall måneder vi ønsker et glidende gjennomsnitt for.

Av eksempelet over ser vi at P_1 , P_2 og P_3 er ekskludert fra beregningen fordi det er kun de fire siste prisene som er ønskelig å inkludere i prognostiseringen.

Antall perioder som blir valgt kan variere mellom 2 og 12 eller flere, men tre eller fire er det mest vanlige (Eikeri 2004). Ved valg av større n vil det ta lenger tid før modellen fanger opp endringer i datasettet og følgelig vil lavere n føre til at modellen agerer raskere ved endringer.

Ekspontiell glatting

Ekspontiell glatting (EG) er en litt mer avansert modell. Modellen legger sammen siste

verdi med siste prognose (se formel (6)). Parameteren α (alfa) brukes til å bestemme hvilken av verdiene som skal vektlegges mest.

Vektleggingen gjøres ved å estimere α ; størrelsen på α vil være avhengig av stabiliteten i markedet og den estimeres for å kunne møte graden av stabilitet i markedet.

α mellom 0,1 og 0,3 er vanlig å velge, mens 0,5 benyttes ved svært ustabile forhold. Verdien skal være et sted mellom 0 og 1. Store endringer i denne modellen vil kunne fanges opp raskt i prognosene, da α styrer hvor tett på utviklingen prognosene skal være ved å vektlegge den siste perioden mest. Modellen vil i teorien passe til både stabile og ustabile forhold da α styrer vektleggingen etter forholdene i markedet.

Utfordringer med denne modellen er å estimere riktig α og startverdien for datasettet.

Estimering av α løses ved at deler av datasettet vil brukes til å estimere parameteren og andre delen vil evaluere modellen. "Problemløser" blir benyttet for å estimere verdien av α . Når det gjelder startverdien (siste prognose) settes verdien til gjennomsnittsprisen for hele perioden. Estimering vil bli nærmere omtalt under kapittel 8.

(6) Eksponentiell glatting: $\alpha(\text{Siste verdi}) + (1-\alpha)(\text{Siste prognose})$

Eksponentiell glatting med trend

Eksponentiell glatting med trend (EGT) er en utvidet modell ift. "Eksponentiell glatting" ved at den inkluderer eventuelle trender i tidsserien. Hovedideen går ut på å estimere nåværende trend for så justere prognosene etter trenden. På denne måten vil en oppnå betydelig mer nøyaktige prognoser. Estimaten for trenden har betegnelsen β og har de samme intervallene som α . Estimaten skal være mellom 0 og 1, hvor høyere β vil kunne agere raskere til siste endringer i trenden og lavere β vil bruke mer data for å kunne estimere trenden. Modellen er best egnet til tidsserier hvor gjennomsnittet ser ut til å følge en trend, enten nedover eller oppover.

EGT har tilsynelatende de samme estimeringsproblemene som Eksponentiell Glatting med tillegg til estimering av parameteren β og utgangstrenden.

Siste prognose løses som forklart under EG.. Utgangstrenden settes lik 0 da det ikke er tydelig trend i datasettet. Estimering av α og β løses ved hjelp av "Problemløser" i Excel.

(7) EGT: α (Siste verdi) + $(1-\alpha)$ (Siste prognose)+Estimert trend

Hvor;

Estimert trend: β (siste trend) + $(1-\beta)$ (Siste estimert trend)

8 Estimering av tidsseriemodeller

Siste Verdi og *Gjennomsnitt* krever ingen estimering av parametere som følge av modellenes art. De er allikevel tatt med i resultatet for å kunne vurdere alle modellene i samme periode. For *Glidende Gjennomsnitt*, *EkspONENTIELL Glatting* og *EGT* er prisdata fra 1995-2009 valgt til å estimere modellene. Det innebærer å estimere parameteren α , β og antall perioder (n). Parametere α og β estimeres ved hjelp av "Problemløser" i Excel og n ved "feile og prøve" metoden.

Månedlige priser fra perioden 1995-2009 er valgt fordi den inkluderer endringer i begge retninger, finanskrisen og med relativ lang periode som grunnlag vil det kunne møte fremtidig marked med bredest mulig forutsetninger.

Priser fra årene 2010-2012 vil bli benyttet for å evaluere modellene.

Estimering av modeller for ureapriser

Tabell 6 viser MAD og MSE og estimerte parametere for urea priser. *Gjennomsnitt* viser svært høy MAD i forhold til de andre modellene. *Siste Verdi* er den tredje beste MAD verdiene, etter EG og EGT.

Datasettet 1995-2009 beregnet antall perioder (n) som skal inngå i gjennomsnittsberegningen til å bli 2 ($n=2$) ved "feile og prøve" metoden. Tallene 1-12 blir testet og det tallet som gir lavest MAD vil bli valgt. Det vil si for ureas prisutvikling vil det å inkludere de to foregående perioders pris i prognosen, gi den laveste gjennomsnittsseilen for *Glidende Gjennomsnitt* modellen.

Videre har estimeringen av EG modellen gitt $\alpha = 0,99$ ved hjelp av "Problemløser", noe som betyr at datasettet er svært ustabil ettersom verdien ikke kan overstige 1. Jo høyere α desto høyere grad av volatilitet er datasettet preget av.

Etter estimering av EGT oppnådde modellen $\beta = -0,015$ og $\alpha = 0,99$. Svært lav β verdi understreker fravær av trend som ble forespeilet i innledningen. Alle tre estimerte modellene resulterte i akseptable MAD verdier hvor den laveste er etter både EGT og EG da trend er

estimert til å være fraværende. Gjennomsnittlig pris for hele perioden utgjør 213 USD/MT og med laveste gjennomsnittfeil på 16,1 USD/MT tilsvarer det en gjennomsnittlig feilprosent på 7,6 %.

Tabell 6 Resultat estimering parametere for ureapriser, 1995-2009

UREA	MAD	MSE	Parametere
Siste Verdi	18,5	1045,7	
Gjennomsnitt	92,3	17 939,2	
Glidende Gjennomsnitt	21,1	1598,	n = 2
Eksponentiell Glatting (EG)	16,1	917,90,3	$\alpha = 0,99$
Eksponentiell Glatting med Trend (EGT)	16,2	914,27	$\alpha = 0,99$ $\beta = -0.015$

Sesongfaktorer for ureapriser

Tabell 7 viser beregnede sesongfaktorer for perioden 1995-2009. Oversikten viser at de ulike månedene inneholder liten grad av sesong variasjoner da faktorene ligger rundt 1.

Tabell 7 Sesongfaktorer for perioden 1995-2009, ureapriser

Måned	Sesong faktor
Jan	0,937
Feb	0,938
Mar	0,976
Apr	0,961
Mai	1,016
Juni	1,016
Juli	1,081
Aug	1,097
Sep	1,079
Okt	0,992
Nov	0,954
Dea	0,953

Estimering av modeller for DAP priser

Tabell 8 viser MAD/MSE og estimerte parametere for DAP priser. *Gjennomsnitt* viser høyest MAD verdi for DAP, mens *Siste Verdi* er marginalt høyere enn EG og EGT.

Datasettet 1995-2009 beregnet antall perioder (n) som skal inngå i gjennomsnittsberegningen til å bli 2 (n=2). Det vil si også for DAPs prisutvikling vil det å inkludere de to foregående perioders pris i prognosen, gi den laveste gjennomsnittsfeilen for *Glidende Gjennomsnitt* modellen.

Estimeringen av EG modellen har gitt $\alpha = 0,99$ som tyder på at datasettet er svært ustabil ettersom verdien ikke kan overstige 1.

β i EGT er på $-0,044$ understreker også fravær av konkret trend for DAP priser, α er også her $0,99$ etter ny estimering.

MAD verdiene for DAP er høyere enn for urea. Laveste MAD er etter EG modellen. Det er også her marginale forskjeller mellom EG og EGT. Gjennomsnittsprisen for DAP for hele perioden er 320 USD/ MT og med laveste gjennomsnittlig feil på 17 USD/MT utgjør gjennomsnittlig feilprosenten 5,3 %.

Tabell 8 Resultat estimering parametere for DAP priser, 1995-2009

DAP	MAD	MSE	Parametere
Siste Verdi	18,1	1338,7	
Gjennomsnitt	120,7	48 729	
Glidende Gjennomsnitt	24,0	2796,8	n = 2
Eksponentiell Glatting (EG)	17,0	1415,8	$\alpha = 0,99$
Eksponentiell Glatting med Trend (EGT)	17,1	1421,5	$\alpha = 0,99$ $\beta = -0.014$

Sesongfaktorer DAP

Tabell 9 viser beregnede sesongfaktorer for perioden 1995-2009.

DAP priser viser heller ingen betydelige sesong variasjoner i årene 1995-2009.

Tabell 9 Sesong faktorer for perioden 1995-2009, DAP priser

Måned	Sesong faktor
Jan	0,902
Feb	0,961
Mar	1,028
Apr	1,050
Mai	1,034
Juni	1,032
Juli	1,051
Aug	1,055
Sep	1,033
Okt	1,001
Nov	0,933
Des	0,921

Estimering av modeller for MOP priser

Tabell 10 viser MAD/MSE og estimerte parametere for MOP priser. Enda en gang viser *Gjennomsnitt* betydelig dårligere resultater av alle modellene, og *Siste Verdi* er blant de med bedre MAD verdier.

Datasettet 1995-2009 beregnet antall perioder (n) som skal inngå i gjennomsnittsberegningen til å bli 12 (n=12). Det vil si for MOPs prisutvikling vil det å inkludere det foregående årets priser i prognosen, gi den laveste gjennomsnittsfeilen for *Glidende Gjennomsnitt* modellen. Den laveste MAD er på 10 USD etter både EG og EGT modellen. I likhet med urea og DAP er α estimert til 0,99. β verdien er heller ikke høy for MOP priser, den endte på 0,0086 som er høyest av kunstgjødselsprisene. Med en gjennomsnittlig pris på 213 USD/MT og gjennomsnittlig feil på 10 USD/MT utgjør gjennomsnittlige feilprosenten 4,7 %.

Tabell 10 Resultat estimering parametere for MOP priser, 1995-2009

	MAD	MSE	Parametere
Siste Verdi	10,8	577	
Gjennomsnitt	93,2	32 312,2	
Glidende Gjennomsnitt	36,2	8027,1	n = 12
Eksponentiell Glatting (EG)	10	631,1	$\alpha = 0,99$
Eksponentiell Glatting med Trend (EGT)	10	619	$\alpha = 0,99$ $\beta = 0,086$

Sesongfaktorer MOP

Tabell 11 viser beregnede sesongfaktorer for perioden 1995-2009.

Sesong variasjoner i MOP priser er i likhet med urea og DAP lav. Faktorene ligger rundt en hvor den høyeste er 1,026 og laveste på 0,957.

Tabell 11 Sesongfaktorer for perioden 1995-2009 for MOP.

Måned	Sesong faktor
Jan	0,957
Feb	1,004
Mar	1,026
Apr	0,996
Mai	1,002
Juni	1,015
Juli	1,004
Aug	0,960
Sep	0,985
Okt	1,009
Nov	1,023
Des	1,018

Oppsummering

Feilprosentene viser at MOP priser får best prognose med enten EG eller EGT modellen (4,7 %) mot 5,3 % og 7,6 % for henholdsvis DAP- og ureapriser. Siste Verdi, EG og EGT ser ut til å gi relativt like MAD verdier. Forklaringen er at når EG har en α som er 0,99 vil det si mest vekt på siste prisen enn tidligere priser, det betyr i realiteten at EG er veldig nær *Siste Verdi* modellen. EGT med $\alpha = 0,99$ og $\beta =$ rundt 0 fører også til tilnærming av *Siste Verdi* modellen. Estimerte parametrene n , α og β vil bli benyttet til å evaluere modellene for perioden 2010 til 2012 i kapittel 10. Neste kapittel vil futurespriser som prognose bli presentert.

9 Prognosemodell (2): Futures priser som prognose

I dette kapitlet vil jeg gjøre rede for hvordan futures priser kan bli anvendt som prognose ved hjelp av regresjonsanalyse og statistiske analyser på prognosefeil.

Futures kontrakt er en avtale kjøper/selger inngår for å sikre en avtalt pris i fremtiden.

Dersom en per mai kjøper 1 månedskontrakt (levering i juni) til 900 USD/MT, vil en ved oppgjør betale 900 USD/MT uavhengig av hva markedsprisen skulle tilsi. Markedsprisen kan være høyere, lavere eller være lik futures kontraktprisen.

Futures kontraktprisen kan derfor anses som en mulig predikasjon for fremtiden da futuresprisen er en enighet mellom tilbyder og forbruker om en pris i fremtiden.

Denne utredningen analyserer historiske futurespriser mot spotpriser ved hjelp av regresjonsanalyse. Regresjonsanalysene blir utført mellom en kunstgjødselskomponent og en råvare om gangen. Resultatet vil vise 9 ulike kombinasjoner. Analysen vil bli nærmere forklart under.

Som følge av French og Famas (1986) funn om basis som kan gi indikasjoner på fremtidige endringer, er regresjonsanalyse basert på basis medtatt i utredningen. Videre vil jeg også gjennomføre analyser av prognosefeil ved hjelp av gjennomsnittsfeil og standardavvik.

Regresjonsanalyser med utgangspunkt i futuresprisene

Ved å foreta regresjonsanalyse¹² i Excel mellom kunstgjødsel og råvarene basert på deres relative prisendringer, vil det kunne indikere i hvilken grad råvarenes futurespris kan benyttes

¹² Regresjonsanalyse: kvantitativ analyse av sammenhenger mellom en avhengig variabel og en eller flere uavhengige variabler (Hanke og Reitch 1992).

som prognose. Det kommer av at regresjonsanalysen finner et lineæruttrykk for den avhengige variabelen ”spotprisen” (S) ved hjelp av uavhengige variabelen ”futurespriser” (F) (Bodie et al. 2011) som passer best med innsamlede data, også kalt regresjonslinje. Denne linjen minimaliserer summen av kvadratene av avstandene fra dataene til linjen, hvor avstanden måles i vertikalretninge (Minste kvadraters metode for rett linje (Hanke & Reitsch 1992))

Den avhengige variabelen spotpris er den variabelen vi ønsker å se effekten på gjennom å endre futuresprisen. Vi ønsker å si hvor mye i gjennomsnitt spotprisen vil endre seg ved at futuresprisen endrer seg med en enhet (β). I tillegg har vi tatt med et støyledd i formelen for å ta høyde for endringer som analysen ikke greier å forklare, det kalles residual (ϵ).

Residualen oppstår for hver prognose og summen av residualene over tid vil være 0 fordi residualene består av verdier med både positiv og negativ fortegn (Hanke & Reitsch 1992).

Regresjonsformelen mellom spot- og futurespriser er som følgende:

$$(8) \Delta S_{t+n} = \alpha + \beta \Delta F_t + \epsilon_{t+n}$$

Tabell 12 Symboler i formelen regresjon mellom spot og futures priser

Symbol	Forklaring
ΔS_{t+1}	Prisendring i spotpris i periode t+n
ΔF_t	Prisendring i futures kontrakt (n) i periode t
α	risiko, konstant ledd
β	mål på samvariasjon/usystematisk risiko
ϵ_t	Støy/systematisk risiko
n	1,2,3 og 6 måneder

Regresjonsformelen i denne undersøkelsen viser sammenheng mellom futures prisendringen i dag angitt for måned n ($\Delta F_{t,n}$) og spotprisendringen for måned n (ΔS_{t+n}). β i formel er et mål på samvariasjon mellom kunstgjødsel og futures kontraktene. Konstantleddet α kan tolkes som risiko og er verdi på S dersom F er lik 0. Dersom futures er en perfekt prognose for spotprisen vil $\alpha=0$, $\beta=1$ og ϵ_{t+1} ha ett gjennomsnitt lik 0. Se tabell 12 for symbolforklaringer.

Intervallet for β er mellom 1 og -1, hvor 1 er 100 % samvariasjon og -1 indikerer 100 % endring med motsatt fortegn. Går for eksempel futures prisen opp med 50 % vil

kunstgjødselsprisen reduseres med tilsvarende mengde. β lik null er ingen samvariasjon mellom variablene. β vil med andre ord gi oss ett bilde på hvor god futures priser er som predikasjon for fremtiden for kunstgjødning. Jo høyere β desto mer belegg er det for å benytte futures prisene som prognose.

Resultatet av regresjonsanalysen gir også estimering av R^2 . Dette måler hvor mye av endringen til kunstgjødning kan forklares med endring i futures kontraktene. Dersom R^2 er lik 0,8 vil det si 80 % av endringene i kunstgjødning skyldes eller kan forklares med endringer i futures kontraktene. Det er derfor ønskelig med høyest mulig R^2 . Jo høyere R^2 desto bedre korrelasjon og aktørene vil oppleve mindre prisrisiko ved å benytte futures som prognose.

En annen metode for å vurdere futures kontrakter som prognose er å se på basis¹³ mot endring av spotprisen.

Basis ($F_{t,t+n} - S_t$) er forskjellen mellom spotprisen i dag og futures prisen i dag for periode $t+n$ i fremtiden. Basis kan tolkes som hva markedet antar spotprisen blir i fremtiden siden futures kontraktpriser er ett resultat av mange vurderinger og antakelser om en vares tilbud og etterspørsel i fremtiden. Basis tolkes ut i fra dens fortegn; ved negativ fortegn er spotprisen høyere enn futuresprisen. Det indikerer at man er i en situasjon hvor etterspørselen er større enn tilbudet for en vare, tilbud vil øke for å balansere markedet og vil påvirke prisen med at den reduseres. Ved positiv fortegn på basis vil situasjonen være motsatt. Det å forstå basis og hvordan den fungerer kan derfor være svært viktig for beslutningstakere i forhold til å øke lønnsomheten av en investering (McKissick & Schumajer 1991).

Denne utredningen vil utføre en regresjonsanalyse mellom basis og endring på kunstgjødselspriser for å se om basis kan være god prognose for kunstgjødselspriser. I dette tilfellet opereres det med relative prisendringer for både kunstgjødning og futures priser for naturgass, råolje og hvete. Regresjonen kan estimeres ut i fra følgende for hele perioden:

$$(9) \Delta S_{t+n} = \alpha + \beta * (\Delta F_{t,t+n} - \Delta S_t) + \epsilon_{t+n}$$

”n” er for antall (1,2,3 og 6) måneder frem i tid.

¹³ Basis er differanse mellom futurespris og spotpris for periode t, og kan uttrykkes på denne måten: Basis = $F_{t, t+n} - S_t$. Kilde: Geman (2005)

Utfallet av regresjonen vil også her være estimert β og R^2 som definert over.

Denne regresjonen viser sammenheng mellom basis og prisendring til spotprisen for tiden $t+n$. Ved β nær 1 vil det si at basisen har samsvart med den virkelige endringen på spotprisen.

Ut i fra data som er valgt i denne utredningen vil formelen for regresjon med futures og spotpriser være som følgende:

$$\begin{aligned} \text{Prisendring (\% Kunstgjødsel)}_{1995-2012} &= \alpha + \beta * \text{Priseendring (\% råolje futures(n))}_{1995-2012} + \epsilon_{1995-2012} \\ \text{Prisendring (\% Kunstgjødsel)}_{1995-2012} &= \alpha + \beta * \text{Priseendring (\% naturgass futures(n))}_{1995-2012} + \epsilon_{1995-2012} \\ \text{Prisendring (\% Kunstgjødsel)}_{1995-2012} &= \alpha + \beta * \text{Priseendring (\% mais futures(n))}_{1995-2012} + \epsilon_{1995-2012} \end{aligned}$$

Regresjon basis spotpris:

$$\Delta \text{Kunstgjødsel}_{t+n} = \alpha + \beta * (\Delta \text{Naturgass/Råolje/Hvete}_{t,t+n} - \Delta \text{Kunstgjødsel}_t) + \epsilon_{t+n}$$

Hvorav;

$n = 1, 2, 3$ og 6 måneder frem i tid.

$t =$ nåværende måned

Statistisk analyse av den prosentvise prognosefeilen

I denne delen av utredningen skal jeg se på hvor treffende futurespriser har vært som prognose for spotprisene ved å se på prognosefeil i %. Gjennomsnittsfel og standardavvik blir målet på hvor god prognose futuresprisene har vært. Standardavvik er mål på spredning av avvikene rundt gjennomsnittsfelen (se formel 10).

$$(10) \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

hvor;

$S =$ standardavvik

$x_i =$ observert prisendring

$\bar{x} =$ gjennomsnittsendringen i datasettet

$n =$ antall prisendringer i datasettet

Formelen viser summen av kvadrert avvik fra gjennomsnittet $(x_i - \bar{x})^2$ som blir dividert på antall prisendringer i datasettet, og til slutt kvadratrota av svaret.

T-test vil være benyttet på resultatene for å teste om gjennomsnittsfeilen er signifikant forskjellig fra nullhypotesen. I dette tilfelle er nullhypotesen lik 0 da det testes om det er null feil i prognostiseringen eller skal gjennomsnittfeilen aksepteres. T-verdien beregnes (se formel 11 for beregning), dersom verdien er større enn +/- 2 kan en konkludere med at gjennomsnittsendringen er signifikant forskjellig fra 0.

$$(11) \text{ T-verdi} = \frac{\text{Gjennomsnittsfeilen} - 0 \text{ (nullhypotese)}}{\text{Standard feil}}$$

Hvor dersom;

$T < +/- 2$: resultatet er signifikant forskjellig fra 0

$T > +/- 2$: resultatet er ikke signifikant forskjellig fra 0

Dette kapitlet har presentert regresjonsanalyse i forbindelse prognostisering av kunstgjødselspriser ved hjelp av futures priser. Neste kapittel vil resultatene bli presentert.

10 Funn og tolkning av dataanalyse

Dette kapitlet fremlegger funn som er gjort i dataanalysen samt tolkning av funnene.

Funn av tidsseriemodellene vil bli presentert først og deretter futurespriser som prognose til slutt.

10.1 Funn i bruk av tidsseriemodeller som prognoseverktøy

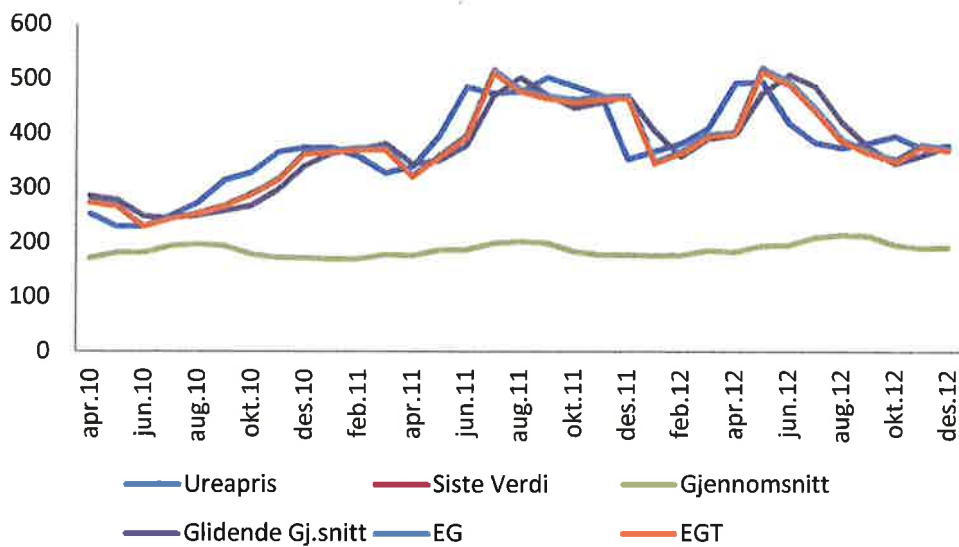
De ulike modellene som ble presentert under kapittel 7 og estimerte parametrene i kapitel 8 er anvendt på urea-, DAP- og MOP prisene. Alle modellene viser resultater fra perioden 2010-2012. Minner om at modellene er estimert med fokus på å minimere MAD.

Funn for Ureapriser

Figur 23 viser prisutviklingen til urea i perioden 2010-2012 med tilhørende prognoser.

Figuren viser tydelig at *Gjennomsnitt* ikke vil gi gode prognoser for ureapriser. *Siste Verdi*, EG og EGT følger hverandre hele veien, EGT dekker EG og *Siste Verdi* store deler av grafen.

Glidende Gjennomsnitt følger delvis samme mønster som de tre over, men er senere i endringene.



Figur 23 Ureapriser med prognoser 2010-2012, målt i USD/MT

Tabell 12 viser resultater av de ulike prognosemodellene for Urea hvor modellen *Glidende Gjennomsnitt* har gitt laveste MAD på 14,4 USD. Det vil si at modellen i gjennomsnitt estimerer 14,4 USD feil.

Tabell 13 Resultat prognosemodeller for Urea priser

UREA	MAD	MSE
Siste Verdi	30,6	1668,8
Gjennomsnitt	176,0	36280,8
Glidende Gjennomsnitt	14,4	149,2
Eksponentiell Glatting (EG)	33,1	1973,9
Eksponentiell Glatting med Trend (EGT)	33,1	1889,6

Siste Verdi

Modellen resulterte i nest beste MAD verdi på 30,6 USD. Som tidligere nevnt er modellen best egnet til datasett som er så volatil at kun siste periodes pris vil være den beste prognosen for neste periode. Figur 23 viser ett volatil datasett, men det ser ut til at det ikke er nok bråe svingninger til å oppfylle denne modellens forutsetning. Modellen vil være en måned på

etterskudd i forhold til å fange opp endringer i markedet.

Gjennomsnitt

Modellen resulterte i den dårligste MAD verdien på 92,3 USD. Ser vi nærmere på modellens egenskap mot datasettets profil vil ikke resultatet være overraskende. Prognosen baserer seg på gjennomsnittet av alle tidligere priser. Modellen er egnet under stabile forhold og ved store endringer vil det ta lengre tid for modellen å fange opp enn de øvrige modellene. Denne modellen er langt unna hva som er virkeligheten for Urea priser, modellen er derfor tatt bort for videre vurdering.

Glidende Gjennomsnitt

Modellen ga den laveste MAD på 14,4 USD med $n=2$.

Ut i fra resultatet kan vi lese modellen dit hen at den passer best til ureas prisutvikling de siste 18 årene. Prisen har vært preget av stadig endringer og hvor det enkelte år har vært ekstreme tilfeller der prisen har falt eller økt kraftig. Viser til blant annet fallet tidlig 1995, fallet mellom 96 og 9, 2004 og den bratte veksten i 2008 rett før finanskrisen slo ut og fallet som fulgte etter på. Ser vi på modellens art (omtalt i kapittel 7) og datasettets profil vil det være åpenbare match som har gitt resultatet som presentert over.

Denne modellen har noe av de samme svakhetene som *Gjennomsnitt*, men vil tilpasse seg bedre da den baserer seg kun på de to siste månedene. Modellen vil derfor fange opp endringer i prisen raskere enn *Gjennomsnitt*.

Eksponentiell Glatting

MAD er på 33,1 USD etter denne modellen. Det er bedre enn *Gjennomsnitt*, men merkbart dårligere enn *Glidende Gjennomsnitt*. Estimeringen av modellen har gitt $\alpha = 0,99$ som betyr at datasettet har tatt høyde for volatile forhold, hvorfor er da ikke MAD verdien nærmere *Siste Verdi* og *Glidende Gjennomsnitt* eller bedre?

En av grunnene kan være datasettet 1995-2009 som er brukt til å estimere α er vesentlig forskjellig i stabilitet enn datasettet 2010-2012 som er brukt til å evaluere valgte α da finanskrisen er medtatt i førstnevnte periode.

Ekspontiell Glatting med Trend

Tabell 9 viser MAD verdi på 33,1 USD etter denne modellen.

Estimering av modellen har gitt $\beta = -0,015$ som understreker total fravær av konkret trend.

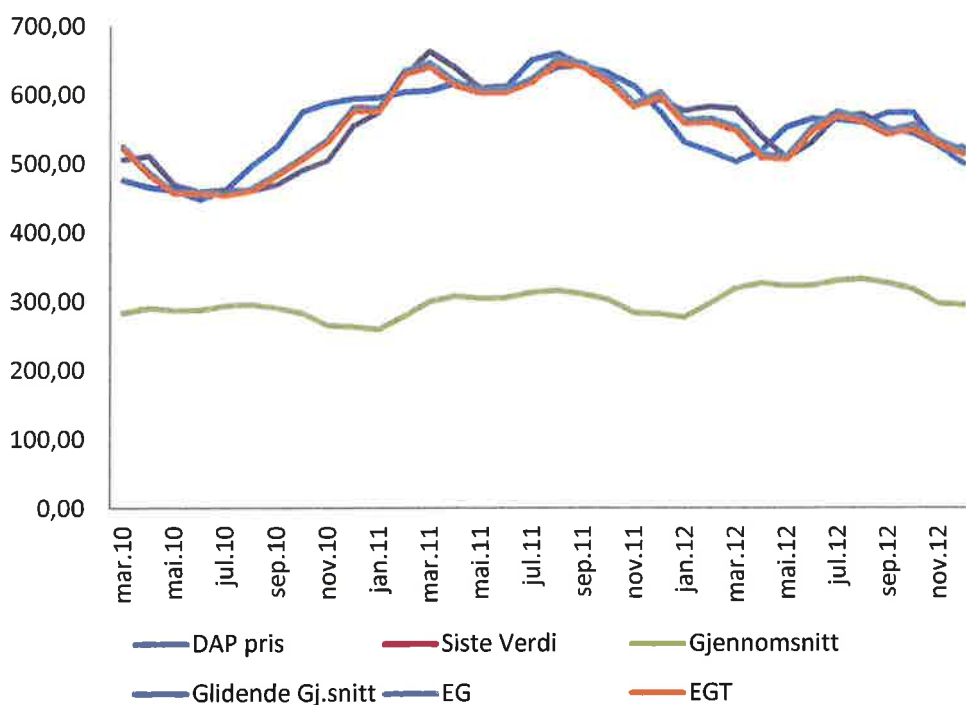
Det er også grunnen til at EG og EGT har fått like resultater da forskjellen mellom modellene er med eller uten trend. Modellen følger for øvrig EG på de øvrige analysepunktene.

Oppsummering funn i ureapriser

Glidende gjennomsnitt kom best ut når det gjelder urea prisene og med *Siste Verdi* som nest beste. MAD verdiene til *Siste Verdi*, EG og EGT er på lik nivå. *Gjennomsnitt* er utelukket for videre vurdering da dens styrke er i motsetning til datasettets profil.

Funn for DAP priser

Figur 24 viser prisutviklingen til DAP i perioden 2010-2012 med prognoser fra alle modeller. Det er tydelig at *Gjennomsnitt* ikke gir gode prognoser for DAP priser. Modellens graf ligger langt under både DAP prisen og de øvrige modellene.



Figur 24 DAP priser med prognoser 2010-2012, målt i USD/MT.

Tabell 13 viser resultater av de ulike prognosemodellene for DAP hvor modellen *Siste Verdi* har gitt laveste MAD på 24,2 USD. Det vil si at modellen i gjennomsnitt estimerer 24,2 USD feil.

Tabell 14 Resultat prognosemodeller for DAP priser

	MAD	MSE	Parameter
<i>Siste Verdi</i>	24,2	951,3	
Gjennomsnitt	120,0	48738,9	
Glidende Gjennomsnitt	29,6	1418,1	$n = 2$
Ekspontensiell Glatting (EG)	27,3	1717,6	$\alpha = 0,99$
Ekspontensiell Glatting med Trend (EGT)	28,1	1746,2	α $\beta = -0,014$

Siste Verdi

Modellen gir den laveste MAD verdi på 24,2 USD. Datasettet er ustabil og kun forrige månedspris vil gi den beste predikasjon for neste måneds pris.

Gjennomsnitt

Modellen gir også her den dårligste MAD verdien som utgjør 120 USD av samme begrunnelse som i ureas tilfelle. Modellen er best egnet til stabile forhold og vil derfor ikke bli tatt med videre i vurderingen av aktuelle prognosemodeller.

Glidende Gjennomsnitt

Modellen viser vesentlig bedre MAD verdi enn i *Gjennomsnitt*, men verdi på 29,6 gir fortsatt ikke den laveste MAD. Det indikerer at kun siste måneds periode er god nok prognose, ved økning til 2 har gitt betydelig dårligere resultater.

Ekspontensiell Glatting

Modellen har gitt den nest laveste MAD verdien på 27,2 USD, men er betydelig høyere enn *Siste Verdi* modellen.

Estimert α er 0,99 viser også høy volatilitet for DAP priser. Ved å vektlegge mest på den siste og mindre på eldre priser har ikke gitt den beste prognosen for DAP priser.

Ekspontensiell Glatting med Trend

Modellen viser tilnærmet lik MAD verdi som EG på 28,1 USD/MTON. Estimert β viser -0,014 og $\alpha = 0,99$. Det er også her indikasjon på at det ikke eksisterer noen trender i datasettet som vi forespeilet innledningsvis, det er også grunnen til at både EG og EGT har fått relativt like resultater.

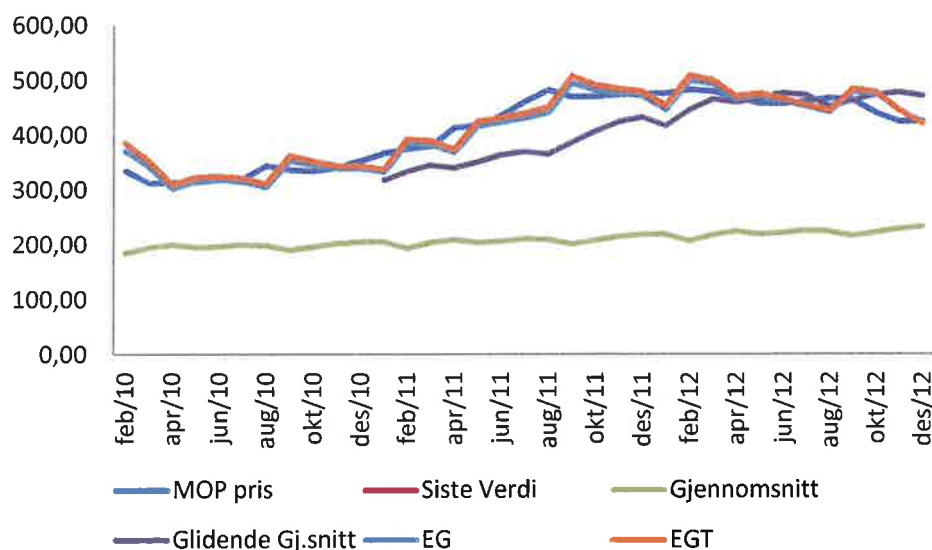
Oppsummering DAP

Gjennomsnitt er utelukket for videre vurdering pga dens egenskap. Den beste prognosemodellen for DAP er *Siste Verdi*.

Funn for MOP priser

Figur 25 viser prisutviklingen til MOP priser i perioden 2010-2012.

Igjen er *Gjennomsnitt* den dårligste modellen til å predikere MOP priser. *Glidende Gjennomsnitt* mangler data for 2010 grunnen er at n er estimert til å være 12. Modellens første prognose er derfor januar 2011. *Siste Verdi*, EG og EGT følger hverandre tett.



Figur 25 Prisutvikling 2010-2012 for MOP med prognoser, målt i USD/MT

Tabell 14 viser resultater av de ulike prognosemodellene for MOP hvor modellen *Siste Verdi* har gitt laveste MAD på 16,6 USD. Det vil si at modellen i gjennomsnitt estimerer 16,6 USD feil.

Tabell 15 Resultat fra prognosemodellene for MOP

	MAD	MSE	Parametere
Siste Verdi	16,6	445,1	
Gjennomsnitt	92,9	32312,8	
Glidende Gjennomsnitt	45,5	2897,9	n = 12
EkspONENTIELL Glatting (EG)	20,7	1219,7	$\alpha = 0,99$
EkspONENTIELL Glatting med Trend (EGT)	22,8	1283,3	$\beta = 0,087$

Siste verdi

Siste Verdi har gitt den beste MAD verdien for MOP på 16,6 USD.

Datasettet 1995-2009 startet rolig med få store endringer, den kraftige endringen kom først rundt årene 2006-2009. Denne store økningen har vært relativt kraftig at den påvirker den gjennomsnittlige volatiliteten til hele datasettet. Økningen fra laveste på 110 USD/MTION til ca 900 USD/MTON utgjør rundt 650 % økning. Det er trolig grunnen til at *Siste Verdi* har gitt laveste MAD under både estimeringen og evalueringen av modellene.

Gjennomsnitt

Modellen resulterer som forventet med dårlig MAD verdi, for MOP priser utgjør den 92,9 USD. Vi utelukker modellen med samme grunn som UREA og DAP.

Glidende Gjennomsnitt

Modellen viser en MAD verdi på 45,5 USD som er den nest høyeste for MOP priser. Datasettet 1995-2009 beregnet antall perioder (n) som skal inngå i gjennomsnittsberegningen til å bli 12 (n=12). Det vil si for MOPs prisutvikling vil det å inkludere det foregående årets priser i prognosen, gi den laveste gjennomsnittsfeilen. På grunn av relativt stabile priser over en lengre periode (omtalt i kapittel 4) i 1995-2009, kan det ha gitt utslag i 12 perioder (n=12). Men når det kommer til 2010-2012 har volatilitetsbildet endret seg (se figur 25) og dermed kan n=12 være for høyt for perioden 2010-2012, noe som gjenspeiler den relativt høye MAD verdien på 45,5 USD.

EkspONENTIELL Glatting

Modellen har resultert i en MAD verdi på 20,7 USD.

Estimeringen av modellen har gitt $\alpha = 0,99$ som betyr at datasettet er svært ustabil ettersom verdien ikke kan overstige 1. Igjen kan dette skyldes den kraftige økningen rundt finanskrisen.

Eksponentiell Glating med trend

Modellen viser tilnærmet lik MAD verdi enn EG på 22,0 USD. Det indikerer også for MOP at det ikke eksisterer noen trender i datasettet som vi forespeilet innledningsvis. Estimering av modellen førte til $\beta = 0,012$ som også understreker fravær av konkret trend. Modellen følger for øvrig EG på de øvrige analysepunktene.

Oppsummering MOP

Gjennomsnittsmodellen er utelukket for videre vurdering med samme grunn som under urea og DAP. *Siste Verdi* ble entydig den beste modellen for MOP priser.

Økning i β har gitt større avstand mellom *Siste Verdi* og EGT enn for urea og DAP.

Oppsummering bruk av tidsseriemodeller som prognoseverktøy

I følge MAD verdiene ville urea priser ha oppnådd gode prognoser med *Glidende Gjennomsnitt* (med $n=2$), DAP og MOP priser med *Siste Verdi*.

Det er tydelige tendenser til at *Siste Verdi*, EG og EGT følger hverandre så lenge det er høy volatilitet i datasettet samtidig som det er fravær av trender.

10.2 Funn i futurespriser som prognose

I dette avsnittet vil funn fra undersøkelsen om futures kontrakter kan brukes som prognose for kunstgjødselspriser bli presentert. Naturgass, råolje og hvete er som tidligere nevnt valgt ut for å påvise eventuelle sammenhenger. I den sammenheng er 1, 2, 3 og 6 futures kontraktpriser anvendt i undersøkelsen.

Regresjonsanalyse med utgangspunkt i futurespriser

Regresjon som ble utført mellom endring i futures kontraktsprisen i dag for de neste månedene og endring i spotprisen for de neste månedene har gitt resultatene som vist i tabell 16 og 17. Begge endringene er relative endringer. For en månedspris viser hvete størst samvariasjon med kunstgjødsel, mens både naturgass og råolje viser vesentlig dårligere resultater. Dette betyr at dersom vi ønsker å se en måned inn i fremtiden er det hvete som gir den mest treffende prognosen, men er dog for liten til at den kan anses som en fullgod prognose. $\beta = 0,117$ betyr at hvete vil gi riktig prognose på 11,7 % av tilfellene for en tilfeldig periode.

De øvrige prisene viser heller ikke noen merkbare gode β verdier. Den høyeste verdien er 0,213 mellom MOP og hvete futurespris (6 måneder). 21,3 % treff sikkerhet anses som ikke akseptabel nivå i prognose sammenheng. Se vedlegg 1 for fullstendig oversikt.

Tabell 16 Regresjon spotpris og futurespris 1- og 2 månedspriser

	Naturgass	Råolje	Hvete	Naturgass(2)	Råolje(2)	Hvete (2)
Urea						
- Beta	0,066	0,015	0,117	0,067	0,191	0,160
- R2	0,013	0,000	0,012	0,013	0,033	0,023
Dap						
- Beta	0,040	0,116	0,023	0,044	0,119	0,147
- R2	0,009	0,025	0,001	0,011	0,026	0,039
MOP						
-Beta	0,014	-0,003	0,027	0,009	-0,019	0,042
-R2	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001	0,006

Tabell 17 Regresjon spotpris og futurespris 3- og 6 månedspriser

	Naturgass (3)	Råolje (3)	Hvete (3)	Naturgass (6)	Råolje (6)	Hvete (6)
Urea						
- Beta	0,027	0,055	0,099	-0,039	0,036	0,039
- R2	0,001	0,002	0,007	0,002	0,001	0,002
Dap						
- Beta	0,052	0,114	0,166	-0,122	0,022	0,032
- R2	0,010	0,019	0,040	0,034	0,001	0,001
MOP						
-Beta	-0,016	-0,061	-0,035	-0,008	0,075	0,213
-R2	0,002	0,010	0,003	0,000	0,012	0,071

Prognose feil i %

Prognosefeil prosenten fremkommer ved å se på endringen for kunstgjødselsprisene mot endringen på futures kontraktsprisene for å se hvor ofte prognosen har tatt feil. Resultatet er som vist i tabell 18 og 19. Tabellene viser en relativ lav gjennomsnittsfel og lav standard avvik. T-testen viser at samtlige resultater kan leses som gjeldende og som ikke signifikant forskjellig fra 0 (nullhypotese) for datasettet.

Resultatene antyder at futures kontraktene er gode prognoser for kunstgjødselsprisene.

Høyeste gjennomsnittsfel er knappe 1,2 % og høyeste standardavvik er under 20 %.

3 og 6 månedskontrakter viser lavere feilprognoser enn 1 og 2.

Resultatene motstrider i forhold til resultatene fra regresjonsanalysen. Figur 10¹⁴ viser derimot ett klarere bilde av prognosefeilene for hele perioden hvor det er klare prognosefeil i begge retninger, prognosene har vært både bedre og verre enn spotprisen. Dette har ført til at gjennomsnittsfelen er så lav som vist under.

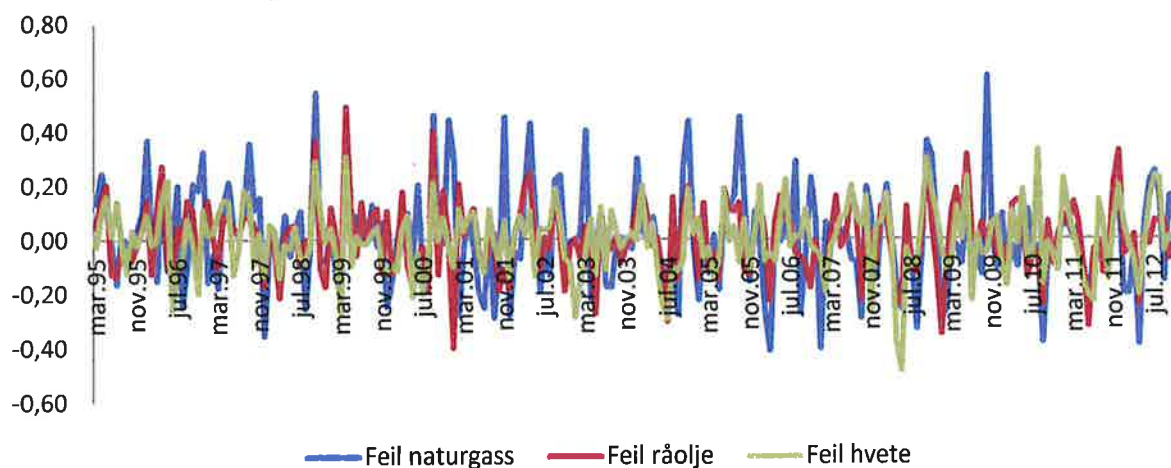
Tabell 18 Prognosefeil i %, 1 og 2 måneds futurespriser

Feil i %	Naturgass	Råolje	Hvete	Naturgass(2)	Råolje(2)	Hvete (2)
Urea						
- Gjennomsnitt feil	0,010	0,004	0,000	0,007	0,006	0,000
- Standard avvik	0,185	0,135	0,127	0,177	0,148	0,130
- T-test	0,010	0,427	0,014	0,541	0,622	-0,040
Dap						
- Gjennomsnitt feil	0,012	0,005	0,002	0,012	0,005	0,002
- Standard avvik	0,175	0,107	0,114	0,175	0,107	0,104
- T-test	0,979	0,743	0,210	0,992	0,717	0,237
MOP						
- Gjennomsnitt feil	0,011	0,004	0,001	0,011	0,004	0,001
- Standard avvik	0,173	0,107	0,103	0,174	0,108	0,102
- T-test	0,907	0,609	0,088	0,923	0,594	0,117

Tabell 19 Prognosefeil i %, 3 og 6 måneds futurespriser

Feil i %	Naturgass (3)	Råolje (3)	Hvete (3)	Naturgass (6)	Råolje (6)	Hvete (6)
Urea						
- Gjennomsnitt feil	0,004	0,003	-0,001	0,000	0,001	-0,003
- Standard avvik	0,160	0,126	0,124	0,147	0,121	0,112
- T-test	0,371	0,300	-0,064	0,042	0,161	-0,403
Dap						
- Gjennomsnitt feil	0,006	0,005	0,001	0,003	0,003	-0,001
- Standard avvik	0,141	0,101	0,098	0,136	0,100	0,093
- T-test	0,626	0,660	0,214	0,272	0,502	-0,153
MOP						
- Gjennomsnitt feil	0,005	0,004	0,001	0,002	0,003	-0,002
- Standard avvik	0,141	0,102	0,100	0,117	0,085	0,070
- T-test	0,557	0,558	0,110	0,247	0,499	-0,320

¹⁴ Figur 10 er ment til å illustrere endringer både over og under 0 og volatiliteten i datasettet, og ikke for at leser skal kunne se andre detaljer som f. eks prosentfeilen i mars 2005.



Figur 10: Prognosefeil Urea og 1 måned futureskontrakt

Regresjonsanalyse med utgangspunkt i basis

Regresjon mellom basis og endring i spotpris er som vist i tabell 20 og 21. Tabell 20 viser resultater for futures kontrakt 1 og 2. Den beste samvariasjonen her finnes mellom Urea og hvete (2) som viser $\beta = 0,59$ (markert i tabellen), noe som er betraktelig høyere enn regresjonsanalysen mellom spotpris og futures kontraktpriser. Det vil si 59 % av tilfellene har basisen mellom Urea og hvete gitt riktig predikasjon av den relative endringen til Urea. R^2 lik 0,271 betyr at 27,1 % av endringer i urea kan forklares med endring av hvete.

Tabell 21 viser resultater for kontrakt 3 og 6, β verdier her er ytterligere bedre enn for 1 og 2. Høyeste β her er 0,741 og R^2 lik 0,411 mellom urea og hvete futures kontrakt (6).

Treffsikkerheten har økt med lengre futures kontrakter. Det indikerer at endringer i råolje, naturgass og hvete ikke gir umiddelbare påvirkninger på kunstgjødselspriser.

Tabell 20 Regresjon basis og spotprisendringer, kontrakt 1 og 2

	Naturgass	Råolje	Hvete	Naturgass(2)	Råolje(2)	Hvete (2)
Urea						
- Beta	0,216	0,309	0,411	0,282	0,439	0,594
- R2	0,141	0,112	0,273	0,105	0,168	0,271
Dap						
- Beta	0,047	0,149	0,160	0,120	0,326	0,380
- R2	0,020	0,078	0,111	0,058	0,168	0,277
MOP						
-Beta	0,044	0,114	0,116	0,059	0,155	0,186
-R2	0,022	0,056	0,053	0,027	0,071	0,094

Tabell 21 Regresjon basis og spotpriser, kontrakt 3 og 6

	Naturgass (3)	Råolje (3)	Hvete (3)	Naturgass (6)	Råolje (6)	Hvete (6)
Urea						
- Beta	0,454	0,764	0,710	0,454	0,693	0,741
- R2	0,237	0,343	0,404	0,228	0,302	0,411
Dap						
- Beta	0,226	0,460	0,495	0,178	0,465	0,547
- R2	0,103	0,231	0,321	0,047	0,203	0,277
MOP						
-Beta	0,081	0,150	0,143	0,126	0,291	0,419
-R2	0,033	0,056	0,047	0,053	0,170	0,263

Oppsummering futures kontrakter som prognose

Regresjon basis og endring spotpris viser bedre indikasjoner på potensiell prognosemodell enn regresjon mellom spot og futures kontrakter. Hvete går igjen som god prognose for kunstgjødsel. Dessuten er 3 og 6 måneders kontrakter generelt bedre som prognose enn 1 og 2.

10.3 Futurespriser versus tidsserie

I tillegg til å teste tidsseriemodellene som prognoseverktøy og hvorvidt futuresprisers evne til å predikere kunstgjødselspriser, vil jeg samtidig vurdere de to metodene mot hverandre. Hvilken metode gir den minste prognosefeilen? For å kunne sammenligne metodene er det beregnet MAD verdier for prognosefeilene etter futurespriser og omregnet MAD resultatene i tidsserien til prosentpoeng¹⁵. De prosentvise MAD verdiene er beregnet for perioden 2010-2012 for å samsvare med evalueringsperioden til tidsseriemodellene. Tabell 10 viser den minste prognosefeilen for kunstgjødsel innenfor hver metode. Se vedlegg 1 for de øvrige resultatene.

Ved å beregne MAD av prosentvise endringer resulterte i andre resultater enn absolutte verdier da det er den vektete prognosefeilen som skal måles. For futurespriser har fokus på prognosefeil (MAD) i stedet for β også gitt andre resultater. Resultatene for tidsseriemodeller forble uendret. *Glidende Gjennomsnitt* og 6 måneders kontrakten for hvete vil nå være modellene som gir ureapriser lavest prognosefeil.

DAP priser vil oppnå beste prognoser ved hjelp av Siste Verdi og Råolje kontrakt 6, og MOP vil komme best ut med Siste Verdi og Hvete kontrakt 6.

¹⁵ Omregning av MAD verdi til prosent: $\text{sum}(\text{prognosefeil})/\text{sum}(\text{pris})$.

Den laveste MAD verdien er etter *Glidende Gjennomsnitt*s modellen for ureapriser. Siste Verdi modellen for både DAP og MOP priser skiller seg marginalt fra GG modellen. Tidsseriemodellene gir marginalt bedre prognoser enn futuresprisene.

Tabell 22 Oversikt over minste MAD verdi for kunstgjødning innenfor hver metode.

	Urea	DAP	MOP
Tidsserie	GG (0,038)	Siste Verdi (0,043)	Siste Verdi (0,041)
Futurespriser	Råolje 6 (0,084)	Råolje 6 (0,059)	Hvete 6 (0,059)

11 Diskusjon

I dette kapitlet er målet å 1) oppsummere hovedfunn fra begge metodene, 2) se på andre forhold som kan påvirke kunstgjødselsmarkedet i fremtiden og 3) videre arbeid basert på undersøkelsen.

11.1 Hovedfunn i undersøkelsen

Tidsseriemodeller

Last Value er modellen som har gitt lavest MAD (evaluering) for både DAP og MOP etter at modellene er estimert og testet for perioden 2010-2012. For urea er det modellen *Glidende Gjennomsnitt* som har skilt seg ut med vesentlig lavere MAD enn de øvrige modellene (tabell 23)

”Hvor lav må MAD være for at modellen kan anses som akseptabelt for prognostisering?” er et naturlig spørsmål å stille seg før endelig konklusjon foreligger. Hva den enkelte tåler av feilmargen er opptil den enkelte aktør å definere og videre vurdere om de ulike modellene er gode nok i deres formål. For denne undersøkelsen vil konklusjonen være basert på laveste MAD verdi.

Styrken for *Siste Verdi* og vil være at den er rask med å fange opp endringer i markedet som kunstgjødselsinteressenter har og vil bli eksponert for. Det er denne egenskapen som også har resultert i lave MAD verdier for modellen.

Tabell 23 Sammenstilling MAD fra estimering og evaluering

UREA	MAD Estimering	MAD Evaluering	Feil i % MAD Evaluering
Siste Verdi	18,5	30,6	7,6 %
Glidende Gjennomsnitt	21,1	14,4	
Eksponentiell Glatting	9,3	33,1	
Eksponentiell Glatting med trend	9,2	33,1	
DAP			
Siste Verdi	18,1	24,2	
Glidende Gjennomsnitt	24,0	29,6	
Eksponentiell Glatting	17,0	27,3	5,3 %
Eksponentiell Glatting med trend	17,1	28,1	
MOP			
Siste Verdi	10,8	16,6	4,7 %
Glidende Gjennomsnitt	36,2	45,5	
Eksponentiell Glatting	10	20,7	
Eksponentiell Glatting med trend	10	22,8	

Svakhet med modellene er at de forutsetter at fortiden er representativ for fremtiden.

Fremtiden er det ingen som kan forutsi 100 %. Modellene kan derfor bli svake i møte med vesentlige endringer i fremtiden. Utfordringen blir å foreta nye estimeringer for modellene fortløpende når det er endringer i markedet som endrer prisenes karakter.

I tillegg; Hva ville resultatet vært dersom utvalg av datasettet hadde vært annerledes? Eneste måte for å finne det ut er å teste modellene på flere forskjellige datasett. Datasett 1995-2012 er valgt og er ment som representativt for fortiden med henvisning til store variasjoner i perioden.

Et annet moment som bør nevnes er ekstreme tilfeller som for eksempel finanskrisen i 2008. Og stille spørsmål om hvor realistisk det er å innkalkulere disse tilfellene i prognosemodellene. Ekstreme tilfeller skjer ikke ofte, er uforutsigbart og når det først skjer blir det så omfattende at det rammer mer enn bare tilbud og etterspørsel av kunstgjødsel. De røkter det globale samfunnet og setter det ut av balanse. For kunstgjødsel betyr det for mange momenter som kunstgjødselsmarkedet ikke rår over, men som de blir berørt av. I denne undersøkelsen er data fra finanskrisen besluttet medtatt. Det er ønskelig å utfordre prognosemodellene på ekstreme tilfeller. Det er ingen tvil om at det hadde gitt andre resultater for UREA og MOP om finanskrisen er utelatt i datasettet.

Siste Verdi er pekt som potensiell prognosemodell for DAP og MOP, mens for urea vil Glidende Gjennomsnitt med $n = 2$ gi den beste prognosen.

Futures som prognose

Regresjon futures og spotpris viser relativt lav samvariasjon. Høyeste β på tvers av type kontrakter (1,2,3 eller 6 måneder) er 21,3 % og R^2 på 7,1 % (mellom MOP og hvete kontrakt 6). Urea og DAP har høyeste β på hhv 19,1 % og 16,6 % med tilhørende R^2 på 3,3 % og 4 %. For MOP vil det gjennomsnittlig si 21,3 % av tilfellene vil hvete kontrakten (6) være en predikasjon for spotprisen 6 måneder frem i tid. Ca 7 % av endringene i MOP priser kan forklares med endringer i hvete kontraktprisen. Å bruke futures kontraktene til naturgass, råolje eller hvete for kontraktene 1,2, 3 og 6 måneder vil ut i fra resultatene ikke kunne gi gode prognoser for kunstgjødsel.

Det resultatet ikke må forveksles med er sammenhengen mellom råvare- og kunstgjødselspriser. Det er mulig sammenheng mellom spotprisene selv om det slår negativ ut for futures kontraktene. Minner om grunnen til at naturgass og råolje er valgt fordi de er ”upstream” i verdikjeden til kunstgjødsel, mens hvete regnes som ”downstream”. Hvorfor sammenhengen ikke er bedre kan også her knyttes til datasettet. Burde finanskrisen ha blitt fjernet fra datasettet? Basert på samme vurdering som under tidsseriemodeller er det besluttet at finanskrisen skal være inkludert.

Videre har prognosefeil statistikken vist at prognosefeilene er signifikant forskjellig fra 0 ved hjelp av t- testen. Ser man nærmere på prognosefeilene illustrert i figur10 er det den jevne fordelingen mellom for lave og for høye prognoser som har ført til at gjennomsnittet er tilnærmet null. Resultat vist av figuren er mer sammenfallende med funnet på regresjon futures og spotpris. Naturgass, råolje og hvete futures kontrakter gir ingen indikasjon på god predikasjon for kunstgjødselspriser. Moursli og Sayd (2009) fikk heller ikke frem sammenheng mellom energi futures prisene og kunstgjødsel. Fama og French (1986) konkluderte med at det ikke er enkelt å påvise futuresprisens evnte til å predikere spotpriser.

Regresjon basis og endring spotpris viser bedre predikasjon ved bruk av futures kontraktene. Den beste samvariasjonen ble mellom ura og hvete futurespriser (6) med $\beta = 0,741$. Gjennomsnittlig 74,1 % av tilfellene har basisen mellom urea og hvete futures kontrakter (6) stemt med spotprisendringen til urea, med en forklaringsprosent (R^2) på 41,1 %. Tallet er vesentlig høyere enn futures- og spotprisene, men er den god nok for å prognostisere

kunstgjødning? Igjen, det er opptil den enkelte aktør å avgjøre hvorvidt de er tilfreds med påvist sammenheng.

Hvete går igjen som god prognose for kunstgjødning. Det kan understreke den sterke etterspørselen for kunstgjødning som jordbruket generelt har vist (Dibb et al. 2005).

3 og 6 måneder har gitt bedre resultatet enn 1 og 2 måneder. Dette viser at basisen treffer bedre når det er lenger frem i tid. Vurdering og antakelser om fremtidige priser har størst "treff" når det er mer enn 1 og 2 måneder.

Resultatet samsvarer med Fama og French sin forskning som fant bevis for at basis gir gode prognoser for endringer i spotprisen.

Svakhet med modellene vil også her være at de baserer fremtiden på historikken. Endringer i fremtiden når det gjelder sammenheng med andre råvarer kan forekomme som følge av nye restriksjoner fra myndighetene, fra verdenssamfunnet etc. Det kommer vi tilbake til i neste avsnitt. Når vesentlige endringer oppstår og vil bryte med hva som er lagt til grunn i analysen, bør datasettet og nye forutsetninger oppdateres i en ny analyse.

I dette avsnittet har vi kommet frem til at futures kontrakt som prognose gir ikke tilfredsstillende prognosetreff. Basis som prognose ga beste resultatet mellom urea og hvete (6) futures kontrakt.

Futures priser versus tidsseriemodeller

Den laveste MAD verdien er etter *Glidende Gjennomsnitt*s modellen for ureapriser. Siste Verdi modellen for både DAP og MOP priser skiller seg marginalt fra GG modellen.

Tidsseriemodellene gir marginalt bedre prognoser enn futuresprisene (se tabell 20) derfor skal en heller ikke utelukke futurespriser, men begge kan anvendes etter hva som er beste tilnærming for bruker i forhold til tilgjengelig informasjon.

11.2 Videre arbeid

Det er stort fokus på økologisk mat både i Norge og på verdensbasis. I Norge har regjeringen som mål at innen 2020 skal 15 % av matproduksjonen og matforbruket være økologisk" (Landbruks- og matdepartementet 2013) Økologisk matproduksjon betyr dyrking uten bruk av kunstgjødning. Bruk av kunstgjødning fører til utslipp som ødelegger balansen i naturen og

ødelegger naturen i et langsiktig perspektiv (Hansen & Serikstad 2006). Hvorvidt dette kommer til å påvirke etterspørselen etter kunstgjødsel er vanskelig å si per i dag, men det er en faktor som kan gi utslag på lengre sikt som det er verdt å merke seg.

En annen faktor som kan virke i kunstgjødselsprisens favør er olje- og gassmarkedet. USA og Kina er godt i gang med å utvikle alternativer til olje og gass. "I USA satser de på skifergass og skiferolje, noe som har ført til kraftig fall i gassprisene og dermed store tap for enkelte olje- og gasselskaper" (Lewis 2013). Globalt betyr dette økt tilbud for samme eller redusert etterspørsel, prisen blir følgelig lavere. Dette påvirker kunstgjødselspriser ved at inputprisene blir lavere enn før. I Kina er bruken av kull nå 28 % av energiforbruket. "Hvis den nåværende politikken ikke endres, vil kull innhente olje i løpet av mindre enn et tiår" (NTB 2012). I skrivende stund (desember 2013) har ICIS utgitt rapport om Kinas nyinvestering i naturgass produksjon, dette kan ha vesentlig betydning fortrinnsvis for ureaprisen men også for DAP prisen. Med tilgang til egen produsert naturgass kan det ha positiv endring på deres eksportpris av urea og følgelig vil den gi utslag på den globale ureaprisen (ICIS 2013b). Høsten 2012 reduserte Kina skatten i forhold til eksport av urea. Landet er verdens største eksportør av urea, hvor endring i deres eksportregler vil påvirke urea pris og marked globalt (ICIS 2013d). Det er flere faktorer som kan påvirke kunstgjødselsprisen, men i hvilket omfang er ennå uklart.

Kapittel 6 presenterte de nye swap futures kontraktene som er gjenlansert for kunstgjødsel. Disse kontraktene kunne ha vært interessant å ha testet prognostiseringsevnen på når de har vært i markedet en stund og datagrunnlag øker til et mer solid nivå. Det at de nå er tilbake i markedet indikerer ett sterkt behov for å håndtere volatiliteten i kunstgjødselsprisutvikling.

Denne undersøkelsen har pekt ut Siste Verdi og Exponential Smoothing som potensielle prognosemodeller for kunstgjødsel. En videre undersøkelse kunne ha tatt for seg modellene og testet videre på andre datasett som f. eks ekskludere finanskrisen. Eller gå lenger tilbake i tid, oppdatere datasettet med så langt i 2013 for å kunne med større belegg foreslå de ulike modellene. Dersom faktorer som er nevnt under avsnittet 7.2 fremtiden gir vesentlige utslag vil det være naturlig å gjenoppta analysen med revidert grunnlag.

12 Konklusjoner

Problemstilling i denne undersøkelsen er om vi kan prognostisere kunstgjødselspriser ved hjelp av tidsserie modeller og futures kontrakter til utvalgte råvarer.

Etter tidsseriemodellene er modellen *Siste Verdi* pekt ut som mest egnet for DAP og MOP priser. For urea vil modellen *Glidende Gjennomsnitt* gi minst gjennomsnittlig feil (MAD). *Siste Verdi*, EG og EGT har som følge av datasettets høye volatilitet og manglende trend, gitt relativt like MAD verdier. *Siste Verdi* har allikevel gitt marginalt bedre prognoser.

Ved bruk av futures kontrakter har utredningen ikke funnet sterke nok relasjoner mellom futures kontrakter (råolje, naturgass og hvete) og kunstgjødning. Høyeste samvariasjon viser $\beta = 0,21$ med tilhørende $R^2 = 0,071$ mellom MOP og hvete futures kontrakt (6). Basis har derimot vist vesentlig bedre relasjon til kunstgjødning. Høyeste β viser 0,741 og R^2 lik 0,411 mellom Urea og hvete futures kontrakt (6). Generelt har langsiktige futures kontrakter (3 og 6 måneder) gitt bedre samvariasjon med kunstgjødning enn de med kortere tid (1 og 2 måneder).

Tidsserie modeller med *Glidende Gjennomsnitt* i spissen, viser bedre prognoser enn futurespriser, men forskjellene er marginalt. Begge metodene kan derfor brukes innenfor de spesifikke modellene eller futureskontrakter som har gitt best predikasjon.

Svakhet med begge metodene er at modellene er basert på fortiden og forutsetter at fremtiden skal bli relativt lik for å kunne gi gode prognoser.

Swap futures kontrakter for kunstgjødning har i skrivende stund eksistert i 2 år. Det vil være naturlig at disse blir testet ut på kunstgjødselspriser i fremtiden.

Fremtiden kan by på endringer som vil ha stor påvirkning for kunstgjødselsprisen som bl.a. endringer i input priser (råolje, naturgass etc). Tilbud og etterspørsel endres som følge av endringer i politikken for enkelte land med stor påvirkningskraft.

Det er flere faktorer som kan påvirke kunstgjødning og kunstgjødsels relasjon til andre råvarer at det å bare basere prognostiseringen alene på modellene vil ikke være tilstrekkelig. De bør

oppdateres ift endringer av andre faktorer i markedet og kunnskap om markedet bør være en del av beslutningen.

13 Referanser

- Acheampong, K. & Dicks, M. R. (2012). *Fertilizer Demand for Biofuel and Cereal crop Production in the United States*. Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, February 4-7, 2012, Birmingham, Alabama: Oklahoma State University. Tilgjengelig fra: <http://ageconsearch.umn.edu/handle/119798>.
- Bain, B. (2012). *Fertilizer Trends*. Nomura Global Chemistry Leaders Conference, Rome, s. 49: Fertecon Limited. Tilgjengelig fra: http://www.yara.com/doc/3733_ABC_of_Mineral_Fertilizers.pdf.
- Berge, M. (2012). *Global Fertilizer Supply/Demand Five-Year Market Outlook (2012-2017)*. 2 Congresso Brasileiro de Fertilizantes, Sao Paulo: CRU The Independent Authority. Tilgjengelig fra: http://www.anda.org.br/pdfs/palestras_2012/Fertilizer.pdf.
- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. (2011). *Investments and Portfolio Management: Global Edition*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- CME Group. (2013). *Fertilizer Swaps: UREA, DAP and UAN*: CME Group. Tilgjengelig fra: <http://www.cmegroup.com/trading/agricultural/fertilizer-swap-futures.html> (lest 21/02/2013).
- CRUGroup. (2013). *About CRU*: CRUGroup. Tilgjengelig fra: <http://www.crugroup.com/about-cru/> (lest 20/01/2013).
- Dibb, D. W., Smyth, T. J. & Stewart, W. M. (2005). "The Contribution of Commercial Fertilizer Nutrients to Food Production". *Agronomy Journal* 97: 1-6.
- Eikeri, O. (2004). *Statistiske prognosemetoder*: Logistikk Ledelse Tilgjengelig fra: www.logistikk-ledelse.no/2004/ma/ma10-04.htm (lest 23/04/2013).
- Emmons, W. R. & Yeager, T. J. (2002). The Futures Market as Forecasting Tool: An Imperfect Crystal Ball. Tilgjengelig fra: <http://www.stlouisfed.org/publications/re/articles/?id=448> (lest 22/02/2013).
- Fama, E. F. & French, K. R. (1985). Commodity futures prices: Some evidence on forecast power, premiums and the theory of storage. *Journal of business*, 60 (1).
- Fixen, P. E. (2007). *Better Crops*, 91 (2): 12-14.
- Food and Agriculture organization of the United Nations. (2012). Current World Fertilizer trends and outlook to 2016: Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO). 43 s.
- Food and Agriculture organization of the United Nations. (2013). *About FAO*: FAO. Tilgjengelig fra: <http://www.fao.org/about/en/> (lest 21/02/2013).
- French, K. R. (1986). Detecting Spot Price Forecasts in Futures Prices. *The Journal of Business*, 59 (2): S39-S54.
- Geman, H. (2005). *Commodities and Commodity Derivates*. West Sussex, England John Wiley & Sons Ltd. 396 s.
- Glenn, J. C., Gordon, T. J. & Florescu, E. (2008). *2008 State of the Future Millennium Project*. 102 s.
- Hanke, J. E. & Reitsch, A. G. (1992). *Business Forecasting*. 4 utg. USA: Allyn and Bacon A Division of Simin & Schuster, Inc. 532 s.
- Hansen, S. & Serikstad, G. L. (2006). *Bærekraftig utvikling i norsk landbruk*. Agropub: Agropub. Tilgjengelig fra: <http://www.agropub.no/id/10345.0> (lest 15/02/2013).
- Heffer, P. & Prud'homme, M. (2013). *Fertilizer Outlook 2013-2017*. 81st IFA Annual Conference Chicago (USA), 20-22 May 2013, Paris, s. 9: 81st IFA Annual Conference, Chicago, USA, 20-22 May 2013. Tilgjengelig fra:

- <http://www.fertilizer.org/HomePage/LIBRARY/Publication-database.html/Fertilizer-Outlook-2013-2017.html>.
- Hillier, F. S. & Hillier, M. S. (2011). *Introduction To Management Science: A Modelling And Case Studies Approach With Spreadsheets*, 4. utgave. New York: Mc-Graw-Hill Education.
- Huang, W.-Y. (2007). *Influence of Natural Gas Price on the Ammonia price, 2000-2006*. Paper presented at annual meetings of the Southern Agricultural Economic Association, Mobil, AL. February 3-6. 2007.
- Huang, W.-Y. (2009). Factors contributing to the recent increase in US fertilizer prices, 2002-2008: A report from the economic research service, AR-33, USDA, February.
- ICIS. (2013a). *About ICIS*: ICIS. Tilgjengelig fra: <http://www.icis.com/about-us/> (lest 02/02/2013).
- ICIS. (2013b). *China Natural Gas Annual Report*: ICIS. Tilgjengelig fra: <http://www.icis.com/energy/channel-info-about/china-natural-gas-annual-report/> (lest 12/12/2013).
- ICIS. (2013c). *Diammonium Phosphate Methodology - March 2013*: ICIS. Tilgjengelig fra: <https://www.icis.com/compliance/documents/diammonium-phosphate-methodology-march-2013/> (lest 25/05/2013).
- ICIS. (2013d). Insights on China's low export tax window for urea in 2013.
- ICIS. (2013e). *Potash Methodology - February 2013*: ICIS. Tilgjengelig fra: <https://www.icis.com/compliance/documents/potash-methodology-february-2013/> (lest 25/05/2013).
- ICIS. (2013f). *Urea Methodology - March 2013*: ICIS. Tilgjengelig fra: <https://www.icis.com/compliance/wp-content/uploads/2013/12/Urea-Methodology-29-November-2013.pdf> (lest 25/05/2013).
- International Fertilizer Industry association. (2013). *About IFA*: IFA. Tilgjengelig fra: <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/ABOUT-IFA> (lest 29/01/2013).
- Kenkel, P. L. & Kim, T. (2009). *Optimal Cash Purchase Strategies to Reduce Fertilizer Price Risk*. Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Atlanta, Georgia, January 31-February 3, 2009, Atlanta, Georgia, s. 8: Oklahoma State University.
- Landbruks- og matdepartementet. (2013). *Landbruks- og matpolitikken*. matdepartementet, L.-o.: Regjeringen.
- Lewis, H. Ø. (2013). Skifergass kan forandre mye for olje-Norge. *Aftenposten*.
- McKissick, J. C. & Schumajer, G. A. (1991). *Understanding and Using the basis*. Georgia: The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences, Extension Agricultural Economists - Marketing.
- NTB. (2012). Kull fotrenger olje som ledende energikilde. *Aftenposten*.
- Ott, H. (2012). Fertilizer markets and their interplay with commodity and food prices. Luxembourg: Publications Office of the European Union: Joint Research Centre - Institute for Prospective Technological Studies. 36 s.
- Petroleum Resources Branch Energy Sector. (2010). Review of Issues Affecting the Price of Crude Oil. Ottawa. Tilgjengelig fra: <https://www.nrcan.gc.ca/energy/crude-petroleum/4557>.
- PotashCorp. (2013). *Phosphate - Overview*: PotashCorp. Tilgjengelig fra: <http://www.potashcorp.com/overview/nutrients/phosphate/overview/dap-production-costs> (lest 25/10/2013).
- Rajshekhar, M. (2011). *Fortify nutrient-based subsidy*: The Economic Times. Tilgjengelig fra: http://articles.economictimes.indiatimes.com/2011-12-22/news/30546831_1_urea-price-complex-fertilisers-fertiliser-companies (lest 25/11/2013).

- Reichsfeld, D. A. & Roache, S. K. (2011). Do Commodity Futures Help Forecast Spot Prices. *IMF Working Paper, nr 11/254*, Lastet ned fra:
<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2011/wp11254.pdf>.
- Roberts, T. L. (2009). The Role of Fertilizer in Growing th World's. *Better Crops*, 93 (2): 12-15.
- Yara. (2012). *ABC Guide to Mineral Fertilizers*: Yara International ASA. Tilgjengelig fra:
http://www.yara.com/doc/3733_ABC_of_Mineral_Fertilizers.pdf (lest 25/02/2013).

14 Appendiks

Vedlegg 1 Tidsserie versus futurespriser; oversikt over MAD i prosentpoeng.

Kontrakt (1)	Feil Futures(NG)	Feil Futures (RO)	Feil Futures (HV)
Urea	0,114	0,096	0,114
Dap	0,090	0,077	0,100
MOP	0,084	0,061	0,084
Kontrakt (2)			
Urea	0,117	0,095	0,108
Dap	0,090	0,077	0,097
MOP	0,089	0,068	0,094
Kontrakt (3)			
Urea	0,099	0,090	0,103
Dap	0,075	0,068	0,082
MOP	0,072	0,071	0,089
Kontrakt (6)			
UREA	0,092	0,084	0,097
DAP	0,095	0,059	0,077
MOP	0,088	0,063	0,059
	Siste Verdi	Gjennomsnitt	Glidende Gjennomsnitt
UREA	0,082	0,473	0,038
DAP	0,043	0,463	0,051
MOP	0,041	0,4859	0,102

Blå: Laveste prognosefeil for ureapriser, Rød: Laveste prognosefeil for DAP priser, Grønn: Laveste prognosefeil for MOP priser.

Kontrakt (1)	Feil Basis (NG)	Feil Basis (RO)	Feil Basis (Hv)
Urea	0,155	0,150	0,164
Dap	0,109	0,105	0,120
MOP	0,102	0,075	0,088
Kontrakt (2)			
Urea	0,146	0,109	0,132
Dap	0,103	0,095	0,110
MOP	0,102	0,079	0,097
Kontrakt (3)			
Urea	0,113	0,107	0,129
Dap	0,084	0,084	0,094
MOP	0,078	0,080	0,090
Kontrakt (6)			
UREA	0,124	0,112	0,123
DAP	0,106	0,083	0,096
MOP	0,103	0,082	0,071
	Ekspontentiell glatting	Ekspontentiell Glatting med trend	
UREA	0,089	0,089	
DAP	0,049	0,051	
MOP	0,051	0,056	