



Sammendrag

Råvarer utgjør sammen en ikke-homogen aktivaklasse, som siden starten av 2000-tallet har hatt en økende interesse med tanke på investeringer. Som igjen har gjort at interessen for styring av markedsrisikoen har økt. Value at Risk er det mest brukte målet innen markedsrisikostyring, og i kombinasjon med stresstesting har man et verktøy for å fastsette mulig tap under usannsynlige hendelser.

I denne studien er det brukt ukentlige data for tolv ulike råvarer, i perioden 1990 – 2016, til å sette opp en kvantilregresjonsmodell for å prognostisere fremtidige Value at Risk. For så å stressteste variablene i modellen for å se hvordan et ekstremtilfelle vil påvirke avkastningen til de ulike råvarene.

Studien viser at modellen som er bygget opp treffer meget godt i forhold til det forhåndsdefinerte Value at Risk-nivået, og at den ubetingede dekningen er korrekt for modellen for alle råvarer. Vi kan derimot ikke konkludere med at modellen har en korrekt betinget dekning, for alle råvarer. Videre viser stresstesting blant annet at energiråvarene tenderer til å være mer sensitive for endringer i mikrofaktorer enn metall- og landbruksråvarer, en økning i differansen mellom high og low slår negativt ut for alle råvarer, og at endringer i volume og open interest generelt sett har liten påvirkning på avkastningen til råvarene.

Forord

Denne avhandlingen er skrevet som en avslutning av mastergraden i økonomi- og administrasjon, ved Handelshøyskolen NMBU, våren 2016.

Jeg ønsker å takke min veileder, professor Sjur Westgaard, for god veiledning og gode tilbakemeldinger under hele prosessen.

Undertegnede tar fullt ansvar for innholdet i denne studien.

Dag Otto Jostad

Oslo 12. mai 2016

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	2
FORORD	3
TABELLISTE	5
FIGURLISTE	5
1. INTRODUKSJON OG LITTERATURGJENNOMGANG	6
2. DATA OG DESKRIPTIV STATISTIKK	10
3. METODE	14
3.1 BACKTESTING	16
4. RESULTATER	19
5. BRUK AV MODELL MED SCENARIOANALYSE OG STRESSTEST	25
6. KONKLUSJON	26
REFERANSELISTE	28
VEDLEGG	30
BESKRIVELSE AV STEVENS CONTINUOUS FUTURES:	30
BESKRIVELSE AV WIKI CONTINUOUS FUTURES	30
DESKRIPTIV STATISTIKK AV UAVHENGIGE VARIABLER:	31
SOYBEAN OIL – SCENARIO	34
CORN – SCENARIO	36
CRUDE OIL – SCENARIO	38

Tabelliste

TABELL 1 AVKASTNING RÅVARER 13.07.90 - 05.02.16	11
TABELL 2 BETAVERDIER SOYBEAN OIL	20
TABELL 3 BETAVERDIER CORN.....	20
TABELL 4 BETAVERDIER CRUDE OIL.....	21
TABELL 5 BETAVERDIER GOLD.....	21
TABELL 6 BETAVERDIER HEATING OIL	21
TABELL 7 BETAVERDIER WHEAT	21
TABELL 8 BETAVERDIER NATURAL GAS.....	21
TABELL 9 BETAVERDIER ROUGH RICE	22
TABELL 10 BETAVERDIER SOYBEANS.....	22
TABELL 11 BETAVERDIER COCOA.....	22
TABELL 12 BETAVERDIER COTTON	22
TABELL 13 BETAVERDIER COFFEE.....	22
TABELL 14 MODEL HIT	23
TABELL 15 MODEL HIT FORTS.....	24
TABELL 16 KUPIEC TEST	24
TABELL 17 KUPIEC TEST FORTS.....	24
TABELL 18 CHRISTOFFERSEN TEST.....	24
TABELL 19 CHRISTOFFERSEN TEST FORTS.....	25
TABELL 20 STANDARD REGRESJON, T-STAT OG P-VERDI.....	25
TABELL 21 STANDARD REGRESJON, T-STAT OG P-VERDI FORTS.....	25

Figurliste

FIGUR 1 VAR-MODELL	8
FIGUR 2 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - SOYBEAN OIL	12
FIGUR 3 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - CORN	12
FIGUR 4 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - CRUDE OIL	12
FIGUR 5 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - GOLD	12
FIGUR 6 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - HEATING OIL	12
FIGUR 7 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - WHEAT	12
FIGUR 8 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - NATURAL GAS	12
FIGUR 9 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - ROUGH RICE	12
FIGUR 10 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - SOYBEANS	12
FIGUR 11 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - COCOA.....	12
FIGUR 12 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - COTTON	13
FIGUR 13 RÅVAREPRIS 13.07.1990 - 05.02.2016 - COFFEE.....	13

1. Introduksjon og litteraturgjennomgang

Råvarer er, veldig enkelt forklart, råmaterialet vi mennesker bruker til lage en levbar verden. Vi har landbruksprodukter til å fø oss selv, metaller til å bygge redskaper og verktøy, og energi til å opprettholde oss selv. Disse tre, landbruksprodukter, metaller og energi, er de tre klassene av varer i råvaremarkedet, og er selve grunnmureren i den globale økonomien (Bouchentouf 2011).

Råvarefutures handles på børs gjennom standardiserte kontrakter, og kontraktspesifikasjonene legger ikke igjen noen premie til en bestemt produsent. Råvarefutures skiller seg ut fra andre finansielle aktiva som aksjer, obligasjoner og valuta, da risiko og avkastning kan variere betydelig mellom de ulike råvarene, som gjør råvarer til en ikke-homogen aktivaklasse.

Det har siden starten på 2000-tallet vært en økende interesse for råvarer som en aktivaklasse for investeringer, og dermed har interessen også økt for styring av markedsrisiko. Markedsrisiko er et mål på den usikkerheten knyttet til verdien og avkastningen av en portefølje i fremtiden. Markedsrisikoen har som mål å oppsummere det potensielle avviket til den forventede avkastningen, og vil kunne påvirkes av endringer i aksjekurser, renter, valutakurser, råvarepriser og andre indikatorer som har verdi i det offentlige markedet (Rystad et al. 1998).

En råvarefuture er en avtale mellom to parter om å kjøpe, eller selge, en bestemt råvare, til en bestemt pris, til en bestemt dato i fremtiden. På den ene siden har vi konsumentene som kjøper futures for å sikre seg for lave priser, og på den andre siden er produsentene som selger futures for å sikre seg for høye priser. Et raffineri, som produserer fyringsolje, vil for eksempel være på begge sider da de er konsumenter av råolje, og produsenter av fyringsolje. I tillegg har vi spekulanter som også er interessert i begge sider. Det er derfor viktig å modellere hele fordelingen til avkastningen, å finne risikoen for både short- og longposisjoner, da disse ikke nødvendigvis har lik risiko.

Hver enkelt råvare er drevet av et spesifikk tilbud- og etterspørselsforhold, og prisingen vil ofte være drevet av kortsiktige svingninger i tilbudet. I motsetning av

aksjepriser som er diskontert forventet kontantstrøm, et stykke inn i fremtiden (Steen et al. 2015). For eksempel vil været kunne påvirke prisene på kaffe, hvete og andre landbruksråvarer, da dårlig vær gir dårlige avlinger, og dårlige avlinger gir mindre tilbud. Prisene vil da stige, om etterspørselen holdes konstant. Dollaren spiller også en viktig rolle for råvareprisene, da de fleste råvarer er priset i dollar. Råvareprisen vil bevege seg i motsatt retning av dollarkursen, det vil si om dollarkursen går opp vil det bli dyrere for kjøpere med annen valuta, og vil kunne bli et press på råvareprisen. Fallende dollarkurs vil kunne hjelpe råvareprisene oppover. En annen forskjell mellom råvaremarkedet og aksjemarkedet er tidsaspektet, hvor lenge de forblir på børsen. En del aksjer forblir på børsen i mange år samtidig som selskapene som har utstedt aksjene forsetter sin virksomhet, mens en råvarefuture er en kontrakt med en lovnad fra produsent om levering til en kjøper, på en bestemt dato. Rett før den planlagte leveringen fjernes kontrakten fra børsen.

I et velfungerende marked vil man ikke, uten risiko, kunne oppnå en høy avkastning (Rystad et al. 1998). Det er derfor viktig å kunne styre risikoen, og skal man styre risikoen må man også ha muligheten til å måle risikoen.

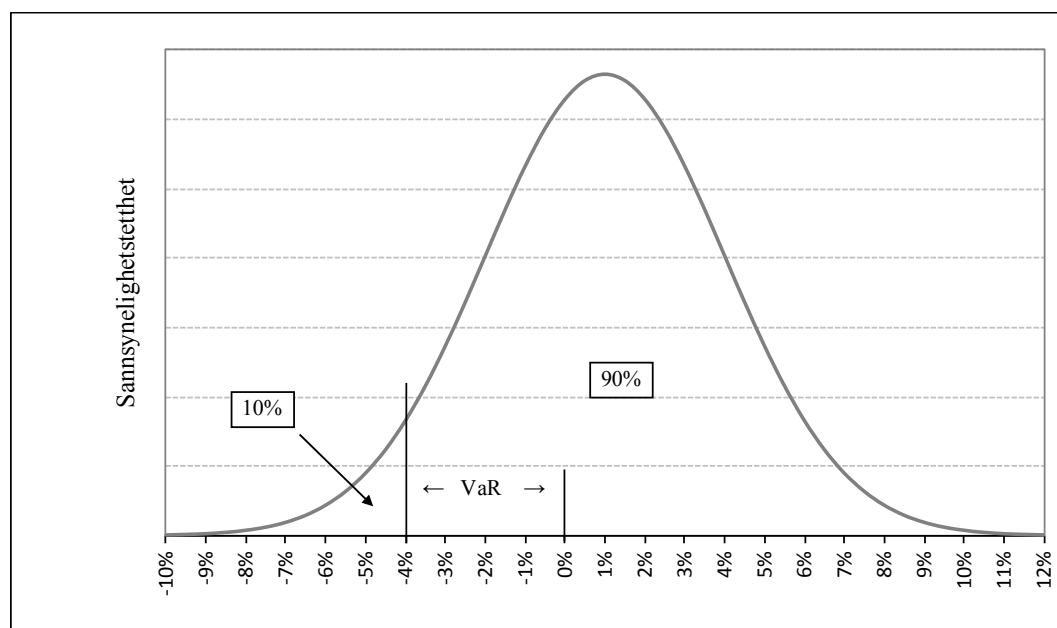
”Beherskelsen av risikoforståelse er definisjonen mellom fortiden og moderne tid. Ved å forstå og være i stand til å måle risiko, med en god del selvtillit, har vi vært i stand til å få en innsikt i hvordan fremtiden vil se ut.”

(Bernstein & Boggs 1997)

Value at Risk (VaR) er i dag det mest brukte målet innen styring av markedsrisiko. Etter at de store internasjonale bankene, og myndighetene, på midten av 90-tallet tok i bruk VaR, bruker nå nesten alle finansielle institusjoner en eller annen form for VaR i sin risikoberegning (Alexander 2009). Alexander (2009) definerer VaR som et tap vi er ganske sikre på at ikke vil bli overskredet dersom eksisterende portefølje holdes over en viss tid.

VaR består av to grunnleggende parametere; signifikantnivå, eller konfidensnivå¹, og tidshorisont. Så hvis vi har en eiendel med VaR på én million, med et signifikantnivå på 10%, og en ukes tidshorisont, så er vi 90% sikre på at eiendelen ikke vil falle mer enn én million for en gitt uke. Eller, det er 10% sjanse for at eiendelen vil falle med mer enn én million i løpet av en gitt uke.

For eksempel, vi har ukentlige data hvor avkastningen strekker seg fra negativ 10% til positiv 12%. Vi sorterer alle avkastningene fra lavest til størst, og teller antall avkastninger som er mellom -10% og -9%, mellom -8% og -9% også videre, helt til vi er oppe til 12%. La oss videre si at 10% av alle observasjonene strekker seg fra -4% og til -10%, da vil vi ha en VaR på -4%. Har vi investert 25 millioner vil VaR utgjøre én million². Nedenfor er dette fremstilt grafisk i VaR-modellen, Figur 1, hvor det potensielle verdiutfallet for en gitt periode er fremstilt ved x-aksen.



Figur 1 VaR-modell

”VaR-modeller har vist seg å være et meget nyttig risikostyringsverktøy, men de siste økonomiske krisene har også fått frem VaR-modellenes begrensninger. Spesielt med tanke på modellens avhengighet av historie, eller urealistiske statistiske forutsetninger” (Aragonés et al. 2001).

¹ Konfidensnivå = 1 – signifikantnivå

² 25 millioner x 0,04 = 1 million

Alexander (2009) argumenterer for at VaR-estimer virker fornuftig på kort sikt, men at jo større tidshorisonten blir, jo mindre blir sannsynligheten for at historien vil repetere seg selv. Og Aragonés et al. (2001) sier at VaR-metodene lett kan miste nyttig informasjon om risikoeksponering, spesielt om VaR-modellen fokuserer på "normal" markedsrisiko istedenfor risiko assosiert med sjeldne, og ekstreme hendelser.

"Et tiår passerer sjeldent uten en markedssituasjon som en respektert økonom hevder, uten en mine i ansiktet, å være en perfekt storm, en 10-sigma hendelse, eller en katastrofe så utrolig usannsynlig at det ikke skulle ha vært forventet i hele verdenshistorien" (Poundstone 2010)

Stresstesting har siden Asiakrisen, i 1997, blitt mer og mer vektlagt som et verktøy for å fastsette mulige tap under usannsynlige hendelser (Aragonés et al. 2001). Lopez (2005) definerer stresstest som et risikostyringsverktøy som brukes til å evaluere potensielle innvirkning på porteføljeverdier for usannsynlig, med plausible hendelser eller bevegelser i et sett av økonomiske variabler. Alexander og Sheedy (2008) sier videre at stresstest er utformet for å utforske haler av fordeling av tap utover grenseverdien, typisk 99%, som brukes i VaR-analyser. En kartlegging av Committee on the Global Financial System (2005) viser at stresstester basert på endringer i rentenivået er dominerende. Kartleggingen viser også at stresstester stort sett er designet rundt scenarioer som bygger på historiske hendelser, hypotetiske hendelser, eller en kombinasjon av disse to. Disse metodene blir ofte gjennomført uten noen form for risikomodell, og Berkowitz (1999) er kritisk fordi sannsynligheten for hvert scenario er ukjent. Dette gjør det vanskelig å vurdere scenarioets betydning.

"Stresstester utført i sammenheng med en risikomodell kan gi et nyttig alternativ eller supplement til dagens metoder for stresstesting" (Alexander & Sheedy 2008). Kupiec (1998) har forsøkt å sammensveise stresstester og risikomodeller ved å undersøke grensemarkedseffekter som følge av et markedssjokk. Det samme har Aragonés et al. (2001) i sitt arbeid med å inkludere hypotetiske stresshendelser med Extreme Value Theory (EVT).

Aragonés et al. (2001) lister en rekke problemer med stresstesting. Et av problemene er at en stresstest alltid vil bli subjektiv, siden det er stresstester som velger scenarioer. Dette fører til at verdien av stresstesting avhenger av valgt scenario og derfor dyktigheten til testeren. Aragonés et al. (2001) argumenter også for at det kan være vanskelig å tolke resultatene fra en stresstest, da de ikke gir noe informasjon om sannsynligheten for at en hendelse skal inntreffe. Mangel på slik informasjon gjør at vi ikke vet hva vi skal gjøre med testresultatene.

Berkowitz (1999) stiller spørsmålet; *”Vi har noen tapstall, men hvem skal si om vi skal være bekymret for dem?”* Og svarer på sitt eget spørsmål med å forklare at risikoansvarlige høyst sannsynlig er interessert i sett av scenarioer, og ikke bare ett.

Schachter (1998) poengterer at det også er vanskelig å backteste en stresstest; *”Verken fullstendigheten eller reliabiliteten av informasjonen, av stresstester, kan bli vitenskapelig vurdert.”* (oversatt). Dette gjelder også hypotetiske stressscenarioer, til tross for at en skapt hendelse i et scenario faktisk kan skje, er det vanligvis vanskelig å bruke det som var ”rett” eller ”galt” i det scenarioet til å forbedre andre hypotetiske scenario.

I denne studien vil vi sette opp en kvantilregresjonsmodell, med seks uavhengige variabler, og se hvordan risikoen blir påvirket dersom variablene inntar ekstremverdier.

2. Data og deskriptiv statistikk

Det er brukt ukentlige data for tolv ulike råvarer; soybean oil, corn, crude oil, gold, heating oil, wheat, natural gas, rough rice, soybeans, cocoa, cotton og coffee. Standard & Poor's 500 Index (S&P500), og CBOE Volatility Index (VIX), er også inkludert. Dataene for råvarene og S&P500 er hentet fra Quandl (se www.quandl.com for mer informasjon), data for VIX er hentet fra Yahoo! Finance (se www.finance.yahoo.com for mer informasjon). Informasjon om datasett som har blitt brukt finnes i vedlegg, på side 30.

De ukentlige dataene strekker seg fra 13-07-1990 til 05-02-2016, og i tabell 1 nedenfor er det presentert deskriptiv statistikk for hele perioden. Den gjennomsnittlige avkastningen er, som forventet, nær null for alle råvarene. Standardavviket har derimot større forskjeller, hvor natural gas har høyest volatilitet med 7,21%, 52,02% årlig³. Gull er den råvaren som har minst risiko med volatilitet på 2,34%, på ukentlig avkastninger, 16,89% årlig⁴.

Hos rough rice finner vi en sterk positiv excess kurtosis på 17,20, og skjevhet på 1,38. Soybean har derimot en negativ skjevhet på -1,00. Wheat har en skjevhet nærme null, 0,03, og en excess kurtosis på 2,01, noe som gjør wheat sin avkastningsfordeling tilnærmet normal.

	Gjennomsnitt	Standardavvik	Max	Min	Excess Kurtosis	Skjevhet	Observasjoner
SoybeanOil	0,00	0,03	0,13	-0,14	1,53	-0,16	1155
Corn	0,00	0,04	0,23	-0,27	4,24	-0,37	1155
CrudeOil	0,00	0,05	0,24	-0,36	6,02	-0,85	1155
Gold	0,00	0,02	0,12	-0,12	2,54	-0,21	1155
HeatingOil	0,00	0,05	0,24	-0,30	3,32	-0,45	1155
Wheat	0,00	0,04	0,16	-0,20	2,01	0,03	1155
NaturalGas	0,00	0,07	0,30	-0,37	1,77	-0,13	1155
RoughRice	0,00	0,04	0,46	-0,20	17,20	1,38	1155
Soybean	0,00	0,04	0,12	-0,27	5,01	-1,00	1155
Cocoa	0,00	0,04	0,21	-0,21	1,77	-0,04	1155
Cotton	0,00	0,04	0,19	-0,28	3,97	-0,41	1155
Coffe	0,00	0,05	0,43	-0,19	4,96	0,57	1155
S&P500Stocks	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
VIX	0,00	0,12	0,78	-0,47	2,44	0,56	1155

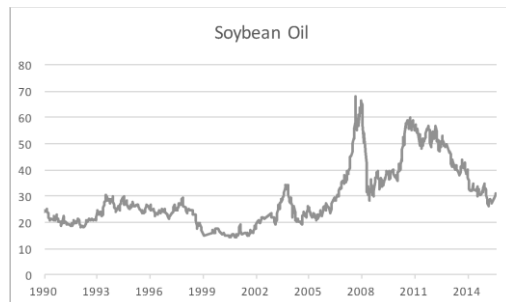
Tabell 1 Avkastning råvarer 13.07.90 - 05.02.16

Nedenfor, i figur 2 til 13, er prisutviklingen for hver råvare presentert. Likt for alle er at under finanskrisen i USA, høsten 2008, falt alle råvarer i pris. Enkelte råvarer klarte seg bedre enn andre, og vi kan se på figur 5, gull, at prisene raskt begynte å stige igjen. Mens for eksempel for natural gas, figur 8, ikke har klart å komme seg opp igjen på samme prisnivå som på midten av 2000-tallet. Det er to råvarer som har en prisutvikling som er meget lik, crude oil (figur 4) og heating oil (figur 6), dette fordi heating oil er biprodukt av crude oil. Det er dermed naturlig at prisen på heating oil følger prisene for innsatsfaktoren crude oil. Utover det så er, som tidligere nevnt, hver enkelt råvare drevet av et spesifikk

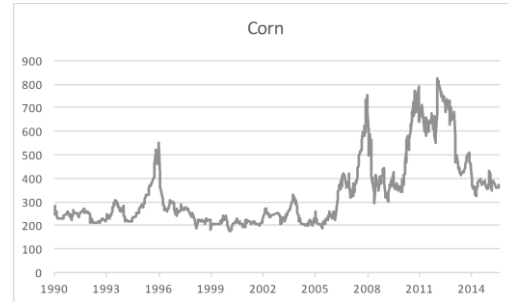
³ 7,21% ganger roten av 52 handelsuker.

⁴ 2,34% ganger roten av 52 handelsuker.

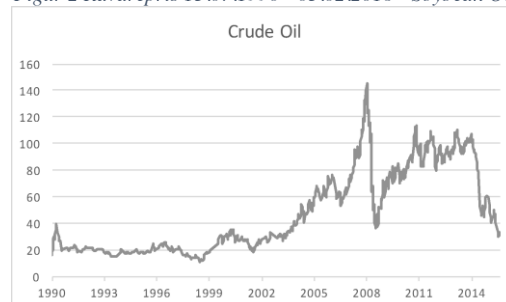
tilbud- og etterspørselsforhold som gjør sammenhengen mellom råvarene minimal når det gjelder markedsutviklingen.



Figur 2 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Soybean Oil



Figur 3 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Corn



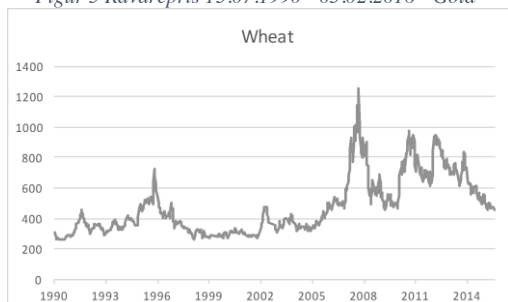
Figur 4 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Crude Oil



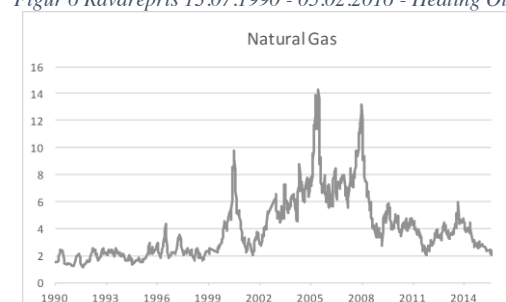
Figur 5 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Gold



Figur 6 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Heating Oil



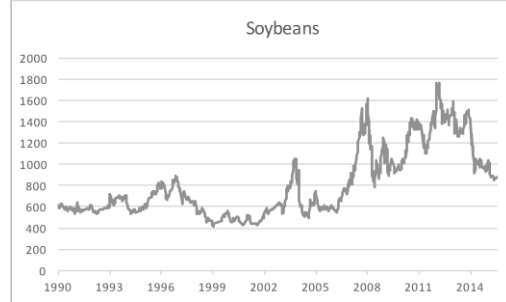
Figur 7 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Wheat



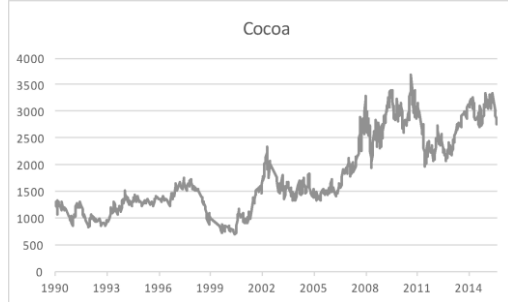
Figur 8 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Natural Gas



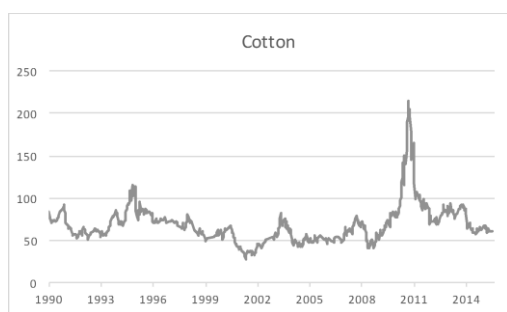
Figur 9 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Rough Rice



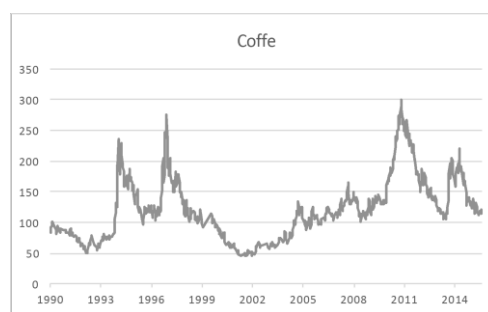
Figur 10 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Soybeans



Figur 11 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Cocoa



Figur 12 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Cotton



Figur 13 Råvarepris 13.07.1990 - 05.02.2016 - Coffe

I vedlegg, side 31 - 33, er deskriptiv statistikk og korrelasjonen for de seks uavhengige variablene, som skal brukes i kvantilregresjonen, fremstilt.

Logaritmen av S&P500 og VIX har naturlig nok lik statistikk, uansett hvilken råvare vi ser på. $\ln(\text{S\&P500})$ har lavt gjennomsnitt og standardavvik, en excess kurtosis på 7,44 og en negativ skjevhet på -0,65. $\ln(\text{VIX})$ har et litt høyere gjennomsnitt på 2,91 og et standardavvik på 0,35, men en lavere excess kurtosis på 0,62, og en positiv skjevhet på 0,77. Korrelasjonen mellom $\ln(\text{S\&P500})$ og $\ln(\text{VIX})$ er på -0,22, som vil si at dersom $\ln(\text{S\&P500})$ beveger seg positiv med 10% så vil sannsynlig $\ln(\text{VIX})$ bevege seg negativ med rundt 2%.

Når det gjelder de andre variablene, så skiller logaritmen av dagens volume, delt på gårsdagens, seg ut hos crude oil, når det gjelder excess kurtosis, med en ekstrem høy verdi på 115,25. Den nest høyeste verdien for denne variabelen finner vi hos natural gas, med 16,90. Noe som forteller oss at ekstreme hendelser for denne variablene hos disse råvarene er sannsynlig å skje en gang i fremtiden. Excess kurtosis er også høy for variabelen; $((\text{high} - \text{low}) / \text{low})$ hos crude oil og gold.

Ser vi på korrelasjonen mellom variablene så er det gjennomgående med høy positiv korrelasjon mellom variablene for volume og open interest. Den er meget høy hos alle utenom rough rice og heating oil, som ligger på rundt 50% korrelasjon. De som skiller seg ut, med veldig lav korrelasjon mellom volume og open interest, er crude oil og natural gas med henholdsvis 13% og 4%.

3. Metode

Kvantilregresjon ble først introdusert av Koenker og Bassett Jr (1978), og det virker fornuftig å bruke kvantilregresjon til å prognostisere fremtidig VaR, da VaR er en bestemt kvantil av fremtidige avkastninger, gitt den informasjonen vi har i dag. Paraschiv et al. (2015) sier at for å kunne utføre en stresstest tilstrekkelig, er en realistisk modell for risikofaktorer nødvendig.

I et generelt tilfelle, hvis i_t er den avhengige variabelen, og X_1 og X_2 er de uavhengige variablene, så er kvantilregresjonen gitt ved:

$$i_t^q = \beta_{0i}^q + \beta_{1i}^q X_1 + \beta_{2i}^q X_2 + \epsilon_t^q$$

hvor ϵ_t^q har et uspesifisert fordelingsfunksjon. Den ubetingede q-kvantilen, $0 < q < 1$, er definert som enhver løsning på minimeringsproblemet. (Koenker & Bassett Jr 1978):

$$\min_{\beta_0, \beta_1, \beta_2} \sum_{t=1}^T (q - i_{t \leq \beta_0 + \beta_1 + \beta_2})(i_t - (\beta_0 + \beta_1 + \beta_2))$$

hvor:

$$i_{t \leq \beta_0 + \beta_1 + \beta_2} = \begin{cases} 1 & \text{hvis } i_t \leq \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 \\ 0 & \text{hvis noe annet} \end{cases}$$

Kvantilregresjon tillater deg, eksplisitt, å modellere alle relevante kvantiler av fordelingen av den avhengige variabelen. Siden VaR er en bestemt betinget kvantil for fremtidige avkastninger, kan den betingede kvantilfunksjonen uttrykkes slik:

$$VaR_t^q | X_1, X_2 = \hat{\beta}_{0i}^q + \hat{\beta}_{1i}^q X_1 + \hat{\beta}_{2i}^q X_2 + \epsilon_t^q | X_1, X_2$$

Et unikt sett med regresjonsparametere, β_1 og β_2 , kan innhentes for hver kvantil av interesse, og hele den betingede fordelingen kan blir modellert eller prognostisert.

Nedenfor er det laget en kvantilregresjonsmodell bestående av seks ulike variabler, for å forklare avkastningen til en råvare, i^a . Bak X_1 ligger; $\frac{High-low}{low}$, som vil si man tar den høyeste prisen gjennom dagen, trekker fra den laveste prisen i løpet av dagen, og deler på den laveste prisen. Differansen mellom high og low sier noen om volatiliteten til råvaren, jo større differanse jo høyere volatilitet, og høyere volatilitet betyr høyere risiko.

X_2 er logaritmen av dagens antall handlete kontrakter delt på gårsdagens antall handlete kontrakter, $\ln\left(\frac{volume}{volume_{t-1}}\right)$. Volume er det totale antallet kontrakter solgt eller kjøpt i løpet av en dag, ikke summen av de to, og er en viktig indikator på markedsaktivitet- og likviditet.

Open interest er antall ikke-likviderte kontrakter, og måles enten ved antall åpne long-posisjoner eller antall short-posisjoner, ikke summen av de to. Open interest forteller oss noe om likviditeten, og høy open interest gir oss informasjon om at det er stort antall selgere og kjøpere. Det vil si, alt annet holdes likt, at jo høyere open interest jo større sannsynlighet for å handle med en fornuftig spredning mellom kjøp og salg. Open interest er med i regresjonen som; X_3 , $\ln\left(\frac{open\ interest}{open\ interest_{t-1}}\right)$, logaritmen av dagens open interest, delt på gårsdagens.

X_4 , $\frac{long\ futures-short\ futures}{short\ futures}$, sier oss noe om helningen på forwardkurven, om en kontrakt er i contango eller bakwardation. Contango er en situasjon der futures-prisen på en råvare er større enn den forventede fremtidige spotprisen. Det vil si at folk er villig til binde seg til å betale mer for en råvare, en gang i fremtiden, enn hva forventede prisen på råvaren er. Dette kan være folk som ønsker å betale et påslag for å sikre seg varen i fremtiden, istedenfor å betale transport og lagringskostnader. Bakwardation er det motsatte av contango.

Contango er det mest vanlige for råvarer som kan lagres, men det finnes unntak (Carter 2007). Av de tolv råvarene som er presentert i denne oppgaven så er crude oil og heating oil de eneste råvarene som har vært mer i backwardation, enn contango, i perioden. Soybeans har i perioden cirka vært 50% i backwardation og 50% i contango. Gold er den eneste råvaren som kun har ligget i contango i hele

perioden, og wheat skiller seg ut med å ha cirka 40% tiden ha lik pris på long-futures som short. De resterende sju råvarene, soybean oil, corn, natural gas, rough rice, cocoa, cotton og coffee, har i over 70% av perioden ligget i contango.

X_5 er logavkastningene av S&P500, som er indeks satt sammen av 500 aksjer valgt ut ifra markedsstørrelse, likviditet, industrisammensetting, med mer. S&P500 er designet for å være en benchmark for amerikanske aksjer, med risiko- og avkastningsegenskapene til de største firmaene i verden.

VIX er designet for å vise markedets fremtidige 30-dagers volatilitet. VIX er et mye brukt mål på markedsrisiko, og X_6 i regresjonen er logaritmen av VIX, $\ln(VIX)$.

Dette gir oss følgende modell:

$$i_t^q = \beta_{0i}^q + \beta_{1i}^q X_1 + \beta_{2i}^q X_2 + \beta_{3i}^q X_3 + \beta_{4i}^q X_4 + \beta_{5i}^q X_5 + \beta_{6i}^q X_6 + \epsilon_{ti}^q$$

Det er umulig å lage en modell som er riktig. ”Selvsagt, alle modeller er feil. Den eneste modellen som ikke er feil er virkeligheten, og virkeligheten er ikke, per definisjon, en modell.” (Haldane 2009). Men en modell kan uansett være til nytte, og som John M. Keynes sa: ”Det er bedre å ha omtrentlig rett, enn å ha presist feil.”

3.1 Backtesting

Den empiriske tradisjonen i vitenskapsteorien forteller oss at en modell ikke skal vurderes på grunnlag av rimeligheten av sine forutsetninger eller hvor sofistikerte analysene er. Den bør vurderes ut fra nytten av sine spådommer (Holton 2014). Backtesting hjelper oss med å teste nøyaktigheten til en VaR-modell ved å teste VaR-modellen over en historisk periode, hvor vi kjenner det faktiske utfallet. Det som er mest vanlig er å telle/registrere antall ganger det faktiske tapet for en eiendel, eller portefølje, overstiger tapet i modellen. Hver råvare har sin modell, og den predikerte avkastningen blir sammenlignet med den faktiske avkastningen for samme dag.

Dersom den modellerte avkastningen er høyere enn den faktiske avkastningen vil vi få et ”overskridelse”, eller et ”treff”. Antall treff deles så med antall observasjoner i samplet, og bør ligge så nærme som mulig det forhåndsbestemte VaR-nivået. Hvis vi for eksempel har en VaR-prediksjon på 2% ved en VaR_{5%}, og det faktiske avkastningen er på 1%, vil vi få et treff. La oss videre si at vi får 70 slike treff i et sample med 1300 observasjoner. VaR blir da; $(70/1300) \times 100 = 5,38\%$. 5,38% ligger nærme 5%, men er det ”såpass nærme” 5% at vi kan godkjenne modellen som en aktuell modell?

Den første statistiske backtesten som ble publisert var Paul Kupiec (1995) sin coverage test. Dette er en sannsynlighetsforholdstest som indikerer om modellen gir en riktig, ubetinget dekning. Det vil si at vi teller/registerer antall ”treff”, på samme måte som ovenfor:

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{hvis } r_t \leq VaR_{q\%} \\ 0 & \text{hvis } r_t > VaR_{q\%} \end{cases} \quad (3.1)$$

Nullhypotesen (H_0), korrekt ubetinget dekning, har følgende teststatistikk:

$$-2 \left(n_1 \ln(\pi_{exp}) \right) + n_0 \ln(1 - \pi_{exp}) - n_1 \ln(\pi_{obs}) - n_0 \ln(1 - \pi_{obs}) \quad (3.2)^5$$

Vi ønsker å beholde H_0 , og ut fra kji-kvadratfordeling, med én frihetsgrad, får vi et kritisk nivå på testen på 6,63 ved 1% signifikantnivå, 3,84 ved 5% nivå og 2,71 ved 10% nivå.

Tar vi med oss tallene fra eksemplet ovenfor videre inn ligning (3.2) får vi:

$$-2(70 \ln(5\%)) + 1230 \ln(1 - 5\%) - 70 \ln(5,38\%) - 1230 \ln(1 - 5,38\%) \quad (3.3)$$

⁵ n_1 er antall ”treff”, n_0 er antall ”ikke treff”, π_{exp} er forventede prosenttreff, og π_{obs} er den observerte prosentandelen av ”treff”: $n_1/(n_0 + n_1)$.

Dette gir oss en verdi på 0,40, som er lavere enn 2,71. Vi beholder dermed H_0 , og testen sier at modellen er korrekt, ved et 10% signifikantnivå, i den forstand at det totale antall overskridelser er nært forventet antall.

Christoffersen (1998) sin uavhengighetstest er en sannsynlighetstest som i tar hensyn til hyppige sammenhengende overskridelser. Dette er viktig da vi ikke ønsker at overskridelsene skal skje i rask rekkefølge, men helst være isolert. Dette fordi om alle overskridelsene skjer samlet ved slutten av samplet, vil VaR-modellen være overpredikert ved samplets slutt, og underpredikert ved samplets start.

Teststatistikken ser slik ut:

$$-2 \left(n_1 \ln(\pi_{exp}) \right) + n_0 \ln(1 - \pi_{exp}) - n_{00} \ln(1 - \pi_{01}) - n_{01} \ln(\pi_{01}) - n_{10} \ln(1 - \pi_{11}) - n_{11} \ln(\pi_{11}) \quad (3.4)^6$$

Bruker vi tallene fra eksemplene ovenfor, og tilfører disse hypotetiske observasjonene:

$$n_{11} = 40 \quad n_{00} = 1099 \quad n_{01} = 40 \quad n_{10} = 120$$

Får vi følgende utregning:

$$-2(70 \ln(5\%)) + 1230 \ln(1 - 5\%) - 1099 \ln(1 - 3,51\%) - 50 \ln(3,51\%) - 120 \ln(1 - 25\%) - 40 \ln(25\%) \quad (3.5)$$

Dette gir oss en verdi på 19,14. Vi ønsker også her å beholde H_0 , modellen er korrekt spesifisert, og ut fra χ^2 -kvadratfordeling, med to frihetsgrader, får vi et kritisk nivå på 4,61 ved 10% signifikantnivå. Vi forkaster dermed H_0 i dette eksemplet, og konkluderer med at vi har en feil spesifisert modell med tanke på betinget dekning.

⁶ π_{01} er den observerte prosentandelen av observasjoner uten treff, etterfulgt av treff: $n_{01}/(n_{00} + n_{01})$. π_{11} er den observerte prosentandelen av observasjoner med treff, etterfulgt av treff: $n_{11}/(n_{10} + n_{11})$.

De kritiske verdiene for Christoffersen test er som følger: 9,21 ved 1% signifikantnivå, 5,99 ved 5% nivå og 4,61 ved 10% nivå.

4. Resultater

Ved hjelp av betaverdiene, i tabell 2-13, får i følgende modeller, ved 10% kvantil, for de ulike råvarene:

Soybean oil:

$$i_t^q = -0,004 - 0,804X_1 - 0,003X_2 + 0,004X_3 + 0,017X_4 + 0,146X_5 - 0,007X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.1)$$

Corn:

$$i_t^q = 0,001 - 0,994X_1 - 0,001X_2 + 0,000X_3 + 0,000X_4 + 0,229X_5 - 0,009X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.2)$$

Crude oil:

$$i_t^q = 0,002 - 0,832X_1 + 0,000X_2 + 0,000X_3 - 0,002X_4 + 0,438X_5 - 0,012X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.3)$$

Gold:

$$i_t^q = 0,000 - 0,707X_1 - 0,003X_2 + 0,003X_3 - 0,002X_4 + 0,045X_5 - 0,006X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.4)$$

Heating oil:

$$i_t^q = 0,019 - 0,811X_1 - 0,001X_2 + 0,000X_3 - 0,063X_4 + 0,397X_5 - 0,019X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.5)$$

Wheat:

$$i_t^q = 0,014 - 0,716X_1 - 0,002X_2 - 0,001X_3 - 0,144X_4 + 0,024X_5 - 0,015X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.6)$$

Natural gas:

$$i_t^q = 0,000 - 0,430X_1 - 0,009X_2 + 0,000X_3 - 0,105X_4 + 0,130X_5 - 0,019X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.7)$$

Rough rice:

$$i_t^q = -0,001 - 0,507X_1 - 0,001X_2 + 0,001X_3 + 0,000X_4 + 0,135X_5 - 0,013X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.8)$$

Soybeans:

$$i_t^q = 0,001 - 1,214X_1 - 0,011X_2 + 0,006X_3 + 0,020X_4 + 0,158X_5 - 0,008X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.9)$$

Cocoa:

$$i_t^q = 0,017 - 0,444X_1 - 0,004X_2 + 0,003X_3 - 0,031X_4 + 0,027X_5 - 0,020X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.10)$$

Cotton:

$$i_t^q = 0,000 - 0,628X_1 + 0,000X_2 + 0,004X_3 + 0,000X_4 + 0,160X_5 - 0,017X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.11)$$

Coffee:

$$i_t^q = -0,071 - 0,584X_1 - 0,010X_2 + 0,010X_3 + 0,030X_4 + 0,222X_5 - 0,009X_6 + \epsilon_{ti}^q \quad (4.12)$$

Vi ser at avkastningene til råvarene tenderer til å følge S&P500 positivt, i ulik grad. Crude oil og heating oil er de som ser ut til å bli sterkest preget av endringer i S&P500 (X_5), mens wheat og cocoa ikke blir preget i så stor grad. VIX (X_6) har motsatt effekt, en økning i VIX påvirker avkastningene negativt for alle råvarene, men da i mye mindre grad enn for S&P500.

En økning i differansen mellom high og low (X_1) slår negativt ut på avkastningen til alle råvarene, og virker til å være den variabelen som gir mest utslag i modellen. Aller størst er det for soybeans og corn. Natural gas og cocoa er råvarene som er minst påvirket av high-low-differansen, men det er denne variabelen som gir størst utslag for natural gas og cocoa, i modellen.

Når det gjelder volume (X_2), og open interest (X_3), så ligger betaverdiene jevnt og ganske lavt. Tendensen er at en nedgang i volume, fra dagen før, har negativ effekt på avkastningene, mens en nedgang i open interest, fra dagen før, har en positiv effekt på avkastningene. Det som skiller seg ut her er crude oil, cotton og wheat, hvor crude oil og cotton opptrer motsatt med tanke på volume, og wheat som opptrer motsatt med tanke på open interest.

Helningen på forwardkurven (X_4) deler råvarene inn i to, ut ifra hvordan de blir påvirket av helningen. Crude oil, gold, heating oil, wheat, natural gas og cocoa får en positiv effekt av å være i contango, mens soybean oil, corn, rough rice, soybeans, cotton og coffee får en positiv effekt av å være i backwardation, og visa versa. Det er wheat, natural gas og heating oil som har størst effekt av helningen på forward-kurven, og skiller seg ut i forhold til de andre når det gjelder størrelsen på betaverdien.

Soybean Oil									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,002	0,002	-0,004	-0,002	0,002	0,011	0,017	0,014	0,043
beta1	-1,920	-1,368	-0,804	-0,451	-0,106	0,015	0,016	0,017	0,396
beta2	0,001	0,001	-0,003	-0,005	0,001	0,002	0,002	0,000	-0,001
beta3	0,002	0,002	0,004	0,004	0,001	-0,001	-0,001	-0,002	-0,001
beta4	-0,001	-0,001	0,017	-0,002	-0,039	-0,072	-0,029	-0,030	0,077
beta5	0,184	0,232	0,146	0,156	0,240	0,246	0,173	0,125	0,319
beta6	-0,0191	-0,0117	-0,0074	-0,0034	0,00014	0,00373	0,0082	0,01407	0,01119

Tabell 2 Betaverdier Soybean oil

Corn									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,008	0,046	0,001	0,007	0,004	0,000	-0,001	-0,001	-0,001
beta1	-0,941	-1,647	-0,994	-0,394	0,037	0,363	1,069	1,563	2,059
beta2	0,004	0,002	-0,001	-0,006	0,001	0,000	0,008	0,009	0,010
beta3	-0,023	-0,006	0,000	0,006	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000
beta4	0,039	0,006	0,000	-0,015	-0,027	-0,046	-0,066	-0,077	-0,093
beta5	0,005	0,010	0,229	0,228	0,122	0,188	0,281	0,362	0,037
beta6	-0,0386	-0,0273	-0,0089	-0,0066	-0,0005	0,00614	0,01053	0,01237	0,02239

Tabell 3 Betaverdier Corn

Crude Oil									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,001	0,002	0,002	0,015	0,014	-0,015	-0,034	-0,033	-0,028
beta1	-1,796	-1,020	-0,832	-0,304	0,021	0,433	0,651	1,090	0,926
beta2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,011	0,014	0,014	0,021
beta3	0,000	0,000	0,000	0,005	0,003	0,001	0,004	0,011	0,022
beta4	-0,001	-0,002	-0,002	-0,099	-0,095	-0,086	-0,065	-0,056	-0,094
beta5	0,067	0,298	0,438	0,440	0,335	0,324	0,480	0,492	0,505
beta6	-0,0284423	-0,0170887	-0,0124131	-0,011941	-0,0044365	0,01067154	0,02371559	0,02552698	0,03788354

Tabell 4 Betaværdier Crude oil

Gold									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,007	-0,021	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,002
beta1	-1,345	-0,988	-0,707	-0,141	0,126	0,404	0,777	0,884	1,266
beta2	0,000	-0,002	-0,003	-0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
beta3	0,000	0,001	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
beta4	-0,001	-0,004	-0,002	0,035	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
beta5	-0,004	0,026	0,045	0,039	-0,013	-0,035	-0,050	-0,044	0,051
beta6	-0,0179	-0,001	-0,0061	-0,0037	0,0002	0,00315	0,00614	0,00829	0,01172

Tabell 5 Betaværdier Gold

Heating Oil									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,001	0,002	0,019	0,003	0,004	0,005	-0,017	-0,001	-0,001
beta1	-0,187	-1,198	-0,811	-0,405	0,047	0,653	0,811	1,136	1,627
beta2	0,000	0,000	-0,001	-0,005	0,008	0,019	0,026	0,026	0,048
beta3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
beta4	-0,001	-0,002	-0,063	-0,072	-0,106	-0,119	-0,103	-0,133	-0,048
beta5	-0,077	0,317	0,397	0,480	0,289	0,261	0,307	0,366	0,575
beta6	-0,0462	-0,0163	-0,0185	-0,0064	-0,0013	0,00224	0,01716	0,01399	0,02485

Tabell 6 Betaværdier Heating oil

Wheat									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,003	0,026	0,014	-0,011	0,011	0,016	0,006	0,006	0,003
beta1	-1,192	-0,957	-0,716	-0,318	-0,170	0,233	0,610	0,665	1,300
beta2	-0,002	-0,003	-0,002	0,000	0,000	-0,001	0,002	0,003	0,001
beta3	-0,002	-0,001	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
beta4	-0,003	-0,153	-0,144	-0,092	-0,065	-0,044	-0,087	-0,126	-0,275
beta5	0,372	0,023	0,024	0,085	0,094	0,145	0,130	0,093	-0,140
beta6	-0,0255754	-0,0235393	-0,0153921	-0,0018645	-0,0024057	0,00136992	0,01164992	0,0167289	0,02844659

Tabell 7 Betaværdier Wheat

Natural Gas									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,001	0,000	0,000	-0,001	-0,001	0,001	0,001	0,003	0,003
beta1	-2,086	-0,202	-0,430	-0,098	0,166	0,556	0,986	0,978	1,089
beta2	0,000	-0,001	-0,009	0,004	0,013	0,027	0,032	0,034	0,031
beta3	0,000	0,000	0,000	-0,002	0,001	0,001	0,001	0,018	0,018
beta4	-0,001	-0,032	-0,105	-0,079	-0,092	-0,084	-0,083	-0,109	-0,143
beta5	0,042	0,044	0,130	0,142	0,232	0,213	0,356	0,692	0,749
beta6	-0,0407	-0,032	-0,0194	-0,0105	0,00141	0,01027	0,01715	0,02659	0,04657

Tabell 8 Betaværdier Natural gas

Rough Rice									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,001	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	0,013	0,031	0,056	0,090
beta1	0,017	-0,078	-0,507	-0,426	0,015	0,102	0,488	0,315	1,184
beta2	0,000	-0,001	-0,001	-0,002	-0,001	-0,002	-0,002	-0,001	-0,003
beta3	0,000	-0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,005
beta4	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
beta5	-0,072	0,143	0,135	0,180	0,089	0,044	0,005	0,008	0,010
beta6	-0,0328	-0,0198	-0,0126	-0,0052	0,00018	0,00217	0,00181	0,00048	0,00044

Tabell 9 Betaverdier Rough rice

Soybeans									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,002	0,002	0,001	0,007	0,016	0,016	0,028	0,037	0,065
beta1	-2,076	-1,634	-1,214	-0,521	-0,180	0,226	0,630	0,872	0,704
beta2	-0,001	-0,013	-0,011	-0,006	-0,002	0,000	0,004	0,003	0,011
beta3	-0,011	0,009	0,006	0,003	0,001	-0,001	-0,002	-0,002	-0,010
beta4	0,008	0,040	0,020	-0,008	-0,060	-0,046	-0,061	-0,074	-0,084
beta5	0,158	0,273	0,158	0,194	0,227	0,188	0,202	0,259	0,169
beta6	-0,0263	-0,0104	-0,0082	-0,0056	-0,0043	0,00011	0,00018	0,00019	0,00062

Tabell 10 Betaverdier Soybeans

Cocoa									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,001	0,004	0,017	0,036	0,015	0,014	0,031	0,043	-0,040
beta1	-0,027	-0,421	-0,444	-0,240	0,036	0,358	0,333	0,230	0,532
beta2	0,000	-0,005	-0,004	-0,002	0,000	0,000	0,004	0,004	0,000
beta3	0,000	0,004	0,003	0,002	0,000	0,000	-0,003	-0,005	0,001
beta4	-0,001	-0,004	-0,031	-0,038	-0,095	-0,116	-0,113	-0,090	0,028
beta5	-0,384	0,008	0,027	0,121	0,182	0,176	0,222	0,182	0,194
beta6	-0,0383224	-0,021795	-0,0202713	-0,018633	-0,0031512	0,00404718	0,00662553	0,00916825	0,04856409

Tabell 11 Betaverdier Cocoa

Cotton									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,015	0,037	0,055	0,077
beta1	-1,487	-0,683	-0,628	-0,345	-0,111	0,522	0,529	0,637	1,095
beta2	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,003	0,004	0,008
beta3	0,001	0,004	0,004	0,003	0,004	0,001	-0,001	-0,001	-0,002
beta4	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	-0,038	-0,066	-0,082	-0,071
beta5	0,141	0,179	0,160	0,155	0,101	0,177	0,264	0,358	-0,024
beta6	-0,023	-0,017	-0,012	-0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000

Tabell 12 Betaverdier Cotton

Coffee									
q	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,99
beta0	-0,001	-0,097	-0,071	-0,042	0,006	0,055	0,072	0,091	0,160
beta1	-0,242	-0,635	-0,584	-0,343	-0,103	0,168	0,339	0,364	0,783
beta2	0,000	-0,011	-0,010	-0,007	-0,003	-0,002	-0,002	0,001	0,001
beta3	0,000	0,010	0,010	0,009	0,006	0,006	0,005	0,003	0,001
beta4	0,149	0,082	0,030	-0,016	-0,072	-0,134	-0,133	-0,092	-0,316
beta5	-0,192	0,265	0,222	0,191	0,186	0,184	0,227	0,318	0,264
beta6	-0,0431	0,00942	0,00875	0,00713	0,00079	-0,0062	-0,0042	-0,0049	-0,0064

Tabell 13 Betaverdier Coffee

Tabell 14- og 15 nedenfor viser hvordan modellen for de ulike råvarene treffer i forhold til det forhåndsdefinerte VaR-nivået. Og Kupiec-testen, tabell 16- og 17, viser det at ingen av de tolv råvarene overskrider det kritiske nivået på 2,71, ved 10% signifikantnivå, ved de ni forhåndsdefinerte VaR-nivåene. Vi beholder med det H_0 , og kan si at modellen har en korrekt ubetinget dekning.

I tabell 18- og 19 er testresultatene for Christoffersen-test presentert. Her er det kritiske nivået, ved 10% signifikantnivå, 4,61. Soybean oil, corn, gold, soybeans, og coffee har ingen overskridelser på de ni ulike VaR-nivåene. Vi kan her konkludere med at modellen er korrekt spesifisert, med tanke på betinget dekning, for disse råvarene. Når det gjelder de seks andre så har crude oil har overskridelse ved 75%, 90% og 95%, heating oil og wheat ved 90% og 95%, natural gas ved 10%, rough rice ved 50% og cocoa ved 25%. Cotton har overskridelse av kritisk verdi ved 1%, 5%, 10%, 50% og 75%. Vi må her forkaste H_0 for disse råvarene ved de ulike VaR-nivåene.

Tabell 20- og 21 viser p-verdi og t-stat for standardregresjon, hvor kritisk verdi er 1,99 for t-stat og 0,10 for P-verdi. Vi ønsker her å forkaste H_0 , ingen effekt, så vi ønsker oss P-verdier lavere enn 0,10, og absoluttverdier for t-stat til å være over 1,99.

VaR Level (%)	Soybean Oil	Corn	Crude Oil	Gold	Heating Oil	Wheat
1	0,87%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%
5	4,85%	5,02%	4,85%	4,94%	4,94%	5,02%
10	9,87%	9,96%	9,87%	10,04%	9,70%	10,04%
25	24,94%	25,02%	24,94%	25,19%	24,94%	25,02%
50	49,96%	49,96%	50,04%	49,96%	49,87%	49,70%
75	74,98%	74,89%	74,98%	75,06%	75,06%	74,89%
90	89,96%	89,87%	89,96%	90,04%	89,70%	89,96%
95	94,98%	94,98%	94,98%	94,98%	94,98%	94,98%
99	98,79%	98,96%	98,96%	99,05%	98,96%	98,96%

Tabell 14 Model hit

VaR Level (%)	Natural Gas	Rough Rice	Soybeans	Cocoa	Cotton	Coffee
1	1,04%	0,95%	0,95%	0,95%	1,04%	1,13%
5	5,54%	5,02%	5,02%	4,85%	5,11%	4,94%
10	10,48%	9,96%	10,04%	10,04%	9,96%	9,96%
25	24,76%	24,85%	24,76%	25,02%	25,11%	24,94%
50	49,96%	49,78%	49,96%	49,96%	49,78%	50,04%
75	74,89%	74,98%	74,89%	75,67%	75,06%	75,15%
90	90,04%	90,04%	89,96%	89,96%	90,04%	89,96%
95	95,15%	94,89%	94,98%	94,98%	94,98%	94,89%
99	98,87%	98,96%	99,13%	98,96%	98,87%	98,96%

Tabell 15 Model hit forts.

VaR Level (%)	Soybean Oil	Corn	Crude Oil	Gold	Heating Oil	Wheat
1	0,22	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5	0,06	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00
10	0,02	0,00	0,02	0,00	0,12	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
75	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
90	0,00	0,02	0,00	0,00	0,12	0,00
95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99	0,49	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02

Tabell 16 Kupiec test – kritiske verder: 9,21 (1% nivå), 5,99 (5% nivå), 4,61 (10% nivå)

VaR Level (%)	Natural Gas	Rough Rice	Soybeans	Cocoa	Cotton	Coffee
1	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,18
5	0,69	0,00	0,00	0,06	0,03	0,01
10	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,03	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00
50	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00
75	0,01	0,00	0,01	0,28	0,00	0,01
90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
99	0,18	0,02	0,22	0,02	0,18	0,01

Tabell 17 Kupiec test forts. – kritiske verder: 9,21 (1% nivå), 5,99 (5% nivå), 4,61 (10% nivå)

VaR Level (%)	Soybean Oil	Corn	Crude Oil	Gold	Heating Oil	Wheat
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1,89	0,11	0,19	0,61	0,40	0,46
10	3,44	0,46	0,29	0,52	0,74	0,23
25	3,78	1,35	0,61	0,67	2,14	2,80
50	2,07	2,17	1,74	2,39	2,17	1,86
75	0,90	0,59	4,68	2,29	2,79	3,05
90	0,40	1,95	4,88	0,85	6,06	6,56
95	0,51	1,49	7,47	0,11	8,98	12,54
99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabell 18 Christoffersen test – kritiske verder: 6,63 (1% nivå), 3,84 (5% nivå), 2,71 (10% nivå)

VarLevel(%)	NaturalGas	RoughRice	Soybeans	Cocoa	Cotton	Coffee
1	0,00	8,75	0,00	0,00	8,01	0,00
5	3,82	0,51	0,11	1,70	10,57	0,40
10	12,87	3,18	0,52	1,78	4,67	0,24
25	3,76	3,87	3,37	4,87	4,47	0,78
50	1,42	7,83	1,67	2,78	5,66	3,06
75	1,00	1,64	0,82	2,28	5,38	1,43
90	0,87	2,24	1,32	0,40	1,47	0,26
95	0,38	2,75	0,51	1,49	0,11	0,46
99	0,00	0,00	0,00	2,58	2,45	0,00

Tabell 19 Christoffersen test forts. – kritiske verdier: 6,63 (1% nivå), 3,84 (5% nivå), 2,71 (10% nivå)

	SoybeanOil		Corn		CrudeOil		Gold		HeatingOil		Wheat	
	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi
Skjæringspunkt	0,7208	0,4712	0,0426	0,9660	0,3934	0,6941	0,2236	0,8231	0,6965	0,4863	0,6924	0,4888
X1	-1,7413	0,0819	1,2020	0,2296	0,9985	0,3182	-0,1288	0,8976	0,2774	0,7815	-1,2356	0,2168
X2	0,1717	0,8637	-0,1425	0,8867	1,9396	0,0527	-0,2175	0,8279	0,7846	0,4328	-0,1765	0,8599
X3	0,4934	0,6218	1,3716	0,1704	2,3761	0,0177	0,6269	0,5309	1,1026	0,2704	-0,1169	0,9070
X4	-2,1325	0,0332	-2,2583	0,0241	-5,8913	0,0000	-0,4500	0,6528	-5,7064	0,0000	-4,7172	0,0000
X5	5,6952	0,0000	4,5808	0,0000	5,7759	0,0000	0,0483	0,9615	5,4547	0,0000	2,2017	0,0279
X6	-0,2301	0,8180	-0,1326	0,8945	-0,6283	0,5299	0,0334	0,9733	-0,7021	0,4827	-0,2227	0,8238

Tabell 20 Standard regresjon, t-stat og p-verdi – kritiske verdier: $\pm 1,99$ (t-stat), 0,10 (p-verdi)

	NaturalGas		RoughRice		Soybeans		Cocoa		Cotton		Coffe	
	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi	t-Stat	P-verdi
Skjæringspunkt	-0,3082	0,7580	0,0426	0,9660	0,7920	0,4285	2,0425	0,0413	-0,0615	0,9510	0,9553	0,3396
X1	1,6923	0,0909	1,2020	0,2296	-2,4574	0,0141	0,3070	0,7589	0,0424	0,9662	-1,3259	0,1851
X2	4,2945	0,0000	-0,1425	0,8867	-2,0730	0,0384	-0,9280	0,3536	-1,0643	0,2874	-2,6431	0,0083
X3	-0,1388	0,8896	1,3716	0,1704	0,6380	0,5236	0,8781	0,3801	3,2436	0,0012	3,6533	0,0003
X4	-7,8880	0,0000	-2,2583	0,0241	-2,4607	0,0140	-4,2125	0,0000	-3,3005	0,0010	-3,7840	0,0002
X5	3,0202	0,0026	4,5808	0,0000	5,2205	0,0000	1,9034	0,0572	3,4767	0,0005	3,2075	0,0014
X6	0,3460	0,7294	-0,1326	0,8945	-0,3266	0,7440	-1,6555	0,0981	0,1151	0,9083	-0,3530	0,7242

Tabell 21 Standard regresjon, t-stat og p-verdi forts. – kritiske verdier: $\pm 1,99$ (t-stat), 0,10 (p-verdi)

5. Bruk av modell med scenarioanalyse og stresstest

I vedlegg, side 34 - 39, er det presentert scenarioanalyse for soybean oil, corn og crude oil⁷. I dette kapitlet skal vi se på de mest interessante funnene av scenarioanalysene med stresstesting.

For den uavhengige variabelen X_1 , $\frac{High-low}{low}$, så er det crude oil, heating oil og natural gas som takler et ekstremtilfelle aller dårligst. Dette er også de tre energiråvarene som er presentert blant råvarene, som kan tyde på at energiråvarer er mer sensitive for endringer i prisen, i løpet av dagen, enn metaller og landbruksråvarer. Det er også interessant å se på soybean oil og rough rice, hvor

⁷ Det er kjørt scenarioanalyse for alle råvarene som er presentert i denne oppgaven. Er det ønskelig kan all data som er brukt i oppgaven viderefremmes ved å kontakte undertegnede på e-post: dag.jostad@nmbu.no.

soybean oil er meget sensitiv for endringer for 1- og 5% kvantil, men nesten uberørt for endringer for 95- og 99% kvantil. For rough rice er det derimot motsatt, men minimale endringer for de lave kvantilene, men store endringer i de store kvantilene, med ekstremtilfeller av X_1 .

En økning i S&P500 tenderer til å påvirke både øvre og nedre kvantil positivt, for alle råvarer. Det er kun 1% kvantil for coffee, cocoa, rough rice, heating oil, 99% kvantil for wheat og 95% kvantil for gold, som ikke blir påvirket positivt av en økning i S&P500.

Variablene for volume og open interest har mindre påvirkning i modellen i ekstremtilfeller, men enkelte råvarer skiller seg ut. Blant annet for corn, hvor det for X_2 , volume, får et positivt utslag, for både nedre og øvre kvantil, med en økning i variabelen. For X_3 , open interest, er den en veldig høy negativ effekt i nedre kvantil, mens det i øvre kvantil er nærmest ubetydelig. Crude oil er nærmest uendret av endringer i begge variablene i nedre kvantil, men blir meget sterkt påvirket av volume og open interest i øvre kvantil. Vi ser litt samme tendenser hos heating oil og natural gas, men for heating oil kun hos variabelen X_2 . Øvre kvantil hos natural gas blir lite påvirket av store endringer i open interest. Soybeans skiller seg også ut med variabelen for open interest, hvor 1%, 95% og 99% kvantilene blir negativt påvirket med stor økning i open interest, blir 5% kvantilen positivt påvirket.

6. Konklusjon

Målet med studien var å se hvordan mikrofaktorer påvirket risikoen i råvarefutures, og vi har ved hjelp av en kvantilregresjonsmodell bestående av seks uavhengige variabler sett hvordan ulike råvarer reagerer på en endring i mikrofaktorene.

Modellen består av de seks uavhengige variablene; $\frac{High-low}{low}$, $\ln\left(\frac{volume}{volume_{t-1}}\right)$, $\ln\left(\frac{open\ interest}{open\ interest_{t-1}}\right)$, $\frac{long\ futures-short\ futures}{short\ futures}$, $\ln(VIX)$ og $\ln(S\&P500)$. Og

backtestingen, ved hjelp av Kupiec- og Christoffersen test, viser at modellen har en korrekt ubetinget dekning for alle råvarene, på alle VaR-nivåer, ved 10%

signifikantnivå. Betinget dekningen har vi derimot ikke mulighet til å konkludere med at modellen modellen har for alle råvarer. Seks av råvarene har overskridelser av kritisk verdi på ulike VaR-nivåer, ved 10% signifikantnivå, mens de andre seks har en korrekt betinget dekning, i følge Christoffersen test, på alle VaR-nivåer.

Ved å stressteste de ulike variablene, for ulike kvantiler, så ser man at variabelen $\frac{High-low}{low}$ er den variabelen som gir størst utslag på avkastingen, generelt, for alle råvarene. Og at det er energiråvarene; crude oil, heating oil og natural gas som skiller seg mest ut med å virke til å være de aller mest sensitive ovenfor variabelen. Generelt kan man også se at det er variablene $\ln\left(\frac{volume}{volume_{t-1}}\right)$ og $\ln\left(\frac{open\ interest}{open\ interest_{t-1}}\right)$ som her ut til å påvirke avkastningene til råvarene minst. Mens en økning S&P500 tenderer til å ha en positiv påvirkning på de fleste råvarer.

Referanseliste

- Alexander, C. & Sheedy, E. (2008). Developing a stress testing framework based on market risk models. *Journal of Banking & Finance*, 32 (10): 2220-2236.
- Alexander, C. (2009). *Market Risk Analysis, Value at Risk Models*, b. 4: John Wiley & Sons.
- Aragonés, J. R., Blanco, C. & Dowd, K. (2001). Incorporating Stress Tests into Market Risk Modeling (Digest Summary). *Derivatives Quarterly*, 7 (3): 44-49.
- Berkowitz, J. (1999). *A coherent framework for stress-testing*, 1999-29: Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- Bernstein, P. L. & Boggs, J. (1997). *Against the gods*: Simon & Schuster Audio.
- Bouchentouf, A. (2011). *Commodities for dummies*: John Wiley & Sons.
- Carter, C. A. (2007). *Futures and options markets: an introduction*: Waveland Press.
- Christoffersen, P. F. (1998). Evaluating interval forecasts. *International economic review*: 841-862.
- Committee on the Global Financial System. (2005). Stress testing at major financial institutions: survey results and practice.
- Haldane, A. G. (2009). Why banks failed the stress test.
- Holton, G. A. (2014). *Value-at-risk: theory and practice, second edition*: Academic Press. Tilgjengelig fra: <http://value-at-risk.net/>.
- Koenker, R. & Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: journal of the Econometric Society*: 33-50.
- Kupiec, P. (1998). Stress Testing in a Value at Risk Framework. *Risk management: value at risk and beyond*: 76.
- Kupiec, P. H. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. *The J. of Derivatives*, 3 (2).
- Lopez, J. A. (2005). Stress tests: useful complements to financial risk models. *FRBSF Economic Letter*.

- Paraschiv, F., Mudry, P.-A. & Andries, A. M. (2015). Stress-testing for portfolios of commodity futures. *Economic Modelling*, 50: 9-18.
- Poundstone, W. (2010). *Fortune's Formula: The untold story of the scientific betting system that beat the casinos and wall street*: Macmillan.
- Rystad, K.-M., Westgaard, S. & Vestrum, G. (1998). Styring av markedsrisiko i finansielle organisasjoner.
- Schachter, B. (1998). *The value of stress testing in market risk management*, 28: March.
- Steen, M., Westgaard, S. & Gjolberg, O. (2015). Commodity value-at-risk modeling: comparing RiskMetrics, historic simulation and quantile regression. *JOURNAL OF RISK MODEL VALIDATION*, 9 (2): 49-78.

Vedlegg

Beskrivelse av Stevens Continuous Futures:

Roll Date: Roll on Last Trading Day. Contracts roll on the last trading day of the expiring or front contract. Thus the continuous contract history is a non-overlapping end-to-end concatenation of underlying individual contracts, spliced on successive expiry dates.

Price Adjustment: Calendar Weighted Method. The price gap between consecutive contracts is smoothed by following a weighted-average process. The continuous contract gradually shifts from representing 100% front and 0% back weighting, to 0% front and 100% back weighting, over a period of 5 days. This price adjustment corresponds to a mechanical roll strategy wherein the trader rolls 20% of the position every day, for 4 days before the roll date.

Beskrivelse av Wiki Continuous Futures

Non-adjusted price based on spot-month continuous contract calculations. Raw data from ICE/CME. For more on the roll algorithm used please see this page: <https://www.quandl.com/collections/futures/continuous>.

Deskriptiv statistikk av uavhengige variabler:

SoybeanOil	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low)Low	0,02	0,01	0,07	0,00	4,43	1,63	1155
ln(volume/volume-1)	0,00	1,17	5,21	-5,47	2,59	0,48	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,37	5,47	-4,67	1,96	1,20	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,03	0,06	0,16	-0,22	1,87	-1,15	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low)Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low)Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,16073968	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,091273706	0,813170042	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,074885437	-0,001295394	-0,009309586	1		
ln(SP500)	-0,006751499	-0,001878624	0,00210287	-0,036453703	1	
ln(VIX)	-0,005223521	0,00184339	0,005150767	0,22942761	-0,226639712	1

Corn	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low)Low	0,02	0,01	0,11	0,00	7,56	2,01	1155
ln(volume/volume-1)	0,00	0,93	4,95	-3,17	3,11	0,51	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,20	5,85	-3,06	3,93	1,62	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,06	0,11	0,26	-0,34	0,25	-0,80	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low)Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low)Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,098745639	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	0,024611296	0,790629553	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,045547251	-0,003989477	-0,022537724	1		
ln(SP500)	0,000362417	0,033092159	-0,006499166	-0,047192424	1	
ln(VIX)	0,091368665	0,000573407	0,004832693	0,194783734	-0,226639712	1

CrudeOil	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low)Low	0,03	0,02	0,21	0,00	16,76	2,90	1155
ln(volume/volume-1)	0,00	0,53	8,23	-8,54	115,25	-0,20	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	0,47	3,07	-2,39	5,64	0,90	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,01	0,11	0,60	-0,31	1,76	0,54	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low)Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low)Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,163260422	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,018649163	0,134790686	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,298334782	-0,00570324	-0,031981774	1		
ln(SP500)	-0,019489078	0,030702552	-0,009585504	-0,013901225	1	
ln(VIX)	0,405469857	0,006786243	-0,00092507	0,102641252	-0,226639712	1

Gold	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low)Low	0,01	0,01	0,10	0,00	15,31	2,88	1155
ln(volume/volume-1)	-0,01	2,71	10,10	-8,01	1,65	0,81	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	2,25	9,09	-5,99	2,36	1,31	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,03	0,02	0,07	0,00	-1,25	0,16	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low)Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low)Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,191541404	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,151044027	0,896842563	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,223396799	-0,024737385	-0,030048582	1		
ln(SP500)	0,022080691	-0,040429365	-0,019766757	-0,002586609	1	
ln(VIX)	0,250934623	0,001153047	-0,001825444	-0,167544855	-0,226639712	1

HeatingOil	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low)Low	0,03	0,02	0,14	0,00	6,53	1,97	1155
ln(volume/volume-1)	0,00	0,38	1,47	-1,44	0,04	0,09	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	0,43	1,48	-0,91	0,17	0,90	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,00	0,10	0,30	-0,35	0,16	0,01	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low)Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low)Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,175012665	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,063846188	0,545038545	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,090040508	-0,010469619	-0,007962074	1		
ln(SP500)	0,016583712	0,018495251	0,07476053	0,004633379	1	
ln(VIX)	0,345304107	0,008733119	-0,002810664	0,095105664	-0,226639712	1

Wheat	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,02	0,01	0,07	0,00	2,15	1,13	1155
ln(volume/volume-1)	-0,01	1,66	8,27	-6,75	5,01	0,79	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,79	9,02	-4,81	5,24	1,74	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,02	0,06	0,16	-0,28	3,22	-0,61	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,208863092	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,171139507	0,81334669	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,00361734	0,00855825	-0,009999386	1		
ln(SP500)	-0,003560677	0,02176882	-0,017637897	-0,032399618	1	
ln(VIX)	0,08392736	-0,0045172	0,005120316	0,05330961	-0,22663971	1

Natural Gas	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,04	0,02	0,17	0,00	4,27	1,63	1155
ln(volume/volume-1)	0,01	0,55	5,69	-5,10	16,90	0,12	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,01	0,40	1,74	-1,68	1,92	0,93	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,09	0,19	1,04	-0,44	1,42	0,63	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,250746616	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,002045293	0,037323374	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,145085426	-0,00705681	-0,006280387	1		
ln(SP500)	-0,005345069	0,04129371	0,005972002	-0,005048621	1	
ln(VIX)	0,188111144	-2,8474E-05	0,001310769	0,167459594	-0,22663971	1

Rough Rice	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,01	0,01	0,09	0,00	5,87	1,73	1155
ln(volume/volume-1)	-0,01	1,57	7,10	-6,30	1,99	-0,04	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,54	8,14	-5,31	5,26	1,48	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,03	0,06	0,39	-0,22	5,06	-0,15	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,188942544	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,145396661	0,565715412	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,004861829	-0,01786157	-0,041116568	1		
ln(SP500)	-0,03778458	-0,05746752	-0,01244702	-0,025556167	1	
ln(VIX)	-0,014906063	0,004431115	0,000275881	0,068417892	-0,22663971	1

Soybeans	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,02	0,01	0,09	0,00	7,61	2,03	1155
ln(volume/volume-1)	0,00	1,18	6,11	-4,30	2,78	0,85	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,33	6,67	-4,01	2,91	1,43	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,01	0,08	0,12	-0,31	0,59	-0,94	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,13426901	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,04817617	0,85541084	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	-0,10924465	0,01088528	0,007829234	1		
ln(SP500)	0,002198877	0,00211632	-0,001571561	-0,022423342	1	
ln(VIX)	0,046488365	0,00888153	0,004933851	0,027388518	-0,226639712	1

Cocoa	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,02	0,01	0,13	0,00	6,75	1,84	1155
ln(volume/volume-1)	-0,04	2,38	9,21	-7,36	2,62	0,89	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	2,11	10,14	-5,12	4,12	1,78	1155
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,06	0,07	0,26	-0,14	-0,07	0,22	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,235608855	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,193979667	0,84640956	1			
(Pris på årlong futures - pris på kort futures) / kort futures	0,028781744	-0,01710294	-0,036067966	1		
ln(SP500)	0,01314818	0,01149895	0,026375464	0,028424582	1	
ln(VIX)	0,148803599	0,01205996	0,007040893	-0,146171918	-0,22663971	1

Cocoa							
	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,02	0,01	0,09	0,00	3,41	1,60	1155
ln(volume/volume-1)	-0,03	1,84	8,98	-7,89	4,25	0,26	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,69	11,51	-5,35	8,50	1,94	1155
(Pris på long futures - pris kort futures) / kort futures	0,04	0,12	0,29	-0,46	1,69	-0,96	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

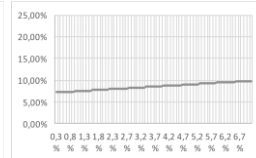
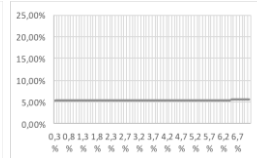
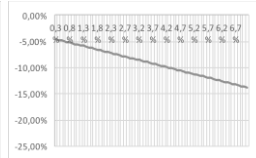
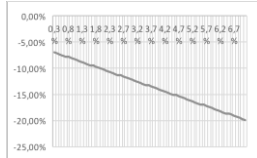
	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på long futures - pris kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,190113212	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,078922554	0,77460161	1			
(Pris på long futures - pris kort futures) / kort futures	-0,027316865	-0,0238882	-0,030122279	1		
ln(SP500)	-0,021991875	-0,002724	-0,031320484	-0,068817231	1	
ln(VIX)	0,201092873	0,02310561	0,032516911	0,240106131	-0,22663971	1

Coffee							
	Gj.snitt	Standardavvik	Max	Min	ExcessKurtosis	Skjevhet	Observasjoner
(High/Low) / Low	0,03	0,02	0,14	0,00	5,54	1,63	1155
ln(volume/volume-1)	-0,01	2,01	8,57	-6,80	3,17	1,05	1155
ln(openinterest/openinterest-1)	0,00	1,88	8,65	-4,38	5,02	1,94	1155
(Pris på long futures - pris kort futures) / kort futures	0,08	0,11	0,29	-0,39	3,00	-1,35	1155
ln(SP500)	0,00	0,02	0,12	-0,22	7,44	-0,65	1155
ln(VIX)	2,91	0,35	4,37	2,30	0,62	0,77	1155

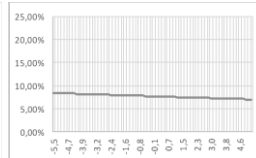
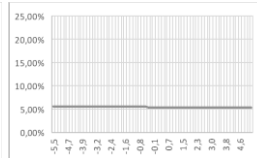
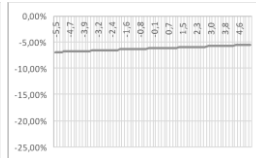
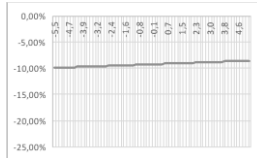
	(High/Low) / Low	ln(volume/volume-1)	ln(openinterest/openinterest-1)	(Pris på long futures - pris kort futures) / kort futures	ln(SP500)	ln(VIX)
(High/Low) / Low	1					
ln(volume/volume-1)	-0,241684211	1				
ln(openinterest/openinterest-1)	-0,197526583	0,894545574	1			
(Pris på long futures - pris kort futures) / kort futures	-0,165463494	-0,023872069	-0,030265558	1		
ln(SP500)	0,026267769	-0,008126521	0,003629831	-0,086103526	1	
ln(VIX)	0,022273285	-0,001766614	-0,003011514	0,017939843	-0,226639712	1

Soybean oil – scenario

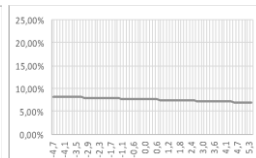
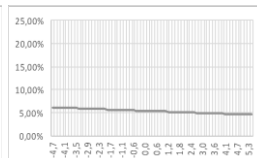
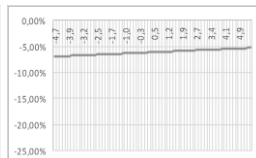
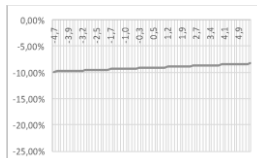
X1	1%Quantile	X1	5%Quantile	X1	95%Quantile	X1	99%Quantile
	-9,18%		-6,17%		5,44%		7,66%
0,3%	-6,92%	0,3%	-4,56%	0,3%	5,42%	0,3%	7,20%
0,4%	-7,11%	0,4%	-4,69%	0,4%	5,42%	0,4%	7,24%
0,5%	-7,30%	0,5%	-4,82%	0,5%	5,42%	0,5%	7,28%
0,6%	-7,48%	0,6%	-4,96%	0,6%	5,42%	0,6%	7,31%
0,7%	-7,67%	0,7%	-5,09%	0,7%	5,42%	0,7%	7,35%
:	:	:	:	:	:	:	:
6,6%	-18,94%	6,6%	-13,12%	6,6%	5,52%	6,6%	9,68%
6,7%	-19,13%	6,7%	-13,26%	6,7%	5,52%	6,7%	9,72%
6,8%	-19,32%	6,8%	-13,39%	6,8%	5,53%	6,8%	9,76%
6,9%	-19,50%	6,9%	-13,53%	6,9%	5,53%	6,9%	9,80%
7,0%	-19,69%	7,0%	-13,66%	7,0%	5,53%	7,0%	9,84%
7,1%	-19,88%	7,1%	-13,79%	7,1%	5,53%	7,1%	9,87%



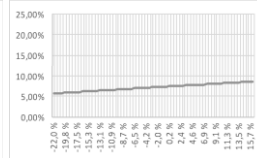
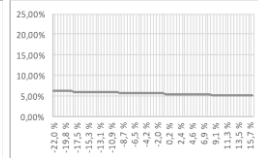
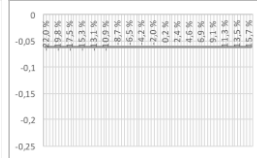
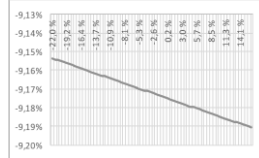
X2	1%Quantile	X2	5%Quantile	X2	95%Quantile	X2	99%Quantile
	-9,18%		-6,17%		5,44%		7,66%
-5,5	-9,94%	-5,5	-6,94%	-5,5	5,65%	-5,5	8,43%
-5,3	-9,92%	-5,3	-6,92%	-5,3	5,64%	-5,3	8,41%
-5,2	-9,90%	-5,2	-6,90%	-5,2	5,64%	-5,2	8,39%
-5,0	-9,88%	-5,0	-6,88%	-5,0	5,63%	-5,0	8,37%
-4,9	-9,86%	-4,9	-6,86%	-4,9	5,63%	-4,9	8,35%
:	:	:	:	:	:	:	:
4,4	-8,67%	4,4	-5,65%	4,4	5,30%	4,4	7,15%
4,6	-8,65%	4,6	-5,63%	4,6	5,29%	4,6	7,13%
4,7	-8,63%	4,7	-5,61%	4,7	5,28%	4,7	7,11%
4,9	-8,61%	4,9	-5,59%	4,9	5,28%	4,9	7,09%
5,1	-8,59%	5,1	-5,57%	5,1	5,27%	5,1	7,07%
5,2	-8,57%	5,2	-5,55%	5,2	5,27%	5,2	7,05%



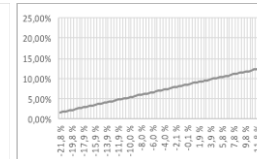
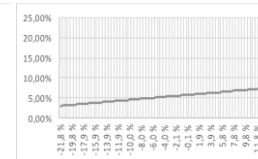
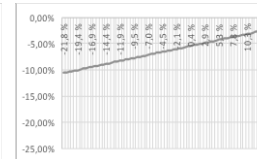
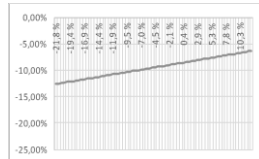
X3	1%Quantile	X3	5%Quantile	X3	95%Quantile	X3	99%Quantile
	-9,18%		-6,17%		5,44%		7,66%
-4,7	-9,87%	-4,7	-6,92%	-4,7	6,17%	-4,7	8,25%
-4,5	-9,85%	-4,5	-6,90%	-4,5	6,15%	-4,5	8,23%
-4,4	-9,83%	-4,4	-6,87%	-4,4	6,13%	-4,4	8,21%
-4,2	-9,80%	-4,2	-6,85%	-4,2	6,10%	-4,2	8,19%
-4,1	-9,78%	-4,1	-6,83%	-4,1	6,08%	-4,1	8,17%
:	:	:	:	:	:	:	:
4,7	-8,45%	4,7	-5,37%	4,7	4,66%	4,7	7,05%
4,9	-8,42%	4,9	-5,34%	4,9	4,64%	4,9	7,03%
5,0	-8,40%	5,0	-5,32%	5,0	4,61%	5,0	7,01%
5,2	-8,38%	5,2	-5,29%	5,2	4,59%	5,2	6,99%
5,3	-8,36%	5,3	-5,27%	5,3	4,57%	5,3	6,97%
5,5	-8,34%	5,5	-5,24%	5,5	4,54%	5,5	6,96%



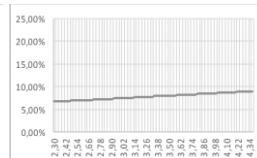
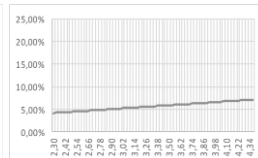
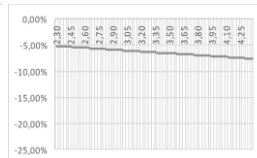
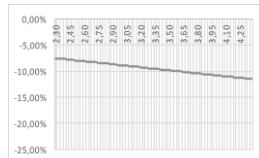
X4	1%Quantile	X4	5%Quantile	X4	95%Quantile	X4	99%Quantile
	-9,18%		-6,17%		5,44%		7,66%
-22,0%	-9,15%	-22,0%	-6,14%	-22,0%	6,18%	-22,0%	5,73%
-21,4%	-9,15%	-21,4%	-6,14%	-21,4%	6,16%	-21,4%	5,78%
-20,9%	-9,15%	-20,9%	-6,14%	-20,9%	6,15%	-20,9%	5,82%
-20,3%	-9,16%	-20,3%	-6,14%	-20,3%	6,13%	-20,3%	5,86%
-19,8%	-9,16%	-19,8%	-6,14%	-19,8%	6,11%	-19,8%	5,91%
:	:	:	:	:	:	:	:
13,5%	-9,19%	13,5%	-6,18%	13,5%	5,12%	13,5%	8,48%
14,1%	-9,19%	14,1%	-6,18%	14,1%	5,11%	14,1%	8,53%
14,6%	-9,19%	14,6%	-6,18%	14,6%	5,09%	14,6%	8,57%
15,2%	-9,19%	15,2%	-6,18%	15,2%	5,07%	15,2%	8,61%
15,7%	-9,19%	15,7%	-6,18%	15,7%	5,06%	15,7%	8,65%
16,3%	-9,19%	16,3%	-6,18%	16,3%	5,04%	16,3%	8,70%



X5	1%Quantile	X5	5%Quantile	X5	95%Quantile	X5	99%Quantile
	-9,18%		-6,17%		5,44%		7,66%
-21,8%	-12,65%	-21,8%	-10,55%	-21,8%	3,07%	-21,8%	1,62%
-21,3%	-12,56%	-21,3%	-10,44%	-21,3%	3,14%	-21,3%	1,78%
-20,8%	-12,47%	-20,8%	-10,32%	-20,8%	3,20%	-20,8%	1,94%
-20,3%	-12,38%	-20,3%	-10,21%	-20,3%	3,26%	-20,3%	2,10%
-19,8%	-12,29%	-19,8%	-10,09%	-19,8%	3,32%	-19,8%	2,25%
:	:	:	:	:	:	:	:
9,8%	-6,85%	9,8%	-3,23%	9,8%	7,02%	9,8%	11,71%
10,3%	-6,76%	10,3%	-3,12%	10,3%	7,08%	10,3%	11,86%
10,8%	-6,67%	10,8%	-3,00%	10,8%	7,14%	10,8%	12,02%
11,3%	-6,58%	11,3%	-2,89%	11,3%	7,20%	11,3%	12,18%
11,8%	-6,49%	11,8%	-2,77%	11,8%	7,26%	11,8%	12,34%
12,3%	-6,40%	12,3%	-2,66%	12,3%	7,33%	12,3%	12,49%

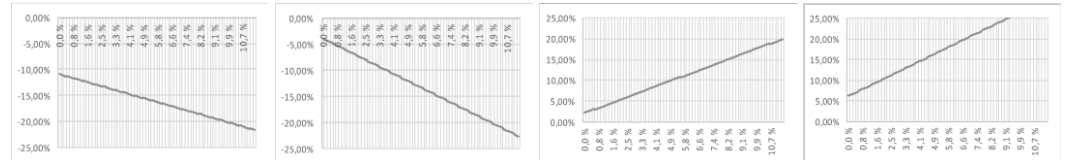


X6	1%Quantile	X6	5%Quantile	X6	95%Quantile	X6	99%Quantile
	-9,18%		-6,17%		5,44%		7,66%
2,30	-7,54%	2,30	-5,16%	2,30	4,23%	2,30	6,71%
2,33	-7,60%	2,33	-5,20%	2,33	4,28%	2,33	6,74%
2,36	-7,66%	2,36	-5,23%	2,36	4,32%	2,36	6,77%
2,39	-7,72%	2,39	-5,27%	2,39	4,36%	2,39	6,81%
2,42	-7,77%	2,42	-5,30%	2,42	4,40%	2,42	6,84%
:	:	:	:	:	:	:	:
4,22	-11,22%	4,22	-7,42%	4,22	6,94%	4,22	8,86%
4,25	-11,28%	4,25	-7,45%	4,25	6,98%	4,25	8,89%
4,28	-11,34%	4,28	-7,49%	4,28	7,03%	4,28	8,93%
4,31	-11,39%	4,31	-7,52%	4,31	7,07%	4,31	8,96%
4,34	-11,45%	4,34	-7,56%	4,34	7,11%	4,34	9,00%
4,37	-11,51%	4,37	-7,59%	4,37	7,15%	4,37	9,03%

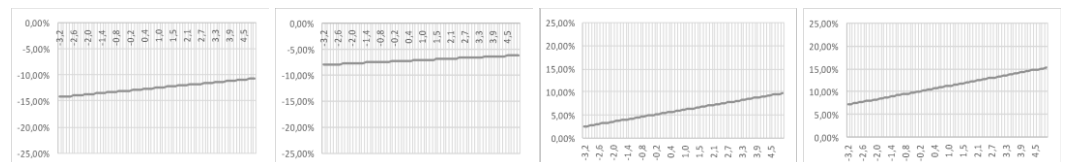


Corn – scenario

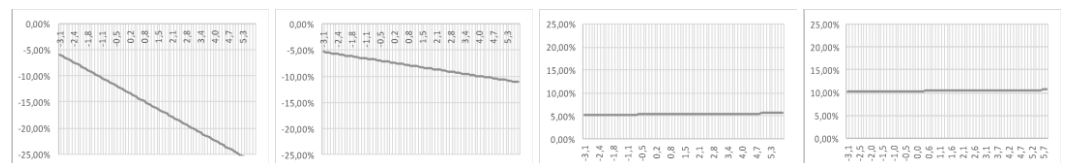
X1	%Quantile	X1	%Quantile	X1	95%Quantile	X1	9%Quantile
	-12,84%		-7,29%		5,37%		10,36%
0,0%	-10,91%	0,0%	-3,91%	0,0%	2,16%	0,0%	6,13%
0,2%	-11,06%	0,2%	-4,18%	0,2%	2,42%	0,2%	6,47%
0,3%	-11,22%	0,3%	-4,45%	0,3%	2,68%	0,3%	6,80%
0,5%	-11,37%	0,5%	-4,72%	0,5%	2,93%	0,5%	7,14%
0,7%	-11,53%	0,7%	-4,99%	0,7%	3,19%	0,7%	7,48%
:	:	:	:	:	:	:	:
10,5%	-20,83%	10,5%	-21,27%	10,5%	18,63%	10,5%	27,83%
10,7%	-20,98%	10,7%	-21,54%	10,7%	18,89%	10,7%	28,16%
10,9%	-21,14%	10,9%	-21,81%	10,9%	19,15%	10,9%	28,50%
11,0%	-21,29%	11,0%	-22,08%	11,0%	19,41%	11,0%	28,84%
11,2%	-21,45%	11,2%	-22,35%	11,2%	19,66%	11,2%	29,18%
11,4%	-21,60%	11,4%	-22,62%	11,4%	19,92%	11,4%	29,52%



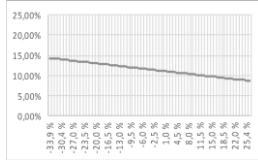
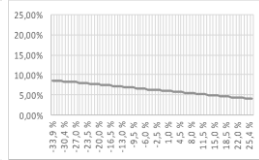
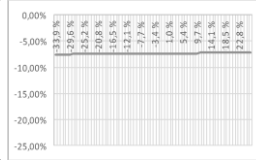
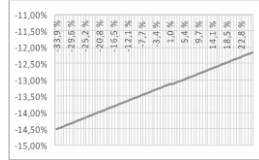
X2	%Quantile	X2	%Quantile	X2	95%Quantile	X2	99%Quantile
	-12,84%		-7,29%		5,37%		10,36%
-3,2	-14,24%	-3,2	-8,01%	-3,2	2,53%	-3,2	7,15%
-3,0	-14,19%	-3,0	-7,99%	-3,0	2,64%	-3,0	7,26%
-2,9	-14,14%	-2,9	-7,96%	-2,9	2,74%	-2,9	7,38%
-2,8	-14,09%	-2,8	-7,94%	-2,8	2,85%	-2,8	7,50%
-2,7	-14,04%	-2,7	-7,91%	-2,7	2,95%	-2,7	7,62%
:	:	:	:	:	:	:	:
4,4	-10,96%	4,4	-6,33%	4,4	9,18%	4,4	14,66%
4,5	-10,91%	4,5	-6,30%	4,5	9,28%	4,5	14,78%
4,6	-10,86%	4,6	-6,27%	4,6	9,39%	4,6	14,90%
4,7	-10,80%	4,7	-6,25%	4,7	9,49%	4,7	15,02%
4,8	-10,75%	4,8	-6,22%	4,8	9,59%	4,8	15,13%
4,9	-10,70%	4,9	-6,19%	4,9	9,70%	4,9	15,25%



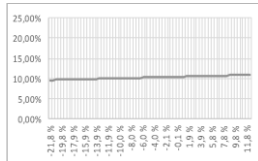
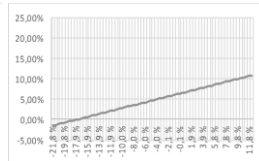
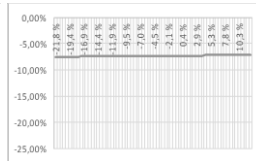
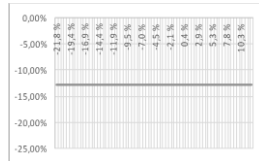
X3	%Quantile	X3	%Quantile	X3	5%Quantile	X3	9%Quantile
	-12,84%		-7,29%		5,37%		10,36%
-3,1	-5,91%	-3,1	-5,35%	-3,1	5,24%	-3,1	10,21%
-2,9	-6,21%	-2,9	-5,43%	-2,9	5,25%	-2,9	10,22%
-2,8	-6,51%	-2,8	-5,52%	-2,8	5,25%	-2,8	10,23%
-2,7	-6,81%	-2,7	-5,60%	-2,7	5,26%	-2,7	10,23%
-2,5	-7,10%	-2,5	-5,68%	-2,5	5,27%	-2,5	10,24%
:	:	:	:	:	:	:	:
5,2	-25,02%	5,2	-10,71%	5,2	5,60%	5,2	10,61%
5,3	-25,32%	5,3	-10,79%	5,3	5,61%	5,3	10,61%
5,5	-25,62%	5,5	-10,88%	5,5	5,62%	5,5	10,62%
5,6	-25,92%	5,6	-10,96%	5,6	5,62%	5,6	10,63%
5,7	-26,22%	5,7	-11,04%	5,7	5,63%	5,7	10,63%
5,9	-26,52%	5,9	-11,13%	5,9	5,63%	5,9	10,64%



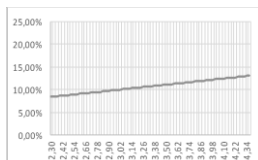
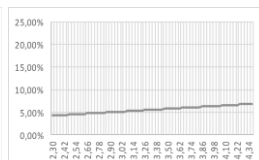
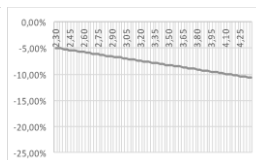
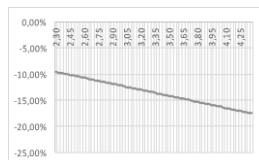
X4	1%Quantile	X4	5%Quantile	X4	95%Quantile	X4	99%Quantile
	-12,84%		-7,29%		5,37%		10,36%
-33,9%	-14,49%	-33,9%	-7,53%	-33,9%	8,68%	-33,9%	14,33%
-33,1%	-14,45%	-33,1%	-7,53%	-33,1%	8,62%	-33,1%	14,25%
-32,2%	-14,42%	-32,2%	-7,52%	-32,2%	8,55%	-32,2%	14,17%
-31,3%	-14,39%	-31,3%	-7,52%	-31,3%	8,48%	-31,3%	14,09%
-30,4%	-14,35%	-30,4%	-7,51%	-30,4%	8,41%	-30,4%	14,01%
:	:	:	:	:	:	:	:
22,0%	-12,33%	22,0%	-7,22%	22,0%	4,36%	22,0%	9,14%
22,8%	-12,30%	22,8%	-7,22%	22,8%	4,29%	22,8%	9,05%
23,7%	-12,27%	23,7%	-7,21%	23,7%	4,22%	23,7%	8,97%
24,6%	-12,23%	24,6%	-7,21%	24,6%	4,15%	24,6%	8,89%
25,4%	-12,20%	25,4%	-7,20%	25,4%	4,09%	25,4%	8,81%
26,3%	-12,17%	26,3%	-7,20%	26,3%	4,02%	26,3%	8,73%



X5	1%Quantile	X5	5%Quantile	X5	95%Quantile	X5	99%Quantile
	-12,84%		-7,29%		5,37%		10,36%
-21,8%	-12,94%	-21,8%	-7,48%	-21,8%	-1,49%	-21,8%	9,66%
-21,3%	-12,94%	-21,3%	-7,47%	-21,3%	-1,31%	-21,3%	9,68%
-20,8%	-12,93%	-20,8%	-7,47%	-20,8%	-1,13%	-20,8%	9,70%
-20,3%	-12,93%	-20,3%	-7,46%	-20,3%	-0,95%	-20,3%	9,71%
-19,8%	-12,93%	-19,8%	-7,46%	-19,8%	-0,77%	-19,8%	9,73%
:	:	:	:	:	:	:	:
9,8%	-12,77%	9,8%	-7,17%	9,8%	9,96%	9,8%	10,82%
10,3%	-12,77%	10,3%	-7,16%	10,3%	10,14%	10,3%	10,84%
10,8%	-12,77%	10,8%	-7,16%	10,8%	10,32%	10,8%	10,86%
11,3%	-12,77%	11,3%	-7,15%	11,3%	10,50%	11,3%	10,88%
11,8%	-12,76%	11,8%	-7,15%	11,8%	10,68%	11,8%	10,90%
12,3%	-12,76%	12,3%	-7,15%	12,3%	10,86%	12,3%	10,92%

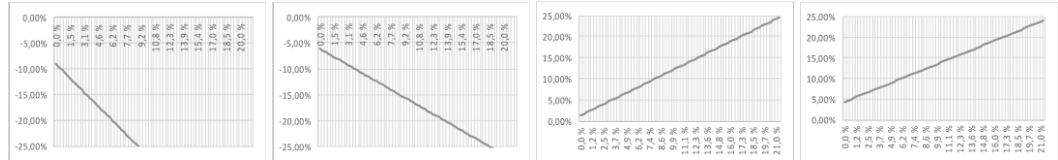


X6	1%Quantile	X6	5%Quantile	X6	95%Quantile	X6	99%Quantile
	-12,84%		-7,29%		5,37%		10,36%
2,30	-9,54%	2,30	-4,96%	2,30	4,32%	2,30	8,44%
2,33	-9,66%	2,33	-5,04%	2,33	4,35%	2,33	8,51%
2,36	-9,77%	2,36	-5,12%	2,36	4,39%	2,36	8,58%
2,39	-9,89%	2,39	-5,20%	2,39	4,43%	2,39	8,64%
2,42	-10,01%	2,42	-5,28%	2,42	4,46%	2,42	8,71%
:	:	:	:	:	:	:	:
4,22	-16,96%	4,22	-10,21%	4,22	6,70%	4,22	12,75%
4,25	-17,08%	4,25	-10,30%	4,25	6,73%	4,25	12,82%
4,28	-17,19%	4,28	-10,38%	4,28	6,77%	4,28	12,89%
4,31	-17,31%	4,31	-10,46%	4,31	6,81%	4,31	12,95%
4,34	-17,42%	4,34	-10,54%	4,34	6,85%	4,34	13,02%
4,37	-17,54%	4,37	-10,62%	4,37	6,88%	4,37	13,09%

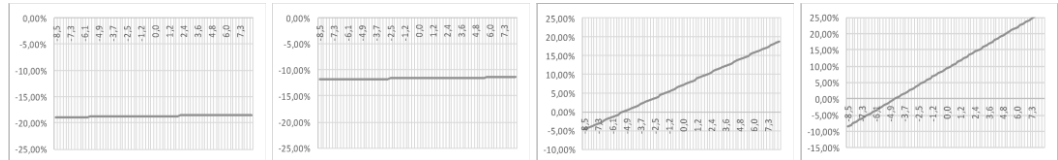


Crude oil – scenario

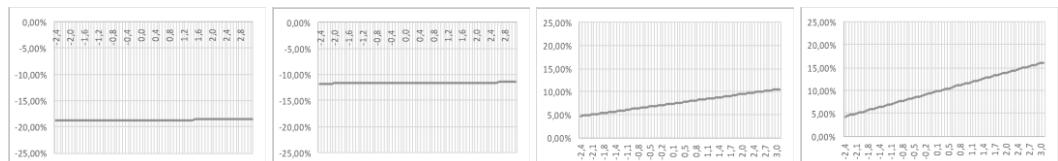
X1	1%Quantile	X1	5%Quantile	X1	95%Quantile	X1	99%Quantile
	-18,72%		-11,61%		7,18%		9,33%
0,0%	-9,09%	0,0%	-6,14%	0,0%	1,34%	0,0%	4,36%
0,3%	-9,65%	0,3%	-6,46%	0,3%	1,67%	0,3%	4,65%
0,6%	-10,20%	0,6%	-6,77%	0,6%	2,01%	0,6%	4,94%
0,9%	-10,75%	0,9%	-7,09%	0,9%	2,34%	0,9%	5,22%
1,2%	-11,31%	1,2%	-7,40%	1,2%	2,68%	1,2%	5,51%
:	:	:	:	:	:	:	:
19,7%	-44,52%	19,7%	-26,27%	19,7%	22,84%	19,7%	22,63%
20,0%	-45,08%	20,0%	-26,59%	20,0%	23,17%	20,0%	22,91%
20,3%	-45,63%	20,3%	-26,90%	20,3%	23,51%	20,3%	23,20%
20,7%	-46,18%	20,7%	-27,21%	20,7%	23,84%	20,7%	23,48%
21,0%	-46,74%	21,0%	-27,53%	21,0%	24,18%	21,0%	23,77%
21,3%	-47,29%	21,3%	-27,84%	21,3%	24,51%	21,3%	24,06%



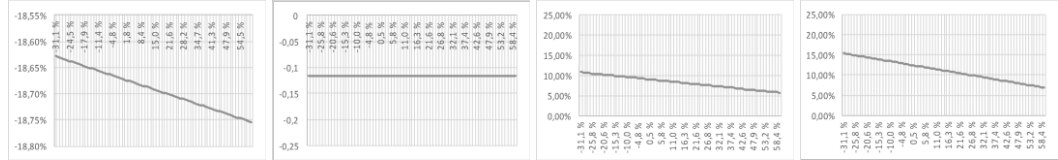
X2	1%Quantile	X2	5%Quantile	X2	95%Quantile	X2	99%Quantile
	-18,72%		-11,61%		7,18%		9,33%
-8,5	-18,96%	-8,5	-11,83%	-8,5	-4,81%	-8,5	-8,58%
-8,3	-18,95%	-8,3	-11,82%	-8,3	-4,47%	-8,3	-8,07%
-8,1	-18,94%	-8,1	-11,82%	-8,1	-4,12%	-8,1	-7,56%
-7,8	-18,94%	-7,8	-11,81%	-7,8	-3,78%	-7,8	-7,05%
-7,6	-18,93%	-7,6	-11,80%	-7,6	-3,44%	-7,6	-6,54%
:	:	:	:	:	:	:	:
7,0	-18,52%	7,0	-11,43%	7,0	17,07%	7,0	24,11%
7,3	-18,51%	7,3	-11,42%	7,3	17,41%	7,3	24,62%
7,5	-18,51%	7,5	-11,42%	7,5	17,75%	7,5	25,13%
7,7	-18,50%	7,7	-11,41%	7,7	18,10%	7,7	25,64%
8,0	-18,49%	8,0	-11,40%	8,0	18,44%	8,0	26,15%
8,2	-18,49%	8,2	-11,40%	8,2	18,78%	8,2	26,66%



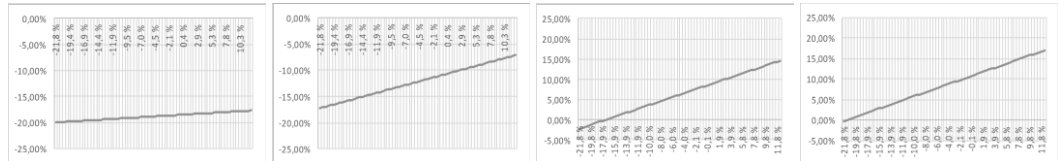
X3	1%Quantile	X3	5%Quantile	X3	95%Quantile	X3	99%Quantile
	-18,72%		-11,61%		7,18%		9,33%
-2,4	-18,80%	-2,4	-11,72%	-2,4	4,69%	-2,4	4,31%
-2,3	-18,80%	-2,3	-11,71%	-2,3	4,78%	-2,3	4,48%
-2,2	-18,79%	-2,2	-11,71%	-2,2	4,86%	-2,2	4,66%
-2,2	-18,79%	-2,2	-11,71%	-2,2	4,95%	-2,2	4,83%
-2,1	-18,79%	-2,1	-11,70%	-2,1	5,03%	-2,1	5,00%
:	:	:	:	:	:	:	:
2,7	-18,62%	2,7	-11,48%	2,7	10,14%	2,7	15,30%
2,8	-18,62%	2,8	-11,48%	2,8	10,22%	2,8	15,47%
2,8	-18,61%	2,8	-11,47%	2,8	10,31%	2,8	15,64%
2,9	-18,61%	2,9	-11,47%	2,9	10,39%	2,9	15,81%
3,0	-18,61%	3,0	-11,47%	3,0	10,48%	3,0	15,98%
3,1	-18,61%	3,1	-11,46%	3,1	10,56%	3,1	16,15%



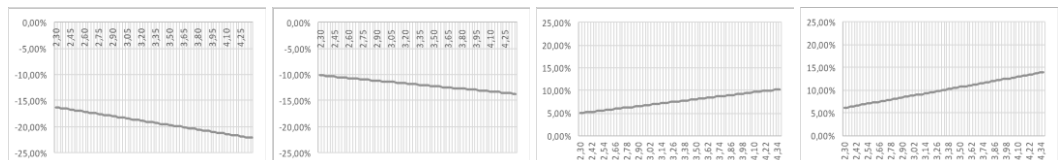
X4	1%Quantile	X4	5%Quantile	X4	95%Quantile	X4	99%Quantile
	-18,72%		-11,61%		7,18%		9,33%
-31,1%	-18,63%	-31,1%	-11,49%	-31,1%	10,80%	-31,1%	15,37%
-29,8%	-18,63%	-29,8%	-11,50%	-29,8%	10,73%	-29,8%	15,24%
-28,5%	-18,63%	-28,5%	-11,50%	-28,5%	10,65%	-28,5%	15,12%
-27,2%	-18,63%	-27,2%	-11,50%	-27,2%	10,58%	-27,2%	15,00%
-25,8%	-18,64%	-25,8%	-11,50%	-25,8%	10,51%	-25,8%	14,87%
:	:	:	:	:	:	:	:
53,2%	-18,75%	53,2%	-11,65%	53,2%	6,07%	53,2%	7,48%
54,5%	-18,75%	54,5%	-11,65%	54,5%	6,00%	54,5%	7,36%
55,8%	-18,75%	55,8%	-11,65%	55,8%	5,92%	55,8%	7,24%
57,1%	-18,75%	57,1%	-11,65%	57,1%	5,85%	57,1%	7,11%
58,4%	-18,75%	58,4%	-11,66%	58,4%	5,78%	58,4%	6,99%
59,8%	-18,75%	59,8%	-11,66%	59,8%	5,70%	59,8%	6,87%



X5	1%Quantile	X5	5%Quantile	X5	95%Quantile	X5	99%Quantile
	-18,72%		-11,61%		7,18%		9,33%
-21,8%	-19,99%	-21,8%	-17,26%	-21,8%	-2,14%	-21,8%	-0,25%
-21,3%	-19,96%	-21,3%	-17,11%	-21,3%	-1,90%	-21,3%	0,00%
-20,8%	-19,93%	-20,8%	-16,97%	-20,8%	-1,66%	-20,8%	0,25%
-20,3%	-19,89%	-20,3%	-16,82%	-20,3%	-1,41%	-20,3%	0,50%
-19,8%	-19,86%	-19,8%	-16,67%	-19,8%	-1,17%	-19,8%	0,75%
:	:	:	:	:	:	:	:
9,8%	-17,87%	9,8%	-7,83%	9,8%	13,41%	9,8%	15,73%
10,3%	-17,83%	10,3%	-7,68%	10,3%	13,65%	10,3%	15,98%
10,8%	-17,80%	10,8%	-7,54%	10,8%	13,90%	10,8%	16,23%
11,3%	-17,77%	11,3%	-7,39%	11,3%	14,14%	11,3%	16,48%
11,8%	-17,73%	11,8%	-7,24%	11,8%	14,38%	11,8%	16,73%
12,3%	-17,70%	12,3%	-7,09%	12,3%	14,63%	12,3%	16,98%



X6	1%Quantile	X6	5%Quantile	X6	95%Quantile	X6	99%Quantile
	-18,72%		-11,61%		7,18%		9,33%
2,30	-16,29%	2,30	-10,15%	2,30	4,99%	2,30	6,09%
2,33	-16,37%	2,33	-10,20%	2,33	5,07%	2,33	6,20%
2,36	-16,46%	2,36	-10,25%	2,36	5,15%	2,36	6,31%
2,39	-16,54%	2,39	-10,30%	2,39	5,22%	2,39	6,43%
2,42	-16,63%	2,42	-10,35%	2,42	5,30%	2,42	6,54%
:	:	:	:	:	:	:	:
4,22	-21,76%	4,22	-13,44%	4,22	9,91%	4,22	13,38%
4,25	-21,84%	4,25	-13,49%	4,25	9,98%	4,25	13,49%
4,28	-21,93%	4,28	-13,54%	4,28	10,06%	4,28	13,60%
4,31	-22,01%	4,31	-13,59%	4,31	10,14%	4,31	13,72%
4,34	-22,10%	4,34	-13,64%	4,34	10,21%	4,34	13,83%
4,37	-22,19%	4,37	-13,69%	4,37	10,29%	4,37	13,95%





Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no